

Tallinna Ülikool

Universaalse baastarkvara arendamine ja loomine,  
erinevate hooneautomaatika tarkvaralahenduste ning seadmete  
integreerimine

Uuringutulemuste kokkuvõte

Täitjad:  
Siddhardt Gulati  
Jaagup Kippar  
Mart Laanpere  
David Lamas  
Birgy Lorenz  
Peeter Normak  
Kristjan Port  
Ilja Šmorgun  
Sonia Sousa  
Vladimir Tomberg  
Tanel Toova  
Aleksander Väljamäe

Tallinn 2015

## Sisukord

1. Uuringu eesmärk.....	4
2. Tegevused eesmärgi saavutamiseks.....	4
3. Kasutatavate terminite seletus.....	5
4. Teadus- ja arendustöö hetkeseis.....	6
4.1 Kokkuvõtte teadus- ja arendustöö hetkeseisust uuritavate tarkvaralahenduste arendamisel, katsetamisel või kasutamisel.....	6
4.1.1 TM kontseptsioon.....	6
4.1.2 TM lahendusi väljatöötavad juhtivad teadusasutused.....	7
4.1.3 TM lahendusi väljatöötavad juhtivad ettevõtted.....	7
4.2 Kokkuvõtte teadus- ja arendustöö suundumustest.....	9
4.2.1 TM kontseptsiooni tulevikuvaade.....	9
4.2.2 TM problemaatika Eesti ja rahvusvaheliste T&A-tegevust toetavate institutsioonide strateegiates ja arengukavades.....	10
4.3 Teadus- ja arendustöö võimalikud tegevused Tallinna Ülikooli ja SA Virumaa Kompetentsikeskus jaoks.....	11
4.3.1 Koostöö teadus- ja arendustegevuses.....	11
4.3.2 Koostöö õppetegevuses.....	14
4.3.3 Koostöö organisatsiooniarenduses.....	14
5. Ettevõtete vajadused, pakutavad lahendused.....	16
5.1 Kokkuvõtte Eesti ettevõtete peamistest pakutavatest lahendustest, seadmete ja vahendite juhtimiseks kasutatavast tarkvarast.....	16
5.2 Targa maja ja hooneautomaatika lahendusi pakkuvad ettevõtted Eestis.....	16
5.3 Eesti ettevõtete võimalikud prioriteetsed arengusuunad, mis toetaksid ettevõtete toodete ja teenuste arendamist ja pakumist.....	17
5.3.1 Liidestatavuse ja koosvõime tõstmine kodutarbijatele suunatud lahendustes.....	17
5.3.2 Targa Maja süsteemide laiendamine tehnoloogilistest süsteemidest sotsio- tehnoloogilisteks süsteemideks.....	18
5.4 Võimalikud projektiideed arendustööst huvitatud ettevõtete jaoks koostööprojektide käivitamiseks Tallinna Ülikooli ja SA-ga Virumaa Kompetentsikeskus.....	19
5.4.1 Kaabelühendust omavate automatikaseadmete ühendamine automaatika- või monitooringulahendusse üle WiFi.....	19
5.4.2 Inimese interaktsioon TM süsteemi kuuluvate tehniliste süsteemide ning teiste isikutega.....	20
5.4.3 Inimese heaolu ja tervisekäitumine targas majas.....	23
5.4.4 Nutikamad elu- ja õpiviisid semantilise veebi tehnoloogiate toel targas (kooli)majas 25	
5.4.5 Turvakäitumine targas majas.....	28
5.4.6 IT Villa OÜ uue sisend/väljund moduli IT5888 uue versiooni testimine ja selle põhjal näidislahenduste loomine.....	30
6. Katsetamine ja testimine.....	32

6.1	Esialgse lahenduse loomise või selle põhimõttelise katsetamise võimalused.....	32
6.2	Ettevõtete poolt pakutavate toodete või teenuste katsetamine .....	32
6.3	Tarkvara, seadmete ja vahendite ning võimalike prototüüpide katsetamise peamised suunad ja põhimõtted edasisteks projektideks.....	34
7.	Kokkuvõte .....	35
	Kasutatud kirjandus .....	36
	Lisa 1. Levinumad kasutatavad tehnoloogiad ja standardid .....	38
	Lisa 2. Targa Maja ja hooneautomaatika lahendusi pakkuvad ettevõtted Eestis .....	40

# 1. Uuringu eesmärk

Uuringu eesmärgiks on selgitada välja olemasolevad tarkvaralahendused, mis võimaldaksid kodus, kontoris või hoones tervikuna kasutatavaid internetti ühilduvaid tehnilisi seadmeid ja vahendeid kasutada ühe universaalse tarkvaraplatvormi alusel integreeritult. Uuringu käigus selle skoop laienes, hõlmates ka inimkäitumisega seonduvaid aspekte. Skoobi laiendamine tulenes arusaamast, et universaalse tarkvaraplatvormi loomine ei saa olla eesmärk omaette, vaid see peab parimal võimalikul moel toetama ruumis asuvate inimeste tegevust.

# 2. Tegevused eesmärgi saavutamiseks

Vastavalt SA Virumaa Kompetentsikeskus ja Tallinna Ülikooli vahel sõlmitud koostöölepingule on käesolev uuringutulemuste kokkuvõtte struktureeritud allpooltoodu kohaselt:

Teadus- ja arendustöö hetkeseis:

- Kokkuvõtte teadus- ja arendustöö hetkeseisust uuritavate tarkvaralahenduste arendamisel, katsetamisel või kasutamisel;
- Kokkuvõtte teadus- ja arendustöö suundumustest;
- Teadus- ja arendustöö võimalikud tegevused Tallinna Ülikooli ja SA Virumaa Kompetentsikeskus jaoks.

Ettevõtete vajadused, pakutavad lahendused:

- Kokkuvõtte Eesti ettevõtete peamistest pakutavatest lahendustest, seadmete ja vahendite juhtimiseks kasutatavast tarkvarast;
- Eesti ettevõtete võimalikud prioriteetsed arengusuunad, mis toetaksid ettevõtete toodete ja teenuste arendamist ja pakkumist;
- Võimalikud projektiideed arendustööst huvitatud ettevõtete jaoks koostööprojektide käivitamiseks Tallinna Ülikooli ja SA-ga Virumaa Kompetentsikeskus.

Katsetamine ja testimine:

- Esialgse lahenduse loomise või selle põhimõttelise katsetamise võimalused;
- Ettevõtete poolt pakutavate toodete või teenuste katsetamine;

- Tarkvara, seadmete ja vahendite ning võimalike prototüüpide katsetamise peamised suunad ja põhimõtted edasisteks projektideks.

Uuring viidi läbi ajavahemikus 01.06.2015-28.10.2015 ning allpoololeva kokkuvõtte koostamisel on arvestatud muuhulgas ka mitmete projektivälise isikute seisukohti ja ettepanekuid. Kuna uuringutulemuste kokkuvõtte koostamisel osales ka eesti keelt mittevaldavaid akadeemilisi töötajaid, siis nende poolt koostatud terviklikud tekstilõigud on praeguses faasis esitatud originaalkujul, st inglise keeles. Vajadusel võib need edaspidi tõlkida eesti keelde.

Edaspidi kasutatakse termini “tark maja” tähistamiseks akronüümi TM.

### 3. Kasutatavate terminite seletus

**Domotics** – hooneautomaatika haru, mis tegeleb koduautomaatikaga (*home automatics*).

**Climotics** – *domotics* haru, mis tegeleb kliimaautomaatikaga.

**HVAC (Heating, Ventilation, Air Conditioning)** – soojustust, ventilatsiooni ning õhniiskuse reguleerimine.

**SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)** - kaugjälgimis- ja kaughaldussüsteem, kus eemalasuvaid seadmeid jälgitakse ja kontrollitakse üle sidekanali saadetavate signaalide abil. Ajalooliselt on sidekanalid SCADA süsteemide jaoks eraldi väljaehitatud ning kuuluvad organisatsiooni või ettevõtte privaatsesse võrguinfrastruktuuri. Andmevahetusprotokollid on tihti suletud ja tootjaspetsiifilised, kuigi neile võib olla lisatud võimekus töötada üle TCP/IP.

## 4. Teadus- ja arendustöö hetkeseis

### 4.1 Kokkuvõtte teadus- ja arendustöö hetkeseisust uuritavate tarkvaralahenduste arendamisel, katsetamisel või kasutamisel

#### 4.1.1 TM kontseptsioon

Termin “tark maja” (*smart house/building/home*) toodi sisse 1984. aastal ameerika koduehitajate assotsiatsiooni (American Association of Home Builders) poolt (Miller, 2015; lk 82). Algselt mõeldi selle all hooneautomaatikat – hoones asuvate tehnoloogiliste seadmete (küte, ventilatsioon, valgustus, turvalisus jmt) tsentraalset juhtimist. Hooneautomaatika erinevate aspektidega oli tegeletud oluliselt varemgi, kuid tollal väljatöötatud lahendused olid piiratud tollaegsete nappide tehnoloogiliste võimalustega ning ei leidnud laiemat kasutust. Alles mikroelektronika, robotika, info- ja kommunikatsioonitehnoloogia ning teiste uute tehnoloogiate areng ja kasutuselevõtt lõi eeldused TM uute lahenduste väljatöötamiseks ja juurutamiseks. Olulisimaks tõukejõuks võiks ehk pidada mobiilsete seadmete (sh nutitelefonid ja tahvelarvutid) masskasutusse võtmise ning seadmetevahelise kommunikatsiooniprotokollide väljatöötamise ja juurutamise (nn “asjade internet” arendamine – Internet of Things, IoT).

Vaatamata viimastel aastatel plahvatuslikult suurenenud huvist TM problemaatika vastu on selle valdkonna areng endiselt veel sisuliselt embrüonaalses faasis ning küllaltki kaootiline. Nii näiteks sedastab M. Miller enda 2015. aastal ilmunud monograafias “Despite all this interest, however, home automation or smart home technology remained – and still remains – primarily limited to use in higher-end systems and devices. The technology is still considerably high-priced, and the lack of a single simple protocol makes the whole thing confusing the consumers” (Miller, 2015; lk 83).

Paraku peab tunnistama, et võrreldes 1980-ndate aastatega on TM käsitus enamikul juhtudel jäänud olemuslikult samaks: seda käsitletakse endiselt kui **tehnoloogilist süsteemi**, millesse kuuluvad seadmed toimivad (pool)automaatselt ja koostoimeliselt. Kuigi viimastel aastatel arvestavad mõned TM lahendused ka inimeselt lähtuvaid mõõdikuid, on nende osakaal siiski väga väike.

#### 4.1.2 TM lahendusi väljatöötavad juhtivad teadusasutused

Valdavalt on ülikoolides ja uurimisinstituutides läbiviidud TM-alaseid uuringuid projektipõhised, kus projekti lõppedes selles osalenud inimesed jagunevad ümber teiste projektide vahel. Samas on aga ka välja kujunenud terve rida püsikoosseisuga uurimisrühmi, nagu näiteks:

- MIT, Dep. of Architecture, House\_n Research Group ([http://web.mit.edu/cron/group/house\\_n/](http://web.mit.edu/cron/group/house_n/)). Käesolevaks ajaks on see uurimisrühm oma tegevuse lõpetanud, kuid varasematel aastatel oli ta küllalt viljakas ja innovaatiivne. Nende väljatöötatud lahenduste näitena olgu siinkohal toodud inimese liigutustegevust mõõtev mobiilne lahendus Wockets (<http://web.mit.edu/wockets/>). Osa uurimisrühma liikmeid jätkavad käesoleval ajal tööd BoxLab projektil (<http://boxlab.wikispaces.com>).
- Georgia Institute of Technology, The Aware Home Research Initiative (AHRI, <http://www.awarehome.gatech.edu>). Nende tegevus on küllalt lai, hõlmates nii koduautomaatikat kui ka tervise, heaolu ja meelelahutuse problemaatikat (vt näiteks <http://www.awarehome.gatech.edu/drupal/?q=content/research-areas-0>).
- SM4ALL (Smart Homes for All), EL 7. T&A-tegevuse raamprogrammi STREP projekt nr 224332, mis toimus vahemikus 1.09.2008-31.08.2011 (<http://www.sm4all-project.eu>). Selle projekti tulemuste ülevaate võib leida aadressilt <http://cordis.europa.eu/docs/projects/cnect/2/224332/080/reports/002-SM4ALLPublishableSummary.pdf>. Väga huvitav on selle projekti tulemuste levitamise ja rakendamise ülevaade, sisaldades muuhulgas turuanalüüsi (2012. aasta seisuga, <http://cordis.europa.eu/docs/projects/cnect/2/224332/080/reports/001-D81dafterFinalReviewResubmission.pdf>).

#### 4.1.3 TM lahendusi väljatöötavad juhtivad ettevõtted

Kuna TM lahendused hõlmavad erinevaid tehnoloogiaid, siis uusi lahendusi väljatöötavad ettevõtted on üldjuhul keskendunud vaid nende tehnoloogiate mingile osahulgale. Terviklikke lahendusi pakkuvad institutsioonid ise üldjuhul põhimõtteliselt uusi lahendusi välja ei tööta, vaid juurutavad teiste poolt väljatöötatud lahendusi. Seetõttu on valdkonna arendamisel eriline roll TM lahendusi väljatöötavate ettevõtete ühendustel nagu näiteks:

- DLNA (Digital Living Network Alliance, [dlna.org](http://dlna.org)).

- CABA (Continental Automated Buildings Association, [www.caba.org](http://www.caba.org)).
- Qivicon (<https://www.qivicon.com/en/>).
- AllSeen Alliance (<https://allseenalliance.org>).

Ettevõtetest võiks esile tuua järgmiseid (kuna ettevõtete hulk, kes suuremal või vähemal määral TM lahendusi välja töötavad, on väga suur, siis piirdume allpool vaid suhteliselt lühikese loeteluga ja veebiaadressidega juhuks, kui on huvi vastava ettevõtte tegevusega lähemalt tutvuda):

- Living Tomorrow (<http://www.livingtomorrow.com/nl>, veeb on suuresti hollandikeelne).
- Belkin International (<http://www.belkin.com/us/>).
- Control4 (<http://www.control4.com>).
- Crestron (<http://www.crestron.com>).
- DaintreeNetworks (<http://www.daintree.net>).
- E\_home AUTOMATION (<http://www.e-homeautomation.com>).
- Electronics Design Group (<http://edgonline.com>).
- GreenPeak (<http://www.greenpeak.com>).
- Smartlabs Insteon (<http://www.insteon.com>).
- Vantage Controls (<http://www.vantagecontrols.com>).
- Leviton ([www.leviton.com](http://www.leviton.com)).

Institutsioonidest, kes on spetsialiseerunud TM mingi aspekti käsitlemisele, võiks eelkõige nimetada järgmiseid:

- MIT AgeLab (<http://agelab.mit.edu/housing-home-services>, vanuritele suunatud kodulahenduste väljatöötamine).
- Philips Dynalight (<http://www.lighting.philips.com/main/subsites/dynalite/>, valgustusjuhtimise süsteemid).
- Electric Imp (<https://electricimp.com>, seadmete Internetti ühendamise platvorm).
- Microsoft Research (<http://research.microsoft.com/en-us/projects/homeos/>, koduautomaatika operatsioonisüsteem HomeOS).

Eraldi võib välja tuua turvalahenduste väljatöötamisele keskendunud ettevõtted, nagu näiteks:

- Alarm.com (<https://www.alarm.com>).

Ülaltoodud firmadest võiks eriti välja tuua järgmiseid kahte:



- HomeSeer Technologies lahendus on tunnistatud parimaks kommertslahenduseks (vt <http://home-automation-systems-review.toptenreviews.com>),
- Control4 Corporation annab välja vabalt allalaetavat ajakirja “Smart Home” (ajakirjale pääseb ligi ettevõtte veebi kaudu).

## 4.2 Kokkuvõtte teadus- ja arendustöö suundumustest

### 4.2.1 TM kontseptsiooni tulevikuvaade

TM uute lahenduste puhul torkab silma, et järjest olulisemaks muutub nendes inimese roll. Kui varasematel aastatel keskenduti tehnoloogiliste süsteemide – valgustus, küte, ventilatsioon, turvaseadmed jmt – töö juhtimisele, siis üha rohkem töötatakse välja ruumides olevate inimeste käitumise, meelelahutuse ja heaoluga seonduvaid süsteeme. Suhteliselt suur on nende seas inimeste tervisejälgimise ja tervisekäitumisele reageerivaid süsteeme.

2009. aastal võeti kasutusele mõiste “oranž tehnoloogia” (*orange technology*), täiendamaks mõistet “roheline tehnoloogia” (*green technology*), ning mis keskendub inimese tervist parandavate ja heaolu suurendavate tehnoloogiate arendamisele. Selle üheks oluliseks alavaldkonnaks on kujunemas oranži tehnoloogia põhimõtete rakendamine elu- ja tööalases ruumikeskkonnas. Seejuures hõlmab see väga laia inimtegevuse spektrit, sh näiteks ka tema emotsioonide ja psüühilise seisundi ning ruumilise keskkonna vaheliste mõjutuste uurimist (J.-F. Wang, B.-C. Chen, W.-K. Fan, C.-H. Li, 2012).

Seega võib väita, et tarka hoonet käsitletakse tulevikus pigem kui **sotsio-tehnoloogilist süsteemi**, mis hõlmab nii tehnoloogilisi süsteeme kui ka inimesi ning nendevahelisi interaktsioone. Kuigi Google otsing andis 28.10.2015 terminite „socio technical system“ ja „smart building“ üheaegsel sisestamisel vaid 48 kirjet, on tendents selles suunas selgelt tunnetatav. Samas on üllatav, et kuigi juba 2006. aastal 2025. aastaks välja pakutud targa maja visioonis (K.Konrad, J.Markard & B.Truffer, 2006) käsitleti seda kui sotsio-tehnilist süsteemi, on selle kontseptsiooni omaksvõtt olnud sedavõrd vaevaline.

Gartner ennustab, et edukaimad kodulahendused integreerivad sujuvalt praktiliselt kõikide tarnijate asjade interneti rakendused, on lihtsalt kasutatavad, intuiitiivsed ja turvalised (<http://diginomica.com/2015/08/20/733426/#.VIDHhoQZ6B8>). Seejuures turvalisus tähendab

seada, et võrk on kaitstud kompromiteeritud seadme suhtes (mitte seada, et seade on kaitstud kompromiteeritud võrgu poolt).

#### 4.2.2 TM problemaatika Eesti ja rahvusvaheliste T&A-tegevust toetavate institutsioonide strateegiates ja arengukavades

Eesti teadus- ja arendustegevuse ning innovatsiooni strateegia 2014-2020 “Teamistepõhine Eesti” sätestab ressursside efektiivsema kasutamise ühe kasvuvaldkonnana, mille arendamine peaks toimuma ennaktempos. Innovaatiline ehitus ehk “Tark Maja” on toodud kui üks selle kasvuvaldkonna näide.

Targa Maja problemaatika oli ka Eesti ehitusalase teadustegevuse sihtvalveerimise (2013. aastal) kriteeriumite seas, mida arvestati teadustegevuse kvaliteedi hindamisel horisontaalselt läbi kõigi ehitusvaldkonna alajaotuste. Paraku sai targa maja problemaatikaga seonduvate uuringute kvaliteet Eestis rahvusvahelise ekspertkomisjoni poolt tõsise kriitika osaliseks: oma raportis toodi targa hoone alase teadustegevuse vähesus, mitteinnovaatilisus ja mitteintegreeritus Eesti ülikoolides ja teadusasutustes välja ehitusalase teadustegevuse suurima puudusena. Seejuures vajadus arvestada uuringutes lisaks ruumide tehnilistele näitajatele (soojus, müra, valgus, õhukvaliteet jne) ka seal viibivate inimeste heaolu oli raportis lausa rasvases kirjas esile toodud (<http://www.etag.ee/wp-content/uploads/2014/04/evaluation-of-research-in-civil-engineering.pdf>).

TM lahenduste väljatöötamist toetab ka Riigi Kinnisvara AS, sätestades selle ühe valdkonnana, milles läbiviidavaid teadus- ja arendusprojekte ta toetab (vt näiteks <http://rkas.ee/riigi-kinnisvarast/sponsorlus/teadus-ja-arendustegevuse-toetuste-konkurss>).

Targa maja problemaatikat käsitletakse enamasti ehitus- ja elektroonika-alaste konverentside sellekohastes sektiioonides; eraldi TM teemadele pühendatud rahvusvahelistest konverentsidest võiks mainida eelkõige järgmiseid:

- International Conference On Smart homes and health Telematics (<http://www.icostconference.org>). 2016.a konverents on teemal “Digital Smart Cities and Digital Health” (Varasemad: 2014 - “Advances in Cognitive Technologies”; 2011 – “Toward useful services for elderly and people with disabilities”),

- Smart Building Conference  
(<http://www.smartbuildingconference.com/sbc2016/index.php>).

EL teadustegevuse ja innovatsiooni raamprogrammis Horizon 2020 on targa maja temaatika kajastatud mitme valdkonna 2016-2017. aasta tegevuskavas, nagu näiteks:

- Info- ja kommunikatsioonitehnoloogiad (ICT-2-2016-2017: Advanced robot capabilities research and take-up), mille fookuseks on tarkade robotite kasutamine kodus ja töökohal.
- Health, Demographic Change and Wellbeing (SC1-HCO-16-2016: Standardisation needs in the field of ICT for Active and Healthy Ageing).
- Health, Demographic Change and Wellbeing (SC1-HCO-16-2016: Standardisation needs in the field of ICT for Active and Healthy Ageing), (SC1-PM-12-2016: eHealth innovation in empowering the patient), SC1-PM-07: 2017, Promoting mental health and well-being in the young), mis on suunatud inimese tervise jälgimise ja tervisekäitumise toetamisele.
- Euroopa Liidu ja Brasiilia ühisprogramm (EUB-0-2017: IoT Pilots), milles on eraldi välja toodud hoonete energiahaldus (nii HVAC kui ka HEMS – home energy management system) ning tark elutugi (smart assisted living) ja heaolu.

## 4.3 Teadus- ja arendustöö võimalikud tegevused Tallinna Ülikooli ja SA Virumaa Kompetentsikeskus jaoks.

### 4.3.1 Koostöö teadus- ja arendustegevuses

TLÜ ja kompetentsikeskuse teadus- ja arendusalane (T&A) koostöö tugineb eelkõige ülikoolis olemasolevale kompetentsile. Sellest lähtudes on T&A-alase koostöö fookuseks inimese käitumise ja heaolu käsitlemine TM kontekstis. Kirjeldame allpool lühidalt võimalikke olulisemaid võimalikke tegevussuundi (konkreetsamad ülesanded on kirjeldatud edaspidi).

***Inimese interaktsioon TM süsteemi kuuluvate tehniliste süsteemide ning teiste isikutega.*** Kuna TM keskkonnas peavad toime tulema väga erineva hariduse, kultuuri ja võimekusega inimesed, siis peavad seal kasutusel olevad suhtlusvahendid vastama kõikidele tehnoloogiliste süsteemide kasutatavuse nõuetele – intuiitiivsus, loogilisus, arusaadavus, tagasisidestatus jne. Sisuliselt oleks tegemist klassikalise inimese ja arvuti interaktsiooni (*human-computer interaction*, HCI) valdkonna laiendamise ja edasiarendamisega **inimese ja hoone interaktsioonile** (*human-house*

*interaction*, HHI). Tehnoloogiliselt lähtub HHI jagatud kasutajaliidest (*distributed user interfaces*, DUI) põhimõtetest (Melchior, 2011). Selle probleemi käsitlemiseks on ülikoolis loodud spetsiaalne nn mustrikeel (*pattern language*), mille kasutamine võimaldab ühtsetel alustel sarnaste kasutajaliidestite loomist (<http://idlab.tlu.ee/patterns/>). Valdkonna arendamiseks on ülikoolis loodud interaktsioonidisaini labor (<http://idlab.tlu.ee>) ning vastav uurimisrühm on rahvusvaheliselt tuntud ja aktiivne, korraldades muuhulgas ka iga-aastaseid konverentse *World Usability Day* (<http://wud.tlu.ee>).

***Inimese heaolu ja tervisekäitumine targas majas.*** Inimese füsioloogilisi parameetreid mõõtvate mobiilsete seadmete (näiteks nutikellade), aga samuti inimese liigutusi jälgivate seadmete (näiteks Kinect) kasutuselevõtt võimaldab ühest küljest reguleerida ruumi mikrokliimat vastavalt inimese füüsilisele seisundile, aga ka anda talle (tervise)käitumise alaseid soovitusi. Kuigi TLÜ töötajad olid juba aastaid tagasi kaasatud portatiivse tervisejälgimise süsteemi väljatöötamisse, millest on tänaseks välja kasvanud ülemaailmse ulatusega ettevõtte Docobo (<http://www.e-ucare.eu/public/files/recap/Dissemination%20events/Hub3/MedeTel%202014%20Docobo%20April2014.pdf>), on sellealane aktiivne T&A-tegevus TLÜ-s alles viimastel aastatel hoogu sisse saamas. TLÜ on kahe valdkondliku koostöövõrgustiku *European Network for the Joint Evaluation of Connected Health Technology* (ENJECT, <http://enject.eu>) ja *Algorithms, Architectures and Platforms for Enhanced Living Environments* (AAPELE, <http://aapele.eu>) liige, mis võimaldab oma tegevusse kaasata kogu Euroopa – tegelikult kogu maailma – sellealase tippkompetentsi.

***Nutikamad elu- ja õpiviisid semantilise veebi tehnoloogiate toel targas (kooli)majas.*** Arvukad uuringud on näidanud, et töö- ja elukeskkond mõjutavad oluliselt inimese õpi- ja töötulemuslikkust. See probleem on muutunud eriti aktuaalseks viimastel aastatel, seoses kaug- ja kodutöö järjest laiema kasutuselevõttuga, aga samuti haridussüsteemis kaasaegsete õpetamis- ja õpisüsteemide kasutuselevõttuga, kus traditsiooniline klassiruumipõhine õpe asendub järjest enam ennastjuhtiva hajutatud probleemipõhise õppega. Igast inimesest jääb üha laiem ja sügavam digitaalne jalajälg nii koolis, töökohal kui kodus digitehnoloogiat kasutades, targa maja kontekstis tekib aga interaktsiooni andmeid oluliselt rohkem ja mitmekesisemalt juurde. Nii näiteks on ligi null-energia hoonena projekteerimisel Väätsa põhikooli ümberehitus, kuid lisaks energiakasutust monitoorivatele sensoritele saaks sellesse järgmise põlvkonna targale koolimajale lisada veel mitmeid erinevaid sensoreid, mis seiravad inimeste käitumist ja

tähendusloomet. Direktor Margo Sootla on käesoleva raporti autoritele kirjutanud “oleme rääkinud ja unistanud *targast koolimajast*, mis annaks oma toimimisest ja õppimisest infot, mida oleks võimalik *programmeerida*, mis moel või teisel suudaks teha intelligentseid järeldusi ja aidata/muuta õppimist, keskkond tervikuna toetaks loovat ja innovaatlist mõtlemist“. Selles valdkonnas on TLÜ selgelt juhtiv mitte ainult Baltikumis, vaid hoopis laiemalt. Nii näiteks juhime muuhulgas EL teadus- ja arendustegevuse 7. raamprogrammi suuremahulist integreeritud projekti „Learning Layers – Scaling up Technologies for Informal Learning in SME Clusters“ (<http://learning-layers.eu/contact/>) ning oleme viinud läbi mitmeid rahvusvahelisi konverentse. Olgu lisatud, et *Learning Layers* projekti raames väljatöötavaid lahendusi piloteeritakse ehitussektoris ja tervishoiusektoris. IKT alasel rahvusvahelisel teadusevalveerimisel tunnistati valdkonda edendava digitaalsete õpiökosüsteemide alase T&A-tegevuse kvaliteet kõrgeima hinde – *excellent* – vääriliseks. Lisaks käivitus tänava Tallinna Ülikoolis ERA Chair programmi toel uue interdistsiplinaarse teaduse tippkeskuse projekt CEITER, mille üheks eesmärgiks on andme- ja mustrikaeve, masinõppe ja õpianalüütika rakendamine digi-haridusteaduse arendamisse.

***Turvakäitumine targas majas.*** Targa maja keskkond hõlmab terve hulga iseseisvate IP-aadressidega seadmeid või nende seadmete poolt juhitavaid seadmeid. Seetõttu on oluline tagada, et nendele seadmetele ei oleks mittevoolitatud ligipääsu ning vastupidi, käituda adekvaatselt mittevoolitatud sekkumisjuhu esinemisel. Nii nagu mistahes “asjade interneti” rakendusvaldkonnas, on turvaproblemaatika järjest olulisem ka TM kontekstis. See on valdkond, millele on keskendunud TLÜ digitehnoloogiate instituudi digiturbe labor (<http://www.tlu.ee/et/Digitehnoloogiate-instituut/Teadus/Laborid-ja-uurimisryhmad/Digiturbe-labor>). Samas on selge, et turvaprobleemid ei ole mitte asjad iseeneses, vaid sisuliselt läbivad, sõltuvalt konkreetsetest lahendustest. Seetõttu näeme selle tegevussuuna tegevust tihedas koostöös teiste tegevussuundadega.

Kuigi ülalloeletatud probleemivaldkonnad kuuluvad momendil eelkõige TLÜ digitehnoloogiate instituudi tegevusvaldkonda, suudaksid oluliselt panustada ka mitmed teised instituudid.

### 4.3.2 Koostöö õppetegevuses

Kuigi IT-õpe on Tallinna Ülikoolis eelkõige tarkvarasuunitlusega, on viimastel aastatel välja töötatud järjest rohkem ka tehnilise suunitlusega ainekursuseid. Nii näiteks pakuti eelmisel (2013/2014) õppeaastal esmakordselt ainekursuseid “Robootika” ja “Asjade Internet” ning sisustati nende kursuste läbiviimiseks vastav labor. Robootikakursuse raames keskendutakse põhiliselt autonoomsete süsteemide ehitamisele Arduino kontrolleri baasil. Asjade Interneti kursuse tähtsaks osaks on seadmetevaheline kommunikatsioon. Seadmete juhtimiseks kasutatakse peamiselt (mini)arvutiga juhitavaid IO-plaate ning seetõttu on kasutatava tarkvara valik ja võimalused laiemad. Need kursused osutusid üliõpilaste seas niivõrd populaarseteks, et 2016. aasta jaanuaris luuakse TLÜ digitehnoloogiate instituudis spetsiaalne tehnoloogialabor, võimaldamaks vastava valdkonna ainekursuseid pakkuda senisest oluliselt paremates tingimustes. Targale Majale saab digitehnoloogiate instituut pakkuda omi kogemusi õppetöö läbiviimisel, muuhulgas nimetatud kursuste või neist komplekteeritud osade (või ka laiendatud kursuste) pakkumisel Rakveres. TM taristu kasutamise abil aga on võimalik tunduvalt laiendada kursuste tehnilist baasi, tuues sisse hooneautomaatika võimalused. Tallinnas õppivatele üliõpilastele võiks aga korraldada õppepäevi Rakvere TM baasil.

Hea võimaluse pakub Targa Maja taristu hooneautomaatikaga seotud katsete ning tegevusvaldkonnaspetsiifiliste katsete (näiteks nutika lillepoe prototüüp, heli ja valguse sünkroniseerimine jne) teosamiseks üliõpilaste praktika-, seminari- ja bakalaureusetööde raames (vt mõningaid näiteid allpool). Magistri- ja doktoriõppe puhul saaksid käsitletavad probleemid olla juba komplekssemad, hõlmates nii sotsiaalseid kui tehnoloogilisi aspekte. Üliõpilased saaksid panustada kompetentsikeskuse ning sellega seotud firmade projektidesse ja seeläbi omandada ka professionaalse tegevuse kogemusi.

### 4.3.3 Koostöö organisatsiooniarenduses

Organisatsiooniarenduse eesmärk on tagada, et: 1) ülikooli ja kompetentsikeskuse koostöö oleks jätkusuutlik ning 2) koostöö tulemusena väljatöötatavad lahendused leiaksid ulatuslikku rakendamist.

Selleks kavandatakse lähiaastateks järgmised tegevused:

1. Ülikoolis kompetentsikeskuse tegevusvaldkonnas teadus- ja arendustegevuse alase võimekuse väljaarendamine. Põhivahendiks on valdkondlikke T&A-alaste koostööprojektide läbiviimine.
2. Koostöös kompetentsikeskuse spetsialistidega ülikoolis uute lahenduste väljatöötamine. Põhivahenditeks on arendustegevus, selleks muuhulgas ka kompetentsikeskuse probleematikast üliõpilaste praktika ning lõputööde juhendamine.
3. Väljatöötatavate targa maja lahenduste rakendamiseks vajalike spetsialistide koolitamine. Põhivahendiks on vastavate koolituskursuste väljatöötamine ja läbiviimine, seda nii taseme- kui täienduskoolituse raames.

Koostöö ülikoolipoolseks koordineerivaks üksuseks on digitehnoloogiate instituut.

## 5. Ettevõtete vajadused, pakutavad lahendused

### 5.1 Kokkuvõtte Eesti ettevõtete peamistest pakutavatest lahendustest, seadmete ja vahendite juhtimiseks kasutatavast tarkvarast.

Olulisemad momendil pakutavad lahendused on toodud Lisas 1.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et Eesti turul on vaid üksikuid ettevõtteid, kes pakuvad sisuliselt uuenduslikke TM lahendusi, kus erinevad komponendid on koosvõimelised ja intelligentselt toimivad ning nendest komponentidest loodud süsteemid on võimelised vahetama andmeid teiste süsteemidega.

Sageli pakutakse süsteeme, mis on sisuliselt monoliitsed, vähesel määral integreeritud HVAC automaatika lahendused, mille jälgimiseks on loodud paindumatud SCADA süsteemid.

Kodutarbijatele suunatud Targa Maja lahendused põhinevad sageli rahvusvaheliste suurtootjate kinnistel süsteemidel, mille komponentidest on kokku pandud soovituslikud lahendused või pakutakse komponente eraldi. Tegemist on seega edasimüüjatega, kes on parimal juhul võimelised pakkuma nõustamis- ja seadistamisteenust.

Leidub ka ettevõtteid, kes pakuvad Targa Maja lahenduste juures oma enda süsteeme, kuid ka need kipuvad olema enamasti kinnised – võimetud suhtlema ühe tootja süsteemivälise üksikkomponentidega või teiste süsteemidega.

Probleem pole niivõrd mitte kasutatavas tehnoloogias – kasutatakse levinud ja standardseid lahendusi – kuivõrd selles, et loodud süsteemid ei oma liidestusvõimalust teiste süsteemidega.

### 5.2 Targa maja ja hooneautomaatika lahendusi pakuvad ettevõtted Eestis

Selle peatüki eesmärgiks on kirjeldada avalikult kättesaadava informatsiooni põhjal Eestis tegutsevaid ettevõtteid, kes pakuvad Targa Maja ja hooneautomaatika lahendusi.



Kuna selliste ettevõtete hulk on küllaltki suur ning nende tegevus on kohati suhteliselt laiaulatuslik, on nende ettevõtete loetelu ja nende olulisemad teenused kirjeldatud Lisas 2.

Võimalusel kirjeldatakse lahendusi ja pakutavaid komponente detailselt, andmaks ülevaadet tehnilistest lahendustest ja kasutuses olevatest standarditest. Nimekiri pole kõikehõlmav, valik on tehtud, et paremini illustreerida selles turusegmenendis tegutsevate ettevõtete teenuseid ja lahendusi.

Lisas 2 olevast informatsioonist lähtudes paistab selgelt, et Eesti turul Targa Maja kontekstis pakutavad teenused ja tehnoloogiad peegeldavad valdkonna üldist seisu maailmas.

Vajalik tehnoloogia koos oskusteabega selle üldiseks kasutamiseks on olemas, kuid hooneautomaatika vallas pakutavad lahendused on kinni vananenud lähenemises, kus üritatakse pakkuda juba ammu tuntud HVAC süsteeme ja SCADA lahendusi, loomata seejuures lisaväärtust – Targa Maja ja Asjade Interneti mõistes lihtsalt liidestatavaid süsteeme ja teenuseid.

Lahendused kipuvad sageli olema kallid, monoliitsed ja tarbija jaoks segadust tekitavad. Eratarbijale pakutavad nn. konstruktor tüüpi koduautomatiseerimissüsteemid on vaatamata kasutuses olevatele avatud tehnoloogiatele ja sideprotokollidele tarbija võimalusi liialt piiravad, sest nende keskkontrollerid on oma olemuselt kinnised ja lasevad tarbijal süsteemi seadistada ja kontrollida vaid piiratud viisil.

### **5.3 Eesti ettevõtete võimalikud prioriteetsed arengusuunad, mis toetaksid ettevõtete toodete ja teenuste arendamist ja pakkumist.**

#### **5.3.1 Liidestatavuse ja koosvõime tõstmine kodutarbijatele suunatud lahendustes**

Lähtudes alajaotuses 5.2 toodud ülevaatest ilmneb selge vajadus kodutarbijatele suunatud lahenduste avamise osas. Kuigi mitmed pakutavad süsteemid põhinevad avalikel standarditel ja protokollidel, on need realiseeritud endiselt suletud süsteemidena, mis toetavad vaid ühe teenusepakkuja poolt pakutavaid keskseadmeid ja kasutajaliideseid. Selline olukord on vastuolus

Asjade Interneti ja Targa Maja kontseptsiooniga, mis mõlemad eeldavad võimalikult paljude seadmete ja süsteemide integreeritust ning vaba andmevahetust nende vahel.

Sellest tulenevalt peaksid teenusepakkujad keskenduma oma süsteemide ja komponentide koosvõime suurendamisele neile avaliku ja tootjast sõltumatu liidese pakkumise läbi. Avatud kasutajaliidese olemasolu on kindlasti oluline argument lõpptarbija jaoks, kes süsteemi soetades peab tegema märkimisväärse investeeingu ning kartes jääda kinnise süsteemi lõksu, võib säärase süsteemi kasutuselevõtmisest hoopiski loobuda.

Tarbijal peaks olema võimalus ja õigus lisada süsteemi uusi, tootjast sõltumatuid sensoreid ja täitureid ning siduda süsteemi teiste sarnaste süsteemidega või olemasolevate teenustega. See aga eeldab, et süsteemis on kasutusel avatud andmevahetusprotokollid (päris paljudel süsteemidel juba on) ning kasutajaliidesed (enamasti pole avatud), mis pakuvad kasutajale täielikku kontrolli süsteemi keskseadme üle.

### 5.3.2 Targa Maja süsteemide laiendamine tehnoloogilistest süsteemidest sotsio-tehnoloogilisteks süsteemideks.

Eesti ettevõtted on maailmas saavutanud edu just tänu innovatiivsusele ja inimesekesksele lähenemisele (Skype, Transferwise jt.). Kuna juba praegu turul olevatel ettevõtetel on olemas piisav tehniline oskusteave keerukate ja mitmekesiste Targa Maja süsteemide loomiseks tehnoloogilises mõistes, siis loogiliseks jätkuks oleks nende süsteemide innovaatiline liidestamine kasutajatega.

Seda nii klassikalise kasutajaliidese arendamise mõistes (kuluuurilistest, ealistest ja füüsilisest võimekusest tulenevad eripärad), aga veel enam kasutaja jälgimise ning tema tegevusmuustrite tuvastamise ja neile adekvaatselt reageerimise mõistes.

Võttes kasutusele suurtootjate automaatikalahendused ja lisades neile jagatud adaptiivse kasutajaliidese, mille sisendit kasutatakse muuhulgas ka kasutajakeskkonna muutmiseks sobivamaks tema meeleolule või tervislikule seisundile, võiksid Eesti ettevõtted hõivata olulise turuniši.

## 5.4 Võimalikud projektiideed arendustööst huvitatud ettevõtete jaoks koostööprojektide käivitamiseks Tallinna Ülikooli ja SA-ga Virumaa Kompetentsikeskus

### 5.4.1 Kaabelühendust omavate automaatikaseadmete ühendamine automaatika- või monitooringulahendusse üle WiFi.

Juba olemasolevatesse hoonetesse Targa Maja lahenduste lisamisel on sageli probleemiks sidekaabelduse puudumine. Sellises olukorras on lahenduseks andurite ja täiturite sidestamine üle juhtmevaba võrgu. Turul on olemas seadmeid, mis on võimelised näiteks *Modbus* või *Mbus* protokolliga mõne raadiosidetehnoloogia kaudu edastama, kuid sellised seadmed on suletud iseloomuga, st. sidekanali mõlemasse otsa on vaja sama tootja seadmeid, millest ühe külge ühendakse andurid/täiturid ja teise külge keskseade. Tegelikult tähendab selline olukord spetsialiseeritud sidevõrgu loomist, mis on aga kohmakas ja vananenud lahendus.

Kaasaaegsed avatud automaatikakontrollerid on enamasti võimelised suhtlema standardses WiFi võrgus. Seega pole sellise kontrolleri jaoks vaja eraldi sidekanali loomise seadet. Andurite ja täiturite ühendamiseks on endiselt vaja WiFi võrgu nendepoolsesse otsa lüüsideadet. Kõikide WiFi võrgus olevate andurite ja täituritega oleks võimalik suhelda otse. Selline lahendus on võimalik näiteks viisil, et iga anduri/täituri jaoks tekitatakse kontrollerisse tarkvaraline virtuaalport, läbi mille kontrolleri tarkvara andmeid vahendab.

Ülaltoodust lähtudes on tarvis kahte lahendust:

- 1) Usaldusväärset töötavat ja hästidokumenteeritud WiFi-Modbus/Mbus lüüsideadet andurite/täiturite WiFi võrku ühendamiseks. Sobiv lüüsideade tuleb kas olemasolevate seadest leida (eeldab põhjalikku testimist ja dokumenteerimist) või siis ise projekteerida; Eestis on selleks sobiv oskusteave olemas mitmetel ettevõtetel ning kõrgkoolidel. Ideaalis peaks tegemist olema riistvaraga, mille skeem ja konstruktsioon on avalikud. Oluline on ka hind, mis ei tohiks ületada 100 eurot.
- 2) Avatud automaatikakontrollerite jaoks loodud tarkvarakihti, mis võimaldab kontrolleritel suhelda läbi virtuaalportide. Eeldusel, et esmajärjekorras on automaatikakontrolleritena vaatluse all *Raspberry Pi*, *OLinuxino* jt. sarnased *Linuxil* põhinevad avatud seadmed, on sellise tarkvarakihi erinevates programmeerimiskeeltes realiseerimine jõukohane

ülesanne IT üliõpilastele koostöös mõne asjast huvitatud ettevõttega. Loodav tarkvara peaks olema avatud lähtekoodiga.

Nendel põhimõtetel loodud lahendus oleks kasulik kõigile Eestis IoT valdkonnas tegelevatele ettevõtetele, sest aitaks loobuda kinniste andmesidevõrkude loomisest ning muuta oma lahendused seeläbi kaasaegsemaks ning konkurentsivõimelisemaks.

#### 5.4.2 Inimese interaktsioon TM süsteemi kuuluvate tehniliste süsteemide ning teiste isikutega.

For some time we have been observing how a multitude of heterogeneous devices have become easily available to users. These devices range from tiny personal computers that are worn on the wrist and support private interactions, to public displays, which support interactions for large groups of people. It is not only the work and public environments that become filled with technology. Peoples' homes are also a place where a lot of interactions with diverse digital interfaces take place. A good example for such upcoming future vision of a complex socio-technological ecosystem is a smart house. Our main motivation for the proposed work is the current lack of understanding of how to design applications for the smart house environment. Increasingly, it is the information and not the devices that becomes *the focus* of users' attention. The devices become conduits for information-driven services (Kuniavsky, 2010). Each of these conduits can be used at different points in time and can also be chained together (Hamilton & Wigdor, 2014) depending on the needs of the current activity. Thus, one of the pressing challenges that interaction designers are currently faced with is the need to make the applications they create available on a multitude of devices, such as smartwatches, smartphones, tablets, PCs, and public displays. Acknowledging that we can no longer design applications in isolation and for one specific platform, but instead have a range of devices that our applications can be accessed through, triggers a strong need for new tools supporting the design process. Guided by this understanding, the TLU HCI group has been taking an active part in an ongoing effort foreseeing the design of applications with the intention that they are going to be used on a wide range of devices, often while these devices are combined. This line of work is called the design of distributed user interfaces (DUIs). A DUI is any application interface that can be distributed across different displays, devices, and users engaged in co-located or remote

collaboration (Melchior, 2011). The components of this interface can be distributed across one or more dimensions: input, output, platform, space, and time (Elmqvist, 2011).

The issue with DUIs is that the concept is fuzzy and hard to grasp without reading a large amount of domain-specific literature. It is even harder to understand what are the available options for designing DUIs and how to actually make design ideas tangible.

To address this problem a design pattern language (see Figure 1) has been created and is available at <http://idlab.tlu.ee/patterns>.

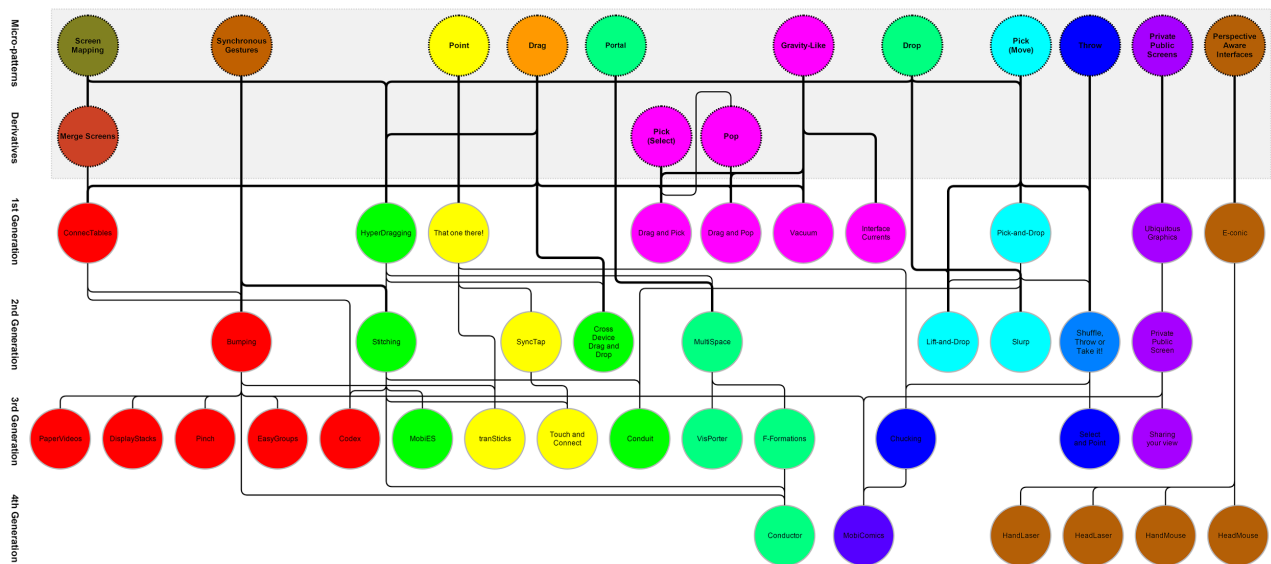


Figure 1: The DUI pattern language

These patterns are meant to serve as building blocks when creating DUIs. The patterns are informed by Activity Theoretical HCI, specifically the Human-Artifact Model (Bødker & Klokmoose, 2011, 2012) and Jan Borchers’s work on design patterns for HCI (Borchers, 2000, 2001). The pattern language is meant to provide a set of building blocks that are informed by theory and user research, increasing the probability that the resulting DUIs will better meet users’ expectations. Figure 1 illustrates the composition of the pattern language. The patterns are colour-coded by families. Each family consists of closely related patterns that can usually be seen as variations. In addition, the patterns are organised by levels. The first level includes micro-patterns, which are the smallest units of interaction that can no longer be broken down into

more basic pieces. The rest of the patterns are seen as alternatives or combinations of these micro-patterns.

While there is ongoing work aimed at assessing the expressiveness of the pattern language for supporting design analysis (through assessing existing DUIs) and design synthesis (through specifying new DUIs), there is a need to create a testing infrastructure for evaluating the patterns and assess them with various user groups for collecting empirical data. This would include measurements of task times, error rates, cognitive load, but also an exploration of how pattern-based DUIs can support shared and collaborative activities and what kinds of user experiences they result in. For this reason the *Rakvere Smart House provides a perfect test bed* that will inspire people to think about scenarios of how a smart house and the technology available in it could be used.

We also see the smart house as a good case for exploring connected health scenarios and applying our DUI pattern language, because it offers an environment filled with technologies that are meant to be present and available to people at extended periods of time when they are in their homes. We draw inspiration from companies like Withings (<http://www.withings.com/eu/en/>), who produces a number of devices aimed at improving people's health and well-being. Ranging from fitness trackers, to smartwatches, to smart scales, to motion cameras with air quality control, to devices that help people gradually wake up and track the quality of sleep, all of them need to be integrated and present the data they collect to people in meaningful and relevant ways. And while Withings mainly foresees data being synchronised and presented through mobile phones, while also gradually exploring smart TVs, we feel there is a possibility to go even further in a smart home context. Thus, our challenge is to understand how to take a holistic ecological approach to designing distributed interactions for the smart house and what designs can emerge from that.

Building on our participation in COST Action TD1405 ENJECT, focusing on joint evaluation of connected health technology, where we lead the working group on technology assessment, we would like to organise *a set of workshops* to explore how the smart house could be used to support connected health and well-being scenarios. We see connected health as a means of delivering relevant and timely information to patients and caregivers, enabling more care in the patient's home, quicker and more accurate communication between different parties, improving health through collecting and analysing data about lifestyle, genetics, and medical factors, and

minimising hospitalisation. We are specifically interested in exploring how this vision can be supported by the smart home environment and what kinds of interactions need to be facilitated. We foresee 2 sets of interlinked activities: research and networking. As part of research we would like to conduct a survey of smart house technologies and related applications for connected health and well-being, define use cases and scenarios based on the smart house environment, apply the DUI pattern language to specify and design applications within the smart house environment, and explore DUI design considerations for the smart house socio-technical ecosystem to *provide better applications for connected health and well-being*. Networking will bring a number of experts from EU by using resources from ENJECT. Each networking workshop will be used for discussing and enhancing the research outcomes from research. We will also compose a *roadmap* that will provide competence center with the future directions of technological and commercial development of future smart house applications linked to health and well-being. Here we will use the synergies with several EU funded research projects that HCI group is currently involved in (notably ENJECT), with activities of the Estonian chapter of CHI organization (including annual HCI summer school), and with other initiatives involving eHealth and connected health. The roadmap document and visibility of the planned events will increase the visibility of the competence center and attract new collaborations with industry. The unique infrastructure of of the competence center can become a new hub for a number of research projects on local, regional and EU level. The work in this direction can lead to bigger grant applications including H2020 funding schemes such as LEIT or Health calls (e.g., SC1-PM-12–2016, eHealth innovation in empowering the patient; and SC1-PM-07–2017, Promoting mental health and well-being in the young).

#### 5.4.3 Inimese heaolu ja tervisekäitumine targas majas

Kuigi ka eelmine alajaotus käsitles olulises osas tervise probleematikat, siis vaadeldi selles tervist kui inimese ja seadmetevahelise interaktsiooni rakendusvaldkonda. Teste sõnadega, fookus ei olnud selles mitte tervise edendamisel, vaid tervise- ja heaolu-alaste mõõtmiste ja otsuste tegemiseks sobivate vahenduskeskkondade loomisel.

Targa maja tehnoloogiate kasutamine üldiste heaolu-stsenaariumite loomisel, sh erinevate inimrühmade jaoks intelligents eelukeskkonna loomine on kujunemas üheks kõige kiiremini

arendatavaks valdkonnaks nagu kinnitavad mitmed sellekohased ülevaateuuringud (Franco et al, 2013; Hage et al., 2013; Adair et al, 2013, Zhu et al., 2015) ning nendes tsiteeritud allikad.

Kui defineerida tarkus teadmiste tulemusliku rakendamisenä, siis on tark pigem kasutaja kui maja, mistõttu tuleb vaadelda inimese ja maja interaktsiooni komplekselt. Maja kui elamise keskkond saab informeerida, st anda inimesele selles viibitud perioodi kohta tagasisidet. Võib-olla saab tervislikkuse aspektist omistada majale algoritmilist käitumist, omades selleks vajalikku sisendinfot (näiteks lülitada televiisor välja kui elanik on selle eest liiga kaua aega veetnud). Tõenäoliselt soovib elanik endale suuremat kontrollivabadust ja soovib omada ülevaadet lähteinformatsioonist. Selles osas võimaldab ca 1/2 elust mööduv keskkond koguda ja vahendada käitumist kujundavaid andmeid. Andmed võivad olla individuaalsed (elanik) ja gruppi tähistavad (elanikud) ning ajas struktureeritud (aastaajad, nädalapäevad). Allpool kirjeldame lühidalt mõningaid võimalusi, millist informatsiooni saaks koguda ja majas olevatele inimestele vahendada.

**Liikumisaktiivsus.** Ruumi jälgivad ja kantavad andurid võimaldavad koguda andmeid kehalise aktiivsuse struktuuri kohta. Näiteks istumise, lamamise, seismise ja liikumise kestvus, ajaline ning ruumiline paigutus ja omavaheline seos, st varasem ja järgnev tegevusliik.

**Uni.** Une aeg, kestvus, kvaliteet (norskamine, hingamine, helifoon jmt).

**Elukeskkonna stressifoon.** Audio-visuaalsete signaalide arv ja intensiivsus, valgustus, helifoon. Meediaseadmete aktiivne ja passiivne kasutamine jmt.

**Bioloogiline tagasiside.** Eristada saab tervena elatud ja kroonilise seisundi jaoks kasulikku informatsiooni ning seostada selle ülejäänud elukeskkonnast kogutud andmetega. Kasutada saab aktiivseid, st kasutaja sekkumist eeldavaid ja passiivseid, st kasutajast sõltumatult registreerivaid mõõteseadmeid. Näiteks vere glükoos, vererõhk, kehakaal, pulss, ajurütmid, ravimite võtmine kuni koduste treeningseadmete või majast väljas toimuvat treeningut monitoorivate seadmetest andmete kogumiseni. Passiivsete seadmete lahendustena on olemas WC's küllastuse ja ainevahetusest lahkunud materjali analüüsi kvantitatiivseid ja kvalitatiivseid analüüsi lahendusi. Olenevalt saadud informatsioonist ja raviprotseduuridest (mis võivad olla nii autonoomselt kui ka tervisespetsialisti poolt kontrollitavad), võib tagasiside olla väljendatud näiteks heli või valgusfooni muudatuste või häälega virtuaalsete agentide abil.



#### 5.4.4 Nutikamad elu- ja õpiviisid semantilise veebi tehnoloogiate toel targas (kooli)majas

See on valdkond, mis on ajalooliselt kõige rohkem TLÜ kompetentsiga seotud ning milles on tegevus olnud kõige laiem ja rahvusvaheliselt kõige rohkem tunnustust leidnud. Lühike TM problemaatikaga seonduv üldine ülevaade on esitatud alajaotuses 4.3.1. Et kõikehõlmava arendusideede esitamine läheks liiga mahukaks, siis käsitleme siinkohal vaid ühte kaugsuhtluses olulist aspekti – usaldust.

This section starts by elucidating the role of trust as a design and engagement framework within a smart house context. Besides this explication, we carry forward our current work on the socio-technical model of trust (Sousa, Lamas, & Dias, 2014) and explain how the different indicators within the model would help in improving the design of smart homes. A smart house is essentially an adaptive and a highly responsive socio-technical system (STS). It is also worth noting at this point that the engineering of a STS such as this is not a mere extension of traditional techniques which are employed to design distributed interfaces or information systems. It is much more of a complex process which takes into account actions or social interactions (also referred to as social capital) between different agents (which here refers to users and their interactions with different components of a smart house). Such an intensive STS is skewed around establishing new forms of interactions and creating configurations which mix technologies, applications, actors and further aggregates actions and behaviours in a common space (Kolko, 2011). For instance, if we consider a smart home for heart patients to carry out their everyday activities, it would essentially involve effective and smooth communication between multiple entities such as cameras, biomedical sensors, social workers, caregivers, doctors and the patient itself. Such an interaction represents an aggregation of organisational, economical and social network services that demand that we learn new rules of behaviour and acquire new notions of ownership and commitments.

To put it simply, within a STS such as a smart house where sharing processes such as creation, distribution, economic trade, consumption of goods and services are inter linked, it is imperative that we focus on new forms of interaction as these ecosystems differ greatly from other conventional STS. A STS such as this can either be built for simple technical transactions or to create more complex usage experiences and hence it is important to focus on how to design such

a complex STS which would have a prime focus on actions of the users that would allow them to enjoy the benefit (or cost) of sharing a value, a good, time or skill within the house (Fukuyama 1995, Light and Miskelly 2014).

There are several important questions which can arise during the interaction of a user with a smart home. These include important questions such as : ***“Why should I use it?”***, ***“When and how can different features be used?”***, ***“What are the benefits of using a smarthouse?”***. It is worth noting at this point that these are important questions which will help in coming up with design principles that can be used to guide the design and layout of smart homes.

These different questions can be answered once a person starts using smart home or smart home features as a test bed. We also need to come up with value based and sustainable design principles for smart homes so as to make our design more robust (Bleviss, 2006; Cockton, 2005). Using trust as a design and engagement frame work can help achieve all of this.

Considering that trust is a key element in a relationship and a home is essentially the most important place for any individual, we need trust to foster feelings of security and control that would eventually lead to technology acceptance and higher engagement. To put this into context, scholarly research (and it is also common sense) has proven that enabling elderly people to remain in their homes as long as possible promotes their wellbeing (Chan et al. 2009; Milligan et al. 2011). To complement this, another research carried by Bowes & McColgan (2006) put forth that the development and the move towards a smart home for elders or ‘Health smart homes’ which includes automation and health advices or monitoring from afar is very important for the wellbeing and can even promote longevity among the elderly people. However, further research is needed so as to design these smart homes and even more extensive research is needed to understand how they are implemented and experienced. This has an important bearing since an important focus of research activities of the HCI group is on health and well-being and this smart home could be used as a test bed so as to further the research within our group.

We also believe that trust acts as a key variable for enabling a good user experience and subsequent levels of higher engagement. (Remember UX cannot be designed, it can be enabled or facilitated). We know that a smart home is essentially a ubiquitous system which involves communication between different devices. It is essential to trust what advises these devices are

giving as if there is no trust, the user would not follow the instructions and then the whole concept of a smart home would become moot.

We also wish to delineate trust from privacy and security (without disregarding the role of these within a smart home context). It is our opinion that privacy and security are highly important from an operational standpoint. However, these alone are not sufficient for a good user experience. Instead, they should be complemented with a more social user-centric approach taking into account affective aspects such as trust (socio-technical model of trust) which incorporate not just the technical aspects but also the social aspects of a user's interaction with and within the smart home.

To further clarify our ideas, we represent them as follows:

**WHAT:** Enabling user experience within a smart home through fostering trust (affective) enabled interactions.

**Scenario of usage:** private homes and home-care assistance.

**Personas:** users with different abilities and needs (e.g., young, aged and disabled).

**How, where and when:** Using the different indicators within the socio-technical model of trust to understand how they relate to trust and engagement within a smart home. Through this, we wish to put forth a set of guidelines to design a smart home, which enables user experience based on affective qualities such as trust (Sousa, Lamas, & Dias, 2014).

Further, we also carry out a SWOT analysis to understand the different advantages and limitations of addressing trust in a smart home within an Estonian context. This is as follows:

- **Possible Strengths of addressing this topic:** The entire concept of a smart home is new, upcoming and would be developing for the years to come. As researchers, we have a unique privilege to use these homes and put forward design principles by using the concept of trust as a design and engagement framework to promote success of these people centric environments, fostering its acceptance which would eventually lead to commitments and engagement.
- **Possible Weakness on addressing this topic:** Trust is a concept which is subjective, can be fuzzy and both hard and sensitive to address. It is also hard to develop and maintaining and sustaining trust is also a challenge. Moreover, since smart homes consist

of multiple sensors working in tandem with each other, a weakness associated with this is that a small failure can have a big impact on the operation of the smarthouse and the subsequent trust levels of the user.

- **Possible Opportunities on addressing this topic:** The use of a social-technical model of trust as a design and engagement framework from a Human computer Interaction perspective would be a novel contribution to the HCI domain and would serve the research interests of the SDT at our university.
- **Possible Threats on addressing this topic:** Misusing the concept and only addressing its operational aspects such as privacy and security. Also, there are always chances of trust breaches happening within a smart house which might affect the trust and engagement of a user with a smart house.

#### 5.4.5 Turvakäitumine targas majas

Nagu alajaotuses 4.3.1 juba mainitud, on turvaprobleemid kõiki tegevussuundi läbivad. Seetõttu on alljärgnevas käsitletud mitte spetsiifilisi turvakäitumise probleeme, vaid üldisi nõudeid ja põhimõtteid, mida peab arvestama mistahes TM lahenduse väljatöötamisel. Need oleksd:

- seadmete, teenuste, programmide turvalisus, ligipääsude reguleerimine – pääsuperiood, õigused, liik (autentimine ja autoriseerimine). Programmide turvalisus (antiviiruse programm, kolmanda osapoole ligipääsu tõkestamine nt tulemüüri, tagaukse loomine süsteemi ülevõtmise korral, varundamine, kõikide tegevuste logimine, küpsiste kasutamine jne). Seadmed ja teenused, mis valitakse tarka maja teenindama, peavad olema avatud lähtekoodiga, et oleks võimalik nendes leida süsteemseid koodivigu, nt. tuvastada tagauksi. Kasutatavad programmid ja seadmed, teenused peaksid tegema ainult seda, mida on spetsifikatsioonis näidatud ja mitte midagi muud (nt. töö käigus avastatavad featuurid, millega tekitatakse andmete leke). Vajadusel tuleb selleks läbi viia valitud seadmete turvaanalüüs ja testimine, vajadusel ka päritolumaa väljauurimine, et tagada tegelikkuses ka ISO/IEC 29100 standarditele sobivate lahenduste kasutamine. Seadmetes olevat konfiguratsiooni peab saama varundada. Samuti tuleb määrata seadmete toimimise osas perimeeter (millises alas nad andmeid koguvad ja kellelt). Määrata tuleb ära ka seadmete käideldatavuse standardid (mis juhtub siis kui mingi seadme osa ei tööta enam korrektselt, veateated, signaalid);

- infokanali (WiFi, mobiilne internet, sinihammas, rfid jms) turvalisus, krüpteerimisvõimalused. Targas majas tuleb selgitada lahti OSI mudeli alusel kogu süsteemi arhitektuur ja turvalisus. Kasutades keskseid lahendusi, pannakse omavahel erinevad seadmed suhtlema. Selleks kasutatakse valitud ühendamise ja andmete sisestamise standardeid (krüpteerimises). Samas anname aru, et erinevad seadmed kasutavad erinevaid lahendusi ja võimalusi andmeid liigutada. Potentsiaalselt luuakse keskse lahenduse läbi kaheastmeline autentimise süsteem nagu on näiteks Eestis X-tee lahendus. See tagab võimaluse keskselt kontrollida ja ohu korral katkestada kompromiteeritud seadmega ühendus. Samas tuleb leida lahendus, kuidas üksteisest sõltuvuses olevaid funktsioone töös hoida. Tuleb kasutada infokanalis toimuva vahel tule müüri ja andmete liigutamisel nt VPN lahendust, mis tõkestaks kolmanda osapoole seadmetel või teenustel keskseadmega, andmekogujatega kui ka andmete kuvajatega suhtluse. Näiteks on see oluline ummistusründe, pealtkuulamise kui ka valeandmete esitamise (kuvamise vastu lõppkasutajaseadmes) vastu;
- andmete turvaline hoidmine ja ligipääs. Kuna targas majas kogutavad andmed võivad asuda vaheseadmetes või ka keskseadmes (nt. väline pilveserver), siis tuleb rakendada andmete kaitsmiseks erinevaid tõkiseid (füüsilisest virtuaalseteni) ja määrata ära varundamine ja hoiustamise strateegiad, samuti peavad olema loodud võimalused vajadusel üle anda kogu lahendus järgmisele pakkujale või süsteemi lõpetamise korral andmete üleandmine lõpptarbijale. Samas tuleb tagada süsteemis olevate seadmete omavaheline töö nt. tunnelilahenduste abil (nt VPN). Paika on sätitud andmete varundamine, hoiustamine ja ligipääsud;
- saadud andmete analüüsi ja selle tulemust puudutavad otsused ning nende kuvamine, inimfaktor ja eetilised küsimused, manipulatsioon. Teema on oluline, kuna loodavad maatriksid on loodud inimeste poolt, seega võivad olla kallutatud. Inimfaktor andmete analüüsis või kuvamise etapis võib luua olukorra, kus väikesed muutused süsteemis ühele või teisele poole loovad kasu saamise võimaluse, mida klient ei märka. Näide: timmides temperatuuri +24 kraadile +26 asemel loome ühelt poolt võimaluse aktiivsemaks tööks ja hoiame majas kokku ressursse (kuluv energia). Kui kliendile kuvatakse tablool kõrgem temperatuur, siis võiks seda nimetada ka positiivseks manipuleerimiseks, mida tark maja võimaldab. Samas kui olukord oleks vastupidine, kus 24 kraadi asemel tegelikkuses töötab maja 26 kraadi peal – inimeses tekib stress, energiakulu on suurem, tööd tehakse vähem.

Kasu saab energiat pakkuv ettevõtte. Kui energiat pakkuv ettevõtte oleks vastutav targas majas toimuva targa energialahenduse pakkumise eest, siis ebaeetiline ettevõtte võib sellist olukorda ära kasutada oma kasumi kasvatamiseks;

- privaatsuse küsimused. Targas majas elavad inimesed arvestavad ja mõistavad, milliseid andmeid kogutakse. Samas tarka maja külastavad ka teised, seega tuleks luua võimalus anonüümseks jääda; nt. tarka maja külastavad külalised, teenindajad peaksid jääma teenuste profiilis anonüümseteks. Samas on mõistetav, et turvalisuse eesmärgil soovitakse võõraste liikumist, neid puudutavaid andmeid koguda ja analüüsida – näiteks tark maja annab sissetungijast teada või tulevikus võiks olla energia-liikumise jms profiili alusel võimalik inimest tuvastada ja ka maailmast otsida (määrata sarnase profiiliga isiku asukoht). Samas selle kohta puuduvad hetkel vajalikud toetavad kui ka keelavad õigusaktid. Pigem olemasolev seadusandlus keelaks targa maja külastamise, sest tagatud ei ole seda külastava inimese privaatsus. Võimalik, et selleks tuleb panna üles ohumärgid “tark maja” nagu on praegu avatud keskkondades üleval videokaameraid puudutavad hoiatusmärgid. Samas videovalve on lubatud ainult avalikel pindadel kindlate reeglite alusel, eravalduses on lugu keerulisem. Ka sellega tuleb siin tegeleda – uurida ja mõista olemasolevat seadusandlust kui ka vajadusel luua uusi lubavaid ja reguleerivaid võimalusi;
- targa maja turvalahendused peavad arvestama erinevustega, mis puudutavad lapsi, täiskasvanuid, vanureid, koduloomi, teenindajaid, külalisi kui ka tulevikus vajadusel roboteid.

#### 5.4.6 IT Villa OÜ uue sisend/väljund mooduli IT5888 uue versiooni testimine ja selle põhjal näidislahenduste loomine.

Koostöö ettevõttega IT Villa on üheks projektiideeks pakutud eelkõige seetõttu, et selle ettevõtte TM lahenduste (vt Lisa 2) kontseptsioon on väga lähedane sellele, milleni on jõutud käesoleva uuringu käigus.

IT Villa OÜ projekteerib ja tootab automaatikalahenduste tarbeks erineva võimekusega sisend/väljund mooduleid. Praegusel hetkel on kavandamisel mooduli uus versioon, kus plaanitakse võtta kasutusele USR IOT (<http://www.usriot.com/>) toodetud ethernet-serial moodul USR-K3 (<http://www.usriot.com/Product/129.html>), mis sisaldab ühe uuendusena Modbus proxy

tarkvara võimaldades kontrollerial suhelda sisend/väljund mooduliga üle Modbus TCP protokolliga. Varasemad lahendused võimaldasid vaid ModbusRTU/TCP protokolliga, mis on kontrolleri tarkvara loomise seisukohast vaadates keerulisem.

TLÜ digitehnoloogiate instituudil on varasemast olemas oskusteave IT5888 sisend/väljund mooduli kasutamiseks ja selle liidestamiseks erinevate kontrollritega. ModbusRTU/TCP protokolliga kasutuselevõtmine võimaldab IT5888 uut sisend/väljund moodulit kasutada näiteotstarbelise riistvarana ModbusRTU/TCP protokolliga kasutatavate lahenduste loomisel.

Sedalaadi näitelahendused demonstreeriks avatud riistvara ja tarkvaraprotokollide kooskasutamist tõeliselt avatud hooneautomaatikasüsteemide loomisel.

## 6. Katsetamine ja testimine

### 6.1 Esialgse lahenduse loomise või selle põhimõttelise katsetamise võimalused

Esimeseks testiobjektiks oleme valinud *Node-RED* tarkvara (<http://nodered.org>) sobivuse testimise Targa Maja lahenduste loomiseks.

Node-REDil on mugav graafiline keskkond anduritelt, taimerilt, veebist ja failidest saadava teabe põhjal täiturite juhtimiseks ja käskude jagamiseks, mis võiks lihtsustada ka kodukasutajal oma süsteemi konfigureerimist ise programmeerijaks hakkamata. Andmegruppe ja -logisid saab kasutada ja hallata *ioBrokeri*-nimelise NodeREDiga kokkusobivaks ehitatava tarkvaraga. Lihtsamaid süsteeme on lahendusega mugav juhtida. Samas graafilise pildi keerukus kasvab kiiresti, kui algoritmid keerukamateks muutuvad ning seadmete arv kasvab. Hoiatavaks näiteks on võrdlused *SUN Java Studio* ning *Microsofti MashUp* tarkvaraga, mis algul mugava graafilise kasutajaliidese tõttu said suure poolehoidu, kuid mõne aja pärast võeti arendusest maha süsteemi kasvava keerukuse tõttu. NodeREDi üheks probleemiks on ka suhteliselt suur mäluvajadus (>64MB), mis takistab tema kasutamist levinud ja töökindlas *OLinuxino* kontrollieris.

### 6.2 Ettevõtete poolt pakutavate toodete või teenuste katsetamine

Digitehnoloogiate instituudis katsetati õppetöö käigus, praktikatööde raames ning eraldi lahenduste juures mitmefunktsionaalset Eestis toodetavat kontrollierit DC 5888-2 (<http://www.droid4control.com/>), kasutades seda TCP-ühenduse kaudu. Erinevalt tootja infrastruktuuris tavalisena olevast *Modbus*-ühendusest tulid välja mõned erijuhtumid, millele said koos tootjaga sobivad lahendused leitud. Tulemusena on seade töökindlalt pruugitav erisuguste võrguühenduste korral. Tegemist on hetkeolukorras maailmas suhteliselt unikaalse IO-mooduliga, mille abil saab mitmesuguse tarkvaraga mugavalt juhtida eri pinge- ja



vooluvahemikke arvestavaid seadmeid ning lugeda andureid, kus on isetaastuvad kaitsmed ülekoormuste vastu ning mis sealjuures on kättesaadavad kodukasutajale jõukohase hinna eest.

Koostöös Elioniga räägiti läbi võimalused nende kodujuhtimise seadmete valiku laiendamiseks nutipistiku sisse- ja väljalülitamiskäskude kaudu info edastamiseks teistele süsteemidele (näiteks arvulise väärtuse järgi keskküttakraani asendi määramiseks). Samuti tagasituleva info Elioni süsteemi sisestamiseks nutipistikut läbiva voolutugevuse kaudu. Teoreetiline analüüs näitab, et nõnda on seadmete valiku laiendamine ja süsteemi avamine välistele komponentidele võimalik. Tegelik prototüübi loomine ning info ülekandemahu ja töökindluse testimine on aga plaanis 2016. aasta kevadel. Järgnevalt anname lühiülevaate eelmisel ja käesoleval õppeaastal TM temaatikast TLÜ-s teostatud/teostatavatest üliõpilastöödest.

- 1) Karmo Lugima. Rakvere "Targa Maja" käsipuude LED valguse juhtimine vastavalt kriteeriumitele

Targa maja trepikäsipuudele on paigutatud RGB LED-ribad, millede abil saab neid toonida vastavalt juhtiva programmi jagatavatele käskudele. Üliõpilastöö ülesandeks on anda ülevaade kasutatavatest seadmetest, nende juhtimise võimalustest ning koostada näitprogrammid erisuguste majaga seotud sündmustele reageerimise jaoks - toimuvad ettevõtmised ja nende ajakava, inimeste arv majas jm.

- 2) Henri Ruut. Rakvere Targa maja põrandavalgustuse juhtimine

Targa maja saalipõrand võimaldab detailselt juhtida lampe põrandate all. Üliõpilastööde käigus uuritakse võimalusi siduda valgustust saalis kõlava muusikaga. Samuti toetada põrandavalgustusega saalis toimuvaid ettevõtmisi, muuhulgas reageerida volikogu istungite hääletustulemustele.

- 3) Martin Geherman. Keldri niiskusrežiimi optimaalne tasakaalus hoidmine ventilaatori ning küttekeha juhtimise abil

Õhu sobivas suunas liigutamine on enamasti tunduvalt vähem energiakulukas tegevus kui õhu soojendamine. Välis- ja sisetemperatuuri ja suhtelist niiskust mõõtes on võimalik automaatselt leida olukorrad, kus niiskusrežiimi saab sobivaks sättida õhku soovitud suunas liigutades ning alles varulahendusena kasutada küttekeha suhtelise niiskuse vähendamiseks. Üliõpilastöö käigus arvutatakse EMHIlt saadud andmete põhjal näitolukorrad ja nende sagedused, kus ventilaatoriga

on mõistlik niiskusrežiimi korrastada ning koostatakse prototüüp, mille abil lahenduse otstarbekust proovitakse.

#### 4) Karl Talumäe. Wifi-võrgus toimivate andurite loomine ja seadistamine

2015. aastal tulid turule ESP-12 8266 WiFi moodulid, mis oma suhteliselt soodsa hinna (3-5 eurot) ja vähese energiakulu juures suudavad vahendada anduritelt saadavat infot ning saata selle keskserverisse. Sellised seadmed võimaldavad WiFi võrguga kaetud territooriumil mugavalt ja juhtmevabalt paika sättida andureid ja täitureid. Moodulite tarkvara on veel arendusjärgus, nii et selle kasutamisel esineb dokumenteerimata tõrkeid, samas sobivate lahenduste kombineerimisel on võimalik neist tõrgetest üle saada ning töökindel süsteem püsti panna. Üliõpilastöös uuritakse ja katsetataksegi vastavaid lahendusi.

#### 5) Praktika grupitöö – *Azure IoT* abil valgustuse ja niiskuse monitooring

Koos Windows 10ga tuli kaasa Asjade Interneti alast tegevust toetav *Azure IoT*. Praktikotöö käigus katsetati selle kasutatavust ja mugavust *Raspberry Pi* külge ühendatud andurite juurest tuleva info talletamisel ning saadud andmestikust kokkuvõtete kuvamisel *Angular.js* abil. Koostati prototüüp, mis näitas välja alles areneva süsteemi mõned keerukused ning samas demonstreeris, et tehnoloogia täiesti sobib oludest reaajas ülevaate saamiseks.

#### 6) Praktika grupitöö – kuumavee boileri juhtmine vastavalt temperatuuridele boileris ning elektri hinnale

Grupitöö käigus arutati välja elektrienergiale kuluvad summad vastavalt börsihindadele, boilerisuurustele ning kasutusmustritele. Koostati prototüüp, kus mõõdeti boileri sisekesta temperatuuri nelja anduriga ning saadud andmete põhjal lülitati boileri küttekeha sisse ja välja.

### 6.3 Tarkvara, seadmete ja vahendite ning võimalike prototüüpide katsetamise peamised suunad ja põhimõtted edasisteks projektideks

Tarkvara poolest püüab TLÜ võrdsete valikute puhul võimaluse korral kasutada vaba ja avatud lähtekoodiga tarkvara võimalusi. Seadmete kasutamise ja prototüüpide loomise suunal on eelistatud tegevused, mis haakuvad TLÜ digitehnoloogiate instituudi, sh selle haridustehnoloogia

keskuse suundadega. Samuti on sellistes suundades projektidest enam kasu TLÜ jaoks prioriteetsete valdkondade arengule. Partneritena saab arendusprojektidesse kaasata ka Haapsalu kolledži robotikalabori ning sotsiotehniliste teadmiste poolest Haapsalu kolledži liikluskasvatuse ja tervisekasvatused suunad – mõlemil neist on hulgaliselt aspekte, kus automaatikalahendused suudavad elu turvalisemaks ja mugavamaks muuta. Tervisekasvatuse suuna partneriks on Haapsalu rehabilitatsioonikeskus, kes on palju teinud oma patsientidele liikumis- ja töövõime parandamiseks, kuid kes on valmis oma taristus katsetama ja sinna tellima ka automaatikalahendusi.

## 7. Kokkuvõte

Käesolev uuringukokkuvõte on koostatud Tallinna Ülikooli ja SA Virumaa Kompetentsikeskus vahel sõlmitud koostöölepingu alusel läbiviidud uuringu põhjal. Selle autorid on põhiosas TLÜ digitehnoloogiate instituudi töötajad ning ta tugineb suuresti nende senisele akadeemilisele tegevusele. Kuigi TM temaatika on sätestatud instituudi arengukavas rakendusinformaatika akadeemilise tegevussuuna prioriteedina, osalevad selle valdkonna-alases akadeemilises tegevuses ka teistes akadeemilistes suundades – eelkõige inimese ja arvuti interaktsiooni ning digitaalsete õpiökosüsteemide akadeemilistes suundades – töötavad kolleegid ning üliõpilased.

Oleme seisukohal, et suurima potentsiaaliga on TM temaatika käsitlemisel keskendumine hoones asuvate inimeste vajaduste rahuldamisele ning vastavate tehnoloogiliste lahenduste ja teenuste väljatöötamisele. Meile ei ole teada teisi akadeemilisi asutusi, kes edendaks seda valdkonda niivõrd komplekselt ja sellise sügavusega, nagu seda on ülalpool välja pakutud. Seetõttu tagaks selle valdkonna süstemaatiline ja jõuline edendamine selge eristumise teistest akadeemilistest asutustest ja looks head eeldused rahvusvaheliselt juhtivaks asutuseks saamiseks.

Kuna TLÜ digitehnoloogiate instituut lähtub oma akadeemilises tegevuses paindlike (agiilsete) arendusmetoodikate põhimõtetest, siis on ülalpool keskendunud eelkõige meie arvates esmast lahendamist vajavatele probleemidele ning edasine tegevus toimuks vastavalt saadud kogemustele ning antud ajaks kujunenud prioriteetidele ja suundumustele.

## Kasutatud kirjandus

1. Adair, B., Miller, K., Ozanne, E., Hansen, R., Pearce, A. J., Santamaria, N., ... & Said, C. M. (2013). Smart-Home Technologies to Assist Older People to Live Well at Home. *Journal of Aging Science*
2. Bødker, S., & Klokmoose, C. N. (2011). The Human–Artifact Model: An Activity Theoretical Approach to Artifact Ecologies. doi:10.1080/07370024.2011.626709
3. Bødker, S., & Klokmoose, C. N. (2012). Preparing Students for (Inter-) Action with Activity Theory. Retrieved from <http://ijdesign.org/ojs/index.php/IJDesign/article/view/972>
4. Borchers, J. O. (2000). A pattern approach to interaction design. doi:10.1145/347642.347795
5. Borchers, J. O. (2001). A Pattern Approach to Interaction Design. Retrieved from <http://www.amazon.com/dp/0471498289/>
6. Franco, C., Diot, B., Fleury, A., Demongeot, J., & Vuillerme, N. (2013). Ambient Assistive Healthcare and Wellness Management—Is “The Wisdom of the Body” Transposable to One’s Home?. In *Inclusive Society: Health and Wellbeing in the Community, and Care at Home* (pp. 143-150). Springer Berlin Heidelberg
7. Hage, E., Roo, J. P., van Offenbeek, M. A., & Boonstra, A. (2013). Implementation factors and their effect on e-Health service adoption in rural communities: a systematic literature review. *BMC health services research*, 13(1), 19
8. Hamilton, P., & Wigdor, D. J. (2014). Conductor: enabling and understanding cross-device interaction. doi:10.1145/2556288.2557170
9. Harper, Richard (ed., 2003). *Inside the Smart Home*. Springer Verlag London Berlin Heidelberg. ISBN 1-85233-688-9.
10. Konrad, K., Markard, J., Truffer, B. (2006). Analysing the interaction of an innovation field and its context for exploring different innovation pathways: the case of Smart Building. The SPRU 40<sup>th</sup> Anniversary Conference: The Future of Science, Technology & Innovation Policy: Linking Research and Practice, September 11-13, 2006, Brighton.

11. Kuniavsky, M. (2010). Smart Things: Ubiquitous Computing User Experience Design. Retrieved from <http://www.amazon.com/Smart-Things-Ubiquitous-Experience-ebook/dp/B004DERCZ0>
12. Melchior, J. (2011). Distributed user interfaces in space and time. doi:10.1145/1996461.1996544
13. Miller, Michael (2015). The Internet of Things. How Smart TVs, Smart Cars, Smart Homes, and Smart Cities Are Changing the World. Pearson Education, Inc. ISBN 978-0-7897-5400-4.
14. Muuli, V. (toimetaja, 2014). Evaluation of Research in Civil Engineering in Estonia 2008-2012. Evaluation Report 3/2014. ISBN 978-9949-9512-3.
15. Wang, J.-F., Chen, B.-W., Fan, W.-K., Li, C.-H. (2012). Emotion-Aware Assistive System for Humanistic Care Based on the Orange Computing Concept. Applied Computational Intelligence and Soft Computing. <http://www.hindawi.com/journals/acisc/2012/183610/>
16. Zhu, N., Diethel, T., Camplani, M., Tao, L., Burrows, A., Twomey, N., ... & Craddock, I. (2015). Bridging e-Health and the Internet of Things: The SPHERE Project. Intelligent Systems, IEEE, 30(4), 39-46
17. Zimmerman, J., Forlizzi, J., & Evenson, S. (2007). Research through design as a method for interaction design research in HCI (pp. 493–502). Presented at the Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, New York, NY, USA: ACM. <http://doi.org/10.1145/1240624.1240704>

## Lisa 1. Levinumad kasutatavad tehnoloogiad ja standardid

**1-Wire** (<https://www.maximintegrated.com/en/products/digital/one-wire.html>) - *Dallas Semiconductor Corp.* (praegu *Maxim Integrated Products*) poolt loodud seadmetevaheline andmevahetusstandard. Kasutatakse enamasti lihtsate seadmete nagu temperatuurisensorid, pinge ja voolutugevuse sensorid jne. juures. Nimekiri *Maxim Integrated Products* poolt toodetavatest *1-Wire* seadmetest: [https://www.maximintegrated.com/en/pl\\_list.cfm/filter/21](https://www.maximintegrated.com/en/pl_list.cfm/filter/21)

**BACnet** (<http://www.bacnet.org/>) - Hooneautomaatika juhtimiseks loodud kommunikatsiooniprotokoll (ISO 16484-5). Standardi arendamist ja juurutamist haldab *BACnet International* (<http://www.bacnetinternational.net/>) katusorganisatsioon, mille andmetel toodavad standardile vastavaid seadmeid 116 erinevat ettevõtet.

**DMX/DMX512** - Valgustuse juhtimiseks loodud digitaalse andmesidevõrgu standard (USITT DMX512-A).

**EnOcean** (<https://www.enocean.com/en/home/>) - Juhtmevaba kommunikatsiooni (standard: ISO/IEC 14543-3-10) ja energiakogumistehnoloogia, mis kasutab keskkonnas saadaolevat mehhaanilist liikumist, valgusenergiat ja temperatuurivahesid elektrienergia genereerimiseks, et toita süsteemiga ühendatud sensoreid ja aktuaatoreid ning võimaldada nende vahelist andmesidet. Tehnoloogiat haldab *EnOcean Alliance* (<https://www.enocean-alliance.org/en/home/>) katusorganisatsioon.

**HDL-Bus** - *HDL* (<http://www.hdlautomation.com/>) automaatikasüsteemide sideprotokoll, mis kasutab andurite ja täiturite vahelises sides RS-485 sideprotokolliga ja kasutajaliidest pakkuva keskseadme jaoks TCP/IP protokolliga.

**KNX** (<http://knx.org>) - *KNX* on hooneautomaatika sidevõrgu protokolliga standard (ISO/IEC 14543). Tegemist on OSI mudelit järgiva sidevõrgu protokolliga, mis toetab mitmeid erinevaid sidekanaleid ja suurt hulka seadmeid. *KNX* standardit haldab *KNX Association*

katusorganisatsioon, mille andmetel on *KNX* standardile vastavate seadmete tootjaid maailmas praegusel hetkel 396 (<http://www.knx.org/knx-en/community/manufacturers/list/index.php>).

**LonWorks** - *Echelon Corporation*'i poolt loodud tehnoloogiaplattform ja sideprotokoll (standard: ISO/IEC 14908) hooneautomaatika juhtimiseks. Katusorganisatsiooniks *LonMark International* (<http://www.lonmark.org/>), mille andmetel on standardile vastavate seadmete tootjaid 45 ja erinevaid tooteid 518 ([http://www.lonmark.org/certifications/device\\_certification/product\\_catalog/](http://www.lonmark.org/certifications/device_certification/product_catalog/)).

**Modbus** (<http://www.modbus.org/specs.php>) - *Modbus* on kommunikatsiooniprotokoll, mida kasutatakse tööstuslike automaatikalahenduste juures. Protokoll on laialt kasutuses peamiselt oma lihtsuse ja töökindluse tõttu. Protokollit arendamist haldab *Modbus Organization* (<http://www.modbus.org/>)

**RS-232** - RS-232 on Telekommunikatsioonitööstuse Ühingu (TIA - *Telecommunications Industry Association*) poolt heakskiidetud andmeside ja andmesideliideste standard, mis defineerib liidesed ja andmeside parameetrid lõppseadme ja andmesideseadme vahel.

**RS-485** - RS-485 on Telekommunikatsioonitööstuse Ühingu (TIA - *Telecommunications Industry Association*) poolt heakskiidetud hulkpunkt-sideliinide standard, mis defineerib andmesideühenduse füüsilise kihi. Kommunikatsiooniprotokoll ei ole defineeritud, kuid sageli kasutatakse modbus-i.

**ZigBee** - *ZigBee* on juhtmevaba silmusvõrgu (mesh network) tehnoloogia, mis põhineb IEEE 802.15.4 standardil. *ZigBee* standardit haldab *ZigBee Alliance* (<http://www.zigbee.org/>), mille liikmete hulka kuulub ligikaudu 450 erinevat organisatsiooni, *ZigBee* ametlikku sertifikaati omab 904 toodet.

**Z-Wave** (<http://www.z-wave.com>) - *Z-Wave* on koduautomaatika juhtimiseks loodud juhtmevaba andmeside spetsifikatsioon. Spetsifikatsiooni haldab ja arendab *Z-Wave Alliance* (<http://z-wavealliance.org/>). *Z-Wave* spetsifikatsioonile vastavaid seadmeid toodavad üle 325 ettevõtte.

## Lisa 2. Targa Maja ja hooneautomaatika lahendusi pakuvad ettevõtted Eestis

### **IT Villa OÜ (<http://www.itvilla.ee>)**

#### Pakutavad lahendused

**Kaugmonitooring.** Kasutatakse **UniSCADA** (<http://uniflex.ee/products/teenused/uniscada/>) kaughaldus-, monitooringu- ja andmekogumissüsteemi. Süsteem tagab traditsioonilise SCADA funktsionaalsuse interneti pakutavaid võimalusi ära kasutades. Kohandatakse vastavalt monitooritavale objektile. Internetipõhine lahendus, mille side toimub üle TCP/IP (*Transmission Control Protocol over Internet Protocol*) protokoll. Sidekanaliks monitooritava objekti kontrolleri ja monitooringuserveri vahel sobib suvaline internetiühendus sh. GPRS (*General Packet Radio Service*) või mõni muu madala ühenduskiirusega kanal. Monitooringuserverit peab üleval teenusepakkuja ja annab kliendile sinna ligipääsu läbi veebisirvija või Android-nutitelefoniga lahenduse. Lisaks monitoorimisele võimaldab teenus ka objektide kaugjuhtimist, kui objektide automaatikakontrollerid seda võimaldavad. Teenuse kasutamiseks on vajalik, et automaatikakontroller oleks vabalt programmeeritav.

**Tehnosüsteemide automaatjuhtimine.** Ettevõtte pakub valmislahendusi (konkreetselt objektile kohandamisvõimalusega) pumplate, küttesüsteemide ja valgustuse automaatjuhtimiseks. Pakutavate süsteemide juures on prioritseeritud alamsüsteemide omavahelist infovahetust ja võimekust süsteemide tegevust logida. Logimiseks kasutatakse SNMP (<https://tools.ietf.org/html/rfc1157>) ja *syslog* (<https://tools.ietf.org/html/rfc5424>) protokolle, logide jälgimiseks on võimalik neid esitada RSS (<http://www.rssboard.org/rss-specification>) vormingus.

**Iseseisvate tehnosüsteemide integreerimine.** Ettevõtte pakub lahendust olemasolevate seadmete ühendamiseks ühtsesse koostöötavasse süsteemi, mis kasutab sisendinfona lisasensorite poolt edastatavat informatsiooni süsteemi alamkomponentide töö juhtimiseks. Nii saavutatakse efektiivsem tulemus kui süsteemi komponentide iseseisva töö puhul, kus võib tekkida olukord, et komponendid töötavad teineteise vastu (näiteks kütte- ja jahutussüsteem). Seadmete ühendamiseks keskkontrolleriga saab kasutada RS-232 (<http://www.arcelect.com/rs232.htm>) ja RS-485



(standard: ANSI/TIA/EIA-485-A-1998) järjestikliideseid, eeldusel, et seadmetel on need liidesed olemas. Kui seadmed on juhtivad infrapunasiignaale saatva puldiga, siis on järjestikliideste puudumisel võimalik kasutada infrapunaliideste saate- ja vastuvõtumoduleid. Seadmete sisse- ja väljalülitamiseks sobivad juhtkontrolleri poolt lülitatavad releed. Kui süsteem eeldab ajaprofiilide olemasolu, siis on nende seadistamiseks võimalik kasutada *Google Calendar*'i rakendust.

## Seadmed

**Barix AG automaatikakontrollerid** (<http://www.barix.com/products/barionet-family/>).

- o **Barix Barionet 50.** Basic-keeles programmeeritav automaatikakontroller, mis on varustatud kaheksa I/O-kanaliga (4 DI, 4 DO). Andmesideliidesed RS-485, RS-232, 1-wire (<https://www.maximintegrated.com/en/app-notes/index.mvp/id/3925>), 10/100BaseT (Ethernet). Paigaldatav DIN-liistule, laius 6 moodulit. Toide 9...24V DC
- o **Barix Barionet 100.** Basic-keeles programmeeritav automaatikakontroller, mis on varustatud 14 I/O-kanaliga (4 AI, 4 DI, 6 DO). Andmesideliidesed RS-485, RS-232, 1-wire, 10/100BaseT (Ethernet). 256 kB RAM, flash 512 MB. Paigaldatav DIN-liistule, laius 6 moodulit. Toide 9...24V DC.

**Droid4Controll sisend/väljund moodulid** (<http://www.droid4control.com/>).

- o **I/O-moodul IT5888-4X.** ModbusRTU-suhtlusprotokolli ([http://www.modbus.org/docs/Modbus\\_Application\\_Protocol\\_V1\\_1b3.pdf](http://www.modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b3.pdf)) toetav 24 kanaliga (8 AI, 8 DI, 8 DO) sisend-väljundmoodul. Andmesideliidesed RS485, 1-wire, 10/100BaseT (Ethernet). Paigaldatav DIN-liistule, laius 6 moodulit. Toide 5V või 7...36V DC (viimasel juhul võimaldab 5V 1A väljundit). Sisend/väljund mooduli kontrolleriks sobib Linuxi operatsioonisüsteemiga RaspberryPi, OlinuXino või muu pisiarvuti. Soovitavaks programmeerimiskeeleks Python või Java.
- o **I/O-moodul IT5888-4.** ModbusRTU-suhtlusprotokolli toetav 24 kanaliga (8AI, 8DI, 8 DO) sisend-väljundmoodul. Andmesideliidesed RS485, TTL UART, 1-wire. Paigaldatav DIN-liistule, laius 6 moodulit. Toide 5V või 7...36V DC (viimasel juhul võimaldab 5V 1A väljundit). Sisend/väljund mooduli kontrolleriks sobib Linuxi operatsioonisüsteemiga *RaspberryPi*, *OlinuXino* või muu pisiarvuti samuti Androidi-põhine nutitelefoni. Soovitavaks programmeerimiskeeleks Python või Java.

- o **I/O-moodul IT5504.** Kolmekanaliline DI- ja loendimoodul (*ModbusRTU Slave*) toitepingele 12V DC. Väljastab 5V 1A toidet. Andmesideliides RS-485. Paigaldatav DIN-siinile, laius 1 moodul.
- o **I/O-moodul IT5003.** Kolmekanaliline DI- ja loendimoodul (*ModbusRTU Slave*) toitepingele 12V DC. Andmesideliidesed RS-485. Paigaldatav DIN-siinile, laius 1 moodul.

## **AS Eesti Telekom (<https://www.telekom.ee>)**

### Pakutavad lahendused

**Kodujuhtimine** (<https://www.telekom.ee/era/muud-teenused/kodujuhtimine>). Teenus võimaldab pakutavaid seadmeid kombineerides luua integreeritud kodu jälgimis ja juhtimissüsteemi. Seadmed kasutavad kontrolleriga (kodujuhtimise keskus) suhtlemiseks IEEE 802.15.4 standardil (<https://standards.ieee.org/getieee802/download/802.15.4-2011.pdf>) põhinevat *ZigBee* tehnoloogiat (<http://www.zigbee.org/>). Süsteem on juhitud läbi AS Eesti Telekomis veebikeskkonna (<https://www.elion.ee/kodujuhtimine/login>), kuid internetiteenusepakkujast sõltumatu. Veebikeskkonnas saab kasutaja jälgida erinevate seadmete poolt tagastatavaid andmeid, samuti luua reegleid seadmete sisse/välja lülitamiseks või teavituste saatmiseks. Süsteemi arendaja on *Yoga AS* (<http://www.yogasystems.com/>).

### Seadmed

**Kodujuhtimise keskus.** Süsteemi keskseade, mis ühendab teisi süsteemi seadmeid teenusepakkuja keskserveriga, mis muuhulgas pakub kasutajaliidsest. Kodujuhtimise keskus ühendub internetiruuteriga Ethernet kaabli abil või üle turvatud WiFi võrgu. Seadmel on ka sisseehitatud mobiilinterneti võimaldav moodul (GPRS) töötamiseks püsiühenduse katkemise puhul. Samuti on seade varustatud akuga volukatkestuste korraks. Keskseadmega saab ühendada kuni 20 andurit (v.a. kaamerad).

**Kaamera.** Erinevalt teistest komplekti seadmetest ei ühendu kodujuhtimise keskusega, vaid otse teenusepakkuja serveriga. Ühendatakse ruuteriga üle turvatud WiFi võrgu või Etherneti kaabli abil. Kaamera toetab IEEE 802.11b/g ühenduse standardit ning WPA-/WPA2-PSK, WPA-/WPA2-Enterprise, WEP turvastandardeid. Video formaat vaadates arvutist h264, resolutsioon

640x480 pikslit, 15 kaadrit sekundis; formaat mobiilis mjpeg, resolutsioon 320x240 pikslit, 5 kaadrit sekundis; formaat salvestusteenuse puhul on mp4. Vajalik üleslaadimiskiirus ühe kaamera kohta on 1Mbit/s. Toide vooluadapteriga.

**Liikumisandur.** Edastab temperatuuri, valgustugevust ja signaali liikumise toimumise kohta. Toide patareidega (AAA).

**Akna- ja ukseandur.** Edastab temperatuuri ja signaali anduri oleku kohta (magnetandur). Toide patareidega (AAA).

**Suitsuandur.** Edastab temperatuuri ja signaali häire kohta. Seadmel on ka iseseisev helialarm, mis aktiveerub koos häiresignaali saatmisega. Toide patareiga (6LR61).

**Valvestuspult.** Edastab kodujuhtimiskeskusele signaali koduvalve sisse/välja lülitamiseks (sisuliselt aktiveeritakse/deaktiveeritakse eelseadistatud reegleid teavituste saatmiseks). Lisaks on võimalik kasutada paanikanuppu eelseadistatud paanikahäire käivitamiseks ning kontrollida puldi sisenemist ja väljumist kodujuhtimise keskuse leviulatusest. Toide patareidega (AAA).

**Nutipistik.** Lülitab voolupistikut sisse/välja, edastab infot pistikusse ühendatud seadme voolutarbimise kohta. Toimib kogu süsteemis levipikendajana (järgur).

**Elektritarbimise lugeja.** Loeb elektriarvesti optilist väljundit (nii LED kui IR) ning edastab loetud väärtuse kodujuhtimise keskusele. Toide patareidega (AA).

**Nutirelee.** Ühefaasiline relee, kinnitub DIN liistule. Võimaldab liini pingestada või pinge alt maha võtta. Edastab infot liinile ühendatud seadmete voolutarbimise kohta. Toimib kogu süsteemis levipikendajana (järgur).

## **InDome OÜ (<http://www.indome.ee>)**

### Pakutavad lahendused

**Kodujuhtimine.** Ettevõtte pakub keskseadmeid, andureid ja kontrollmoduleid koduste elektriseadmete integreerimiseks ja juhtimiseks. Pakutavad seadmed kuuluvad *Fibar Group*'i *Fibaro* (<http://www.fibaro.com/ee>) tootesarja. Andmevahetus põhineb *Z-Wave* tehnoloogial (<http://www.z-wave.com/>). Andurid ja kontrollmoodulid suhtlevad keskseadmega juhtmevabalt, keskseade võimaldab läbi kasutajaliidese luua kontrollreeglid, millel automaatika põhineb.

Keskseade on autonoomne, kuid kaughalduse ja teavitusfunktsioonide jaoks on vajalik internetiühenduse olemasolu ja konto loomine seadme tootja koduleheküljel.

### Seadmed

**Home Center Lite.** Süsteemi keskseade, mis pakub kasutajaliidest süsteemi seadistamiseks ja juhtimiseks. Ühendatakse Ethernet kaabliga lokaalvõrku, kasutajaliidest pakub sisseehitatud veebiserver. Seadmega saab ühendada kuni 230 andurit ja moodulit.

**Home Center 2.** Süsteemi keskseade, mille on lisaks Lite versioonile:

- o häälkäskluste loetus
- o LUA skriptimiskeele toetus.
- o VOIP seadmete toetus
- o SATEL tooteliini alarmsüsteemide toetus

**Ruloo moodul.** Moodul kontrollib ühefaasilist vahelduvvooluga töötavat mootorit maksimumvõimsusega 1kW. Lisaks süsteemi keskseadmele saab moodulit juhtida ka manuaalse lüliti kaudu. Moodul mõõdab ka mootori poolt tarbitud energiat.

**Relee moodul.** Võimaldab pingestada või pinge alt maha võtta kuni 3 kW tarbimisvõimsusega liini. Eraldi on võimalik soetada integreeritud moodul kahe 1,5 kW liini lülitamiseks. Lisaks süsteemi keskseadmele saab moodulit juhtida ka manuaalse lüliti kaudu

**Ukse/akna andur.** Magnetandur saadab signaali magnetvälja kadumisel (kui üks anduri pool eraldub teisest). Lisaks on anduri külge võimalik ühendada standardne DS18B20 1-wire temperatuurisensor. Toide patareidega.

**Universaalne andur.** Võimaldab süsteemiga siduda, mistahes kaks binaarse väljundsignaaliga andurit (signaal on või signaali ei ole), näiteks valvesüsteemi liikumisandurid. Lisaks võimaldab ühendada kuni neli standardset DS18B20 1-wire temperatuurisensorit. Toitevool 9 – 30V DC

**RGBW moodul.** Võimaldab kontrollida 12/24V DC toitega halogeen, LED, RGB ja RGBW valgusteid ning ventilaatoreid. Lisaks on mooduli kaudu võimalik süsteemiga siduda kuni 4 analoogandurit, mis saadavad signaali pingega 0–10 V DC. Moodulile ühendatud tarbijate maksimumvõimsus 288W 24V DC toite juures.

**Nutipistik.** Lülitab volupistikut sisse/välja ja edastab infot pistikusse ühendatud seadme volutarbimise kohta. Ühendatud tarbijate maksimumvõimsus on 2500 W.

**Dimmer.** Sobib kuni 500 W võimsusega valgustite valgusintensiivsuse reguleerimiseks (eeldusel, et valgusallikad seda toetavad). Valgusallikate puhul, mis ei toeta valgusintensiivsuse reguleerimist töötab lülitina. Edastab infot seadme volutarbimise kohta.

**Uputusandur.** Sensor asetatakse põrandale ning see mõõdab takistust väljaulatuvate kontaktide vahel. Seade toimib ka temperatuuriandurina. Seade on võimaline andma helialarmi. Toiteks patarei (CR123A) või 12 – 24V DC.

**Suitsuandur.** Seade tuvastab optiliselt suitsu olemasolu. Lisaks on sisseehitatud temperatuuriandur. Suitsu tuvastamisel või piirtemperatuuri ületamisel aktiveeritakse sisseehitatud helialarm ning saadetakse signaal süsteemi keskseadmele. Lisaks on andurit võimalik ühendada eraldiseisva valve- või tulekahjuhäiresüsteemi keskseadmega. Toiteks on patarei (CR123A) või 12-24V DC.

**Liikumisandur.** Tuvastab liikumise *PIR* (passive infrared) sensori abil. Lisaks mõõdab temperatuuri ja valgustugevust. Sisaldab ka kiirendusmõõturit, mis teavitab seadme liigutamisest. Toiteks on patarei (CR123A).

## **Karlmark OÜ (<http://www.karlmark.ee/>)**

Ettevõtte pakub Targa Maja lahenduste osas *Loxone* (<http://www.loxone.com/>) ja *KNX* protokollil põhinevaid (<http://www.knx.org/>) lahendusi.

*Loxone* on Targa Maja süsteem, mille raames pakutakse riistvarakontrollerit, selle tarkvara ning riistvarakontrolleriga liidestuvadid laiendusmooduleid erinevate tehnoloogiastandardite sidumiseks. Toetatud tehnoloogiad on:

- *RS-232*
- *RS-485*
- *Modbus*
- *EnOcean*
- *1-Wire*
- *DMX*

## **Domik OÜ (<http://www.domik.ee/>)**

Ettevõtte pakub juba eelnevalt kirjeldatud *Fibaro* ja *Zipato* (<http://zipato.com>) koduautomaatika lahendusi. *Zipato* seadmete ökosüsteem toetab keskkontrolleriga ühendatavaid laiendusmooduleid, mis võimaldavad kasutada *Z-Wave*, *ZigBee*, *KNX* ja *EnOcean* standardeid ning tehnoloogiaid. Lisaks on olema moodul RS-232 ja RS-485 jadaliideste integreerimiseks ning eraldi moodul 433 MHz sagedusel töötavate seadmete sidumiseks.

## **Võrguvara AS (<http://www.vorguvara.ee/>)**

Ettevõtte pakub automaatikalahendusi nii äriruumidesse kui kodusesse. Spetsialiseerunud on süsteemide projekteerimisele ja väljaehitamisele vastavalt konkreetsele objektile.

Automaatikasüsteemide loomisel kasutatakse järgmisi standardeid:

- *KNX*
- *LonWorks* ([www.echelon.com/technology/lonworks/](http://www.echelon.com/technology/lonworks/))
- *ZigBee*
- *Z-Wave*
- *EnOcean* (<https://www.enocean.com/>)
- *BacNet* (<http://www.bacnet.org/>)

## **Schneider Electric Eesti AS (<http://www.schneider-electric.ee/>)**

Tegemist on elektri- ja automaatikasüsteemide loomisele spetsialiseerunud kontserni Eesti haruga. Ettevõtte pakub laias valikus hooneautomaatika lahendusi nii suurrajatistele kui kodumajapidamistele. Targa Maja kontekstis on asjakohane välja tuua *homeLynx* keskkontroller, mis saab kasutada lüüsinä *KNX*, *Modbus*, *BACnet* ja *IP* protokollide vahel ning kontrollseadmena, mis toimib iseseisvalt või juhitud keskserversi poolt läbi kasutajaliidese.

## **Siemens Osakeyhtiö Eesti filiaal (<http://www.siemens.ee/ee/>)**

Sarnaselt Schneider Electric-uga on tegemist suure rahvusvahelise korporatsiooniga, mille esindaja Eestis pakub ettevõtte muude toodete ja teenuste seas ka koduautomaatika lahendusi. Targa Maja temaatikaga haakub neist kõige paremini *Synco living* tooteperekond. Selle tooteperekonna raames pakutakse seadmeid ja tarkvara küttesüsteemide, tulekahjualarmide, ventilatsioonisüsteemide, õhukonditsioneeride, turvasüsteemide ka valgustussüsteemide liidestamiseks ning juhtimiseks. Seadmetevaheline side toimib üle *KNX* protokolliga, kasutajaliides üle *IP* protokolliga.

## **Saksa Automaatika OÜ (<http://www.saksa-automaatika.ee/>)**

Ettevõtte pakub muuhulgas tööstusautomaatika ja hooneautomaatika lahendusi, mis tuginevad saksa suurtootjate toodetel. Targa Maja kontekstis pakub *Saksa Automaatika OÜ* *KNX* standardil baseeruvate lahenduste projekteerimist, tootmist ja komponentide müüki. Edasimüüdavate seadmete tootjateks on Siemens, Bab-tec, Basalte jt.

## **AS Pristis (<http://www.pristis.ee/>)**

AS Pristis tegeleb turvasüsteemide, nõrkvoolusüsteemide, HVAC süsteemide ning elektri ja hooneautomaatika süsteemide projekteerimise ning väljaehitamise ja paigaldamisega. Hoonesiseste tehnoloogiate integreerimiseks ja energitarbimise jälgimiseks ja vähendamiseks kasutatakse *EasyIO* (<http://www.easyio.com/>) lahendusi.

## **Autel-Büroo OÜ (<http://www.autel.ee/>)**

Ettevõtte tegeleb lisaks elektri- ja nõrkvoolusüsteemide projekteerimisele ja paigaldamisele ka hooneautomaatika süsteemidega. Pakutakse *HDL* (<http://www.hdlautomation.com>) ja *Fibaro* valmislahendusi ning teisi *KNX* standardit toetavaid üksikkomponente.