



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

ÄLYJÄRJESTELMIEN TOTEUTUSTAPOJEN VERTAILU PERINTEISEEN MENETELMÄÄN

Opinnäytetyö

TEKIJÄ:

Santeri Turpeinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Santeri Turpeinen	
Työn nimi Älyjärjestelmien toteutustapojen vertailu perinteiseen menetelmään	
Päiväys 31.5.2021	Sivumäärä/Liitteet 54/1
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani AH-Talotekniikka (AH Elens Oy)	
Tiivistelmä <p>Tämä opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä sähkö- ja tietojärjestelmäsuunnittelutoimisto AH-Talotekniikan kanssa. Työn tavoitteina oli tutkia ja vertailla eri älyjärjestelmien ominaisuuksia ja hintoja perinteiseen sähköistystapaan verraten.</p> <p>Työssä suunniteltiin vertailukohteeksi toimistotila, johon valittiin kolme eri älyjärjestelmää: KNX, DALI ja Casambi. Tilasta luotiin valaisinluettelo, sähkökalusteluettelo ja komponenttiluettelo, jonka pohjalta vertailtiin perinteisen sähköistuksen ja älylaittejärjestelmien ominaisuuksia ja hintoja. Tutkimusta varten tehtiin kysely, jossa kerättiin yleisön mielipiteitä älyjärjestelmien hankinnasta, käytön helppoudesta ja hyödyistä. Kyselyyn vastasi sekä alan asiantuntijoita että ulkopuolisia henkilöitä.</p> <p>Työn tuloksena saatiin yleiskuva sekä tutkimuksen kohteena olleiden älyjärjestelmien ominaisuuksista ja hintarakenteista että yleisön suhtautumisesta älyjärjestelmiin. KNX-järjestelmä todettiin ominaisuuksiltaan ylivoimaiseksi muihin järjestelmiin verrattuna. Hintatasoiltaan järjestelmät olivat hyvin samankaltaisia, eikä selvää voittajaa löytynyt. Kyselyssä vastaajat, joilla ei vielä ollut älyjärjestelmää, olivat erittäin kiinnostuneita hankkimaan sellaisen. Vastaajat, joilla sellainen oli jo käytössä, pitivät älyjärjestelmiä helppokäyttöisinä ja hyödyllisinä. Mielipiteet älyjärjestelmien kustannuksista jakautuivat melko tasaisesti niiden kesken, jotka pitivät älyjärjestelmiä kalliina ja niiden, jotka pitivät niitä edullisina.</p>	
Avainsanat Älyjärjestelmä, Älykoti KNX, DALI, Casambi	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Electrical and Automation Engineering	
Author(s) Santeri Turpeinen	
Title of Thesis Comparision of Different Implementation Ways of Smart Systems with the Traditional Method	
Date 31 May 2021	Pages/Appendices 54/1
Client Organisation /Partner AH-Talotekniikka (AH Elens Oy) Mr Pekka Aho, Project Manager	
<p>Abstract</p> <p>This thesis was made in cooperation with the electrical and information systems company AH-Talotekniikka. The objective was to study and compare the features and pricing of smart systems in comparison to the traditional method of electrical installation.</p> <p>To that end, an office space was designed using three different smart systems: KNX, Dali and Casambi. A list of lamps, electrical furniture and components in the space was made and then used to compare the features and pricing of both the conventional electrical installation and the smart systems. An online survey was conducted where the participants were asked for their opinions on the acquisition, ease of use and features of smart systems. The survey received answers both from experts in the field and outsiders.</p> <p>The result of this research was a good overview of both the features and prices of the three smart systems, and the public's attitudes towards smart systems. The KNX system was deemed superior in terms of features. As for the pricing, there was no clear winner. The survey respondents who did not yet have a smart system were highly interested in obtaining one. Those who already had one considered them easy to use and useful. Opinions were evenly split among those who considered smart systems too expensive and those who considered them affordable.</p>	
<p>Keywords Smart system, Smart home KNX, DALI, Casambi</p>	

ESIPUHE

Haluan kiittää AH-Talotekniikka mielenkiintoisesta aiheesta, eritoten Projektipäällikköä Pekka Ahoa, joka on auttanut ja ollut tukena opinnäytetyössäni.

Haluan myös kiittää Savonia-Ammattikorkeakoulua opetuksen hyvästä laadusta ja Lehtori Sami Tiilikaista.

Kuopiossa

Santeri Turpeinen

SISÄLLYSLUETTELO

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT	6
1 JOHDANTO.....	7
2 YLEISTÄ TIETOA KIIINTEISTÖAUTOMAATIOSTA	8
2.1 KIIINTEISTÖAUTOMAATION HISTORIA.....	8
2.2 MITÄ ON KIIINTEISTÖAUTOMAATIO	9
2.2.1 Lämmön automaatio	9
2.2.2 Ilmanvaihdon ja jäähdytyksen automaatio	9
2.2.3 Murtovalvonta- ja hälytysautomaatio	9
2.2.4 Valaisinautomaatio	10
2.3 KIIINTEISTÖAUTOMAATION HYÖTYKÄYTTÖ	10
3 ÄLYJÄRJESTELMÄT	11
3.1 KNX	11
3.1.1 Ominaisuudet	11
3.1.2 KNX-järjestelmän rakenne	12
3.2 DALI	14
3.2.1 Ominaisuudet	14
3.2.2 DALI-järjestelmän rakenne	15
3.3 CASAMBI	16
3.3.1 Ominaisuudet	16
3.3.2 Casambi-järjestelmän rakenne	17
4 JÄRJESTELMIEN VERTAILU	18
4.1 LÄHTÖTIEDOT	18
4.2 KÄYTTÖMUKAVUUDET	20
4.3 OMINAISUUDET	21
4.4 KUSTANNUKSET.....	22
4.4.1 Valaisimet.....	22
4.4.2 Laitteet ja komponentit	27
4.4.3 Kustannuksien yhteenveto	31
5 KYSELYOSIO.....	32
5.1 KYSYMYKSET JA TULOKSET	32
5.2 KYSYMYS TULOKSIEN YHTEENVETO	44
6 YHTEENVETO	45
LÄHTEET	47
KUVA-, TAULUKKO- JA KUVIOLUETTELO	48
LIITTEET	50

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

BLE	Bluetooth Low Energy. Lyhyenmatkan langaton likiverkkotekniikka.
Casambi	Langaton valaistusohjausjärjestelmä.
DALI	Digital Adressable Lighting Interface, valaistusohjausjärjestelmä.
ETS	Engineering Tool Software. KNX ohjelmointityökalu.
IP-kamera	Kamerailmaisin, jolla on mahdollista seurata kiinteistöä reaaliajassa, tulee sanoista Internet Protocol camera.
KNX	Kiinteistön ohjausjärjestelmä.
Lm	Valaistuksen tuottama valon määrä Lumen.
Verkkotopologia	Verkon rakenne, jolla verkon laitteet on liitetty yhteen.

1 JOHDANTO

Älyjärjestelmien käyttö on yleistynyt kiinteistöissä ja kodeissa. Tämän myötä opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia eri älyjärjestelmien ominaisuuksia ja hintoja, sekä verrata niitä perinteisen sähköistyksen toteutustapaan. Tähän työhön valittiin kolme älyjärjestelmää: KNX, DALI ja Casambi. Vertailun esimerkkikohteena toimii toimistokiinteistö. Toimistoon haluttiin ominaisuudeksi: valojen, pistorasioiden termostaattien ja verhojen ohjaus etänä. Toimistosta laadittiin valaisinluettelo, sähkökalusteluettelo ja komponenttiluettelo. Näiden pohjalta verrattiin älyjärjestelmien ominaisuuksia ja hintaa perinteisen sähköistyksen toteutustapaan.

Opinnäytetyössä kerrotaan aluksi kiinteistöautomaation historiasta ja yleisiä käyttötarkoituksia. Tämän jälkeen perehdytään KNX-, DALI- ja Casambi-järjestelmiin. Opinnäytetyön painopiste oli älyjärjestelmien vertailu perinteiseen sähköistyksen toteutustapaan. Tämän takia teoriaosuus on tiivistettynä tärkeimpiin asioihin. Opinnäytetyössä luotiin työkaluksi vertailutaulukot, jotka auttavat lukijaa tulkitsemaan eri ominaisuuksien hintaeroja.

Älyjärjestelmän käytön yleistymisen ennako-oletaman vahvistuksen vuoksi, laadittiin kyselyosio, jonka tarkoituksena oli selvittää ihmisten käsityksiä älyjärjestelmistä ja mielipiteitä sen käytöstä. Kysely toteutettiin verkkokysely-kaavakkeella, johon vastasi sekä alan asiantuntijoita että ulkopuolisia.

2 YLEISTÄ TIETOA KIIINTEISTÖAUTOMAATIOSTA

Tässä osiossa käsitellään kiinteistöautomaation historiaa, toimilaitteita sekä niiden hyödyntämistä kiinteistöissä.

2.1 Kiinteistöautomaation historia

Kiinteistöautomaatio on ollut alkuvaiheissaan osana säätötekniikan historiaa. 1900-luvun alussa säädettiin aluksi manuaalisten toimilaitteiden avulla virtauksia, lämpötiloja ja paineita. Säätötekniikan kehittyessä vaihtui manuaalinen säätö vaihteittain lämpötilojen, pinnankorkeuksien ja virtauksien automaattiseen säätöön. (ST-käsikirja 17.)

Todellinen automaation kehitys alkoi 1950- ja 1960-luvuilla ilmanvaihdon koneellistumisen jälkeen. Tässä vaiheessa oli keksitty transistori, jonka avulla oli mahdollista toteuttaa useampi portaisia säätöjärjestelmiä. Suoran digitaalisen säädön tulo markkinoille mahdollisti automaatiojärjestelmien uudelleen ohjelmoinnin ja muokkauksen. (ST-käsikirja 17.)

1970-luvulla syntyneen öljykriisin takia haluttiin saada säästettyä energian kulutuksessa. Automaation kehitys johti siihen, että pystyttiin tarkkailemaan ja mittaamaan entistä tarkemmin prosessien kulutusta. Tästä syntyi talovalvontajärjestelmä. Talovalvontajärjestelmät vaativat oman parin jokaista tietoa varten valvontakeskukseen, tästä syystä valvomoon ja talojen välille oli satoja pareja sisältäviä kaapeliyhteyksiä. Järjestelmä toimi analogiatekniikalla, joten jokainen hälytys-, mittaus-, indikointi- ja käynnistys tieto vaati oman tulo- tai lähtöpisteen. Valvonta-alakeskukset asennettiin samoihin tiloihin kuin, sähkönjakelun, ilmanvaihdon tai lämmitysjärjestelmän yhteyteen. (ST-käsikirja 17.)

Talovalvomoajatus on luonut pohjan tämänpäiväisille kiinteistöautomaatioiden järjestelmille. Useampien valvonta-alakeskusten rakentaminen kaikkiin talojen teknisiin tiloihin oli mahdollista, kun tekniikka kehittyi eteenpäin ja komponentit halpenivat. (ST-käsikirja 17.)

Alun perin järjestelmien toiminta oli täysin valvomoon varassa, sillä valvomot sisälsivät toimintaan tarvittavan datan ja älyn. Puolijohdetekniikan halpenemisen ja kehityksen myötä saatiin tekniikka siirrettyä alakeskuksiin, joka mahdollisti alakeskusten itsenäisen toiminnan, jos esimerkiksi yhteys valvomoon katkesi. Puolijohdetekniikan kehittyessä digitaalisten signaalien käyttöön, alkoi kehitys kohti nykymuotoista kiinteistöautomaatiota. Digitaalinen tiedonsiirto ja ohjelmointi mahdollistivat järjestelmän kehityksen, järjestelmä muodostuu kokonaisuudessaan: valvomotasosta, alakeskustasosta ja kenttälaitteista. Internetin yleistymisen 2000-luvulla mahdollisti etävalvonnan kehityksen kiinteistöautomaatiossa. Nykyään perinteiset kiinteät valvomot ovat historiaa, sillä etäpalvelut ja mobiilikäyttöliittymät ovat korvanneet kiinteät valvomot lähes kokonaan. Kiinteistöhuoltoyritykset tarjoavat 24/7/365 valvomopalveluita. (ST-käsikirja 17.)

2.2 Mitä on kiinteistöautomaatio

Kiinteistöautomaatiolla tarkoitetaan kiinteistön liittyvää laitteiden ohjaamista automaattisesti. Yleisesti kiinteistöautomaation avulla on mahdollista ohjata kiinteistön järjestelmiä ja itsenäisten laitteiden toimintoja. Kiinteistöautomaatio mahdollistaa eri järjestelmien ohjaamisen etänä tai automaatisoimalla. Yleisesti kiinteistön järjestelmät ovat: valaistus, ilmanvaihto ja lämmitys. (Akselikiinteistöpalvelu Oy.)

Kiinteistöautomaation ominaisuuksia ovat: laitteiden käyttö etänä, automatisoidut ohjaukset ja kiinteistöjen viihtyvyyden lisääminen. Verkko-ominaisuuden ansiosta, kiinteistöautomaation järjestelmän tapahtumia voidaan seurata etänä. Tämän lisäksi kiinteistöautomaatioon on mahdollista lisätä erilaisia valvontajärjestelmiä, jotka lisäävät kiinteistöön turvallisuutta. Kiinteistöautomaation avulla saavutetaan yleensä huomattavia energiankulutuksen säästöjä. (Akselikiinteistöpalvelu Oy.)

2.2.1 Lämmön automaatio

Automaation ansiosta lämpötilaa voidaan ohjata niin, että se pitää koko ajan halutun lämpötilan kiinteistössä. Ohjaustapoja on erilaisia, sitä voidaan ohjata yhdestä säätimestä koko kiinteistöä tai huonekohtaisesti. Esimerkiksi isossa kiinteistössä, jossa on paljon huoneita, voidaan lämpötilaa ohjata huonekohtaisesti. Yleisesti kiinteistöissä on mahdollista säätää lämpötilaa läsnäolon mukaan automaattisesti. Tämä tarkoittaa sitä, kun kiinteistö on pidemmän aikaan tyhjiällä, talvisin kiinteistön lämmitystä on mahdollista pienentää koko kiinteistössä, tai kesäisin pienentää kiinteistön viilennystä. Tällä tavoin tyhjiällä olevassa kiinteistössä lämmitys tai viilennys ei ole jatkuvasti turhaan päällä, näiden avulla saadaan energiankustannuksia pienemmäksi. (Energiehokaskoti.)

2.2.2 Ilmanvaihdon ja jäähdytyksen automaatio

Ilmanvaihdon käyttötarkoitus on parantaa kiinteistön sisäilmanlaatua ja poistaa epäpuhtauksia kiinteistöstä. On hyvin tärkeää, että kiinteistön sisäilma on puhdasta, se parantaa ihmisten viihtyvyyttä kiinteistöissä. Ilmanvaihtoautomaatio mittaa ja säätää ilmaston eri toimintoja. Ilmanvaihdon lämmöntalteenotolla on mahdollista talteen ottaa poistoilmasta kylmää ilmaa, tämän avulla voidaan jäähdyttää tuloilmaa. Tämä on hyvä ominaisuus lämpöisillä keleillä, jolloin ulkoilma on lämpöisempää, kuin poistoilma. Automaation avulla järjestelmä huolehtii, ettei jäähdytystä käytetä turhaan, vain tarpeen mukaan. Tällä tavoin kiinteistön saadaan kiinteistön energiakustannuksia pienemmäksi. (Energiehokaskoti.)

2.2.3 Murtovalvonta- ja hälytysautomaatio

Kiinteistöt voidaan turvata murto- ja hälytysautomaation avulla. Murtohälytysjärjestelmien avulla mahdollisesta murrosta käyttäjä saa reaaliajaa tiedon älypuhelimeen. Muita hälytysilmaisimia ovat vesivuoto- ja paloilmaintunnisteet. Ilmaisimet antavat tiedon reaaliajaa käyttäjän älypuhelimeen, jos kiinteistöissä sattuu vesi- tai palovahinko (ST-käsikirja 11.)

2.2.4 Valaisinautomaatio

Tänä päivänä valaisinautomaatio on yleisempiä automaatioita. Valaisinautomaation tarkoitus on parantaa valaistuksen ohjausta, sekä käyttömukavuutta. Automaation avulla saadaan valaisimen energiakulutusta pienemmäksi, jolloin säästetään energiankulutuksessa. Valaisinautomaation avulla valaistuskyttimeen voidaan muokata tilanneohjauksia, jotka tuovat käyttömukavuutta. Esimerkiksi lyhyt painallus asettaa valaisimen valaisutehoksi 50% ja pitkä painallus 100%. Valaisinautomaatioon voidaan liittää läsnäolotunnistimet ja hämäräkytkimet. Läsnäolotunnistimissa voidaan hyödyntää vakiovalonsäätöä. Tällöin läsnäolotunnistimessa täytyy olla valoisuusanturi, jonka avulla voidaan hyödyntää luonnonvaloa päiväsaikaan ohjaamaan valaisimien valovirtaa.

2.3 Kiinteistöautomaation hyötykäyttö

Automaatiolla saadaan suuria hyötyjä energiankulutuksessa. Nykyään on hyvin helppoa seurata energiankulutusta reaaliajassa, niin paikanpäältä kuin etänä. Automaatio mahdollistaa energian kulutuksen seurannan hyvin tarkasti. Esimerkiksi, milloin energiaa kuluu suurimmillaan ja missä paikoissa. Ulkovalojen ajastamisella ja läsnäolotunnistimilla saadaan turhaa energiankulutusta vähennettyä. Kuten aiemmin mainittiin, hälytysjärjestelmän automaatiosta. Järjestelmä pitää huolen kiinteistön turvallisuudesta, jos sattuu vesi- tai palovahinko. Sensorit havaitsevat asian välittömästi ja lähettävät reaaliajassa ilmoituksen kiinteistön omistajalle ja järjestelmän valvojalle. Kuten myös murtojärjestelmä, sen sensorit havaitsevat oven tai ikkunaan aiheutuneen iskun tai liikkeen, jonka myötä järjestelmä kytkeytyy päälle ilmoittaen kiinteistön omistajalle ja järjestelmän valvojalle reaaliajassa mahdollisesta kiinteistöön murtautumisyrityksestä.

3 ÄLYJÄRJESTELMÄT

Älyjärjestelmät tuovat kiinteistön hallintaan helppoutta ja sujuvuutta. Älyjärjestelmällä voidaan muun muassa ohjata kiinteistön valaisimia, elektroniikkalaitteita, ilmanvaihtoa ja lämmitystä.

Älyjärjestelmän ominaisuuksia ovat kiinteistön laitteiden hallinta yhdestä ohjauspaneelistä tai etänä älypuhelimella. Tässä osiossa käsitellään KNX-, Dali- ja Casambi-järjestelmän teoriaosaa.

Järjestelmät valittiin vertailun lähtökohdiksi, sillä ne ovat vertailukykyisiä järjestelmiä keskenään ja yleisesti uudisrakentamisessa käytetään näitä järjestelmiä.

3.1 KNX

KNX on maailmanlaajuinen, avoin talo- ja rakennusautomaatiostandardi rakennusten sähköisten toimintojen ohjaukseen. KNX on yhteensopiva lähes viiden sadan laitevalmistajan kanssa. KNX-standardin kanssa yhteensopivista laitteista löytyy KNX-logo. Se viittaa, että laite tai komponentti on hyväksytysti testattu toimivan KNX-järjestelmän kanssa. KNX Association valvoo yleismaailmaisesti KNX-tuotteiden yhteensopivuutta, jolloin tuotteiden toimivuus voidaan taata. KNX-järjestelmä on suunniteltu rakennusautomaatiojärjestelmän käytetyn EIB-väyläjärjestelmän pohjalta. Järjestelmä noudattaa EN50090-standardin, sekä kansainvälisen ISO/IEC14543-standardin vaatimuksia. KNX-järjestelmän avulla on mahdollista ohjata valaistusta, ilmanvaihtoa, ilmastointia, lämmitystä, AV-järjestelmiä, kodinkoneita ja hälytysjärjestelmiä samasta ohjauslaitteesta. Lisäksi sillä voi tarkkailla järjestelmien energiankulutusta. (KNX Finland Ry, ST-käsikirja 23.)

KNX-järjestelmän laitteiden kommunikointi toisiinsa toteutetaan parikaapelin, sähköverkon, infrapunan tai radiosignaalien kautta. KNX-järjestelmä ja laitteet ohjelmoidaan ETS-ohjelmalla. Ohjelman avulla laitteisiin voidaan määrittää erilaisia automaatiotoimintoja. KNX-järjestelmää on mahdollista käyttää myös etänä. Esimerkiksi puhelimella voi tarkistaa kiinteistön tilanteen ja hallita valaisimia, lämmitystä, hälytysjärjestelmää tai seurata IP-kameroilla kiinteistön tiloja. (KNX Finland Ry, ST-käsikirja 23.)

3.1.1 Ominaisuudet

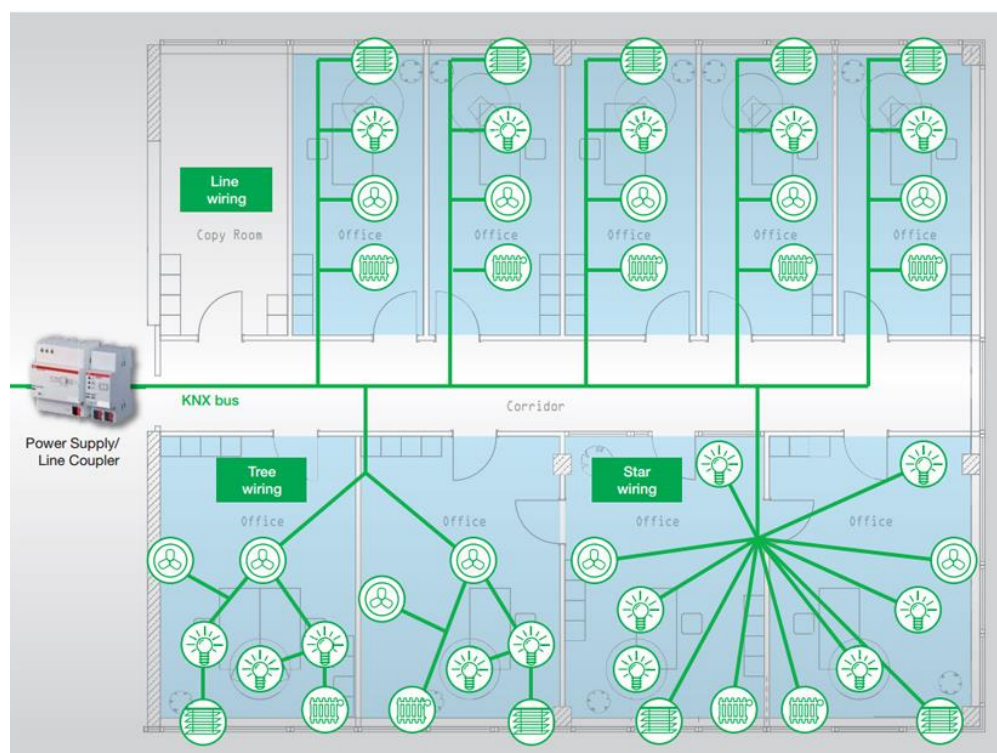
KNX-järjestelmän yleisempiä ominaisuuksia ovat:

- Valaistus
- Ilmanvaihto
- Lämmitys ja jäähdytys
- Turvallisuus ja valvonta
- Savunpoisto
- Energiamittaus
- Etähallinta
- Kodinkoneet, kiukaat
- Markiisit
- Verhot
- Kotona/ poissa

KNX-järjestelmän etuja ovat: helppo säätää uusia ohjauksia tarpeen mukaan ja laitteet ovat yhteensopivia eri valmistajien kanssa. Integroitu systeemi koko projektinhallintaan, helppo ja yksinkertainen liittyä ja tehdä muutoksia, ohjelmoinnin voi tehdä myös päiväsaikaan asiakkaita häiritsemättä. (ST-käsikirja 23.)

3.1.2 KNX-järjestelmän rakenne

KNX-järjestelmän rakenne muodostuu linjoista, (kuva 1). yhteen päälinjaan on mahdollista kytkeä 256 toimilaitetta. Linja vaatii oman virtalähteen, jonka avulla se syöttää linjaan 30 voltin tasajännitettä. Linjoja voi olla enintään yhdessä alueessa 15 kappaletta ja alueita voi olla enintään 30 kappaletta. Tämän myötä muodostuu kokonaisuudessaan alue. Yhdessä alueessa voi olla maksimissaan 15 x 256 kappaletta väylälaitteita. (ST-käsikirja 23.)



Kuva 1: KNX-järjestelmän rakenne (ABB Oy)

KNX-väylän linjarakenteet ovat väylä-, tähti- ja puurakenne. Ainut kielletty käytettävä väylärakenne on rengasrakenne, tämän huonopuoli on, että linjassa oleva viesti saattaa jäädä pyörimään väylään ja tästä johtuen tukkii väyläliikenteen. Linjan rakentamisen suunnittelussa täytyy ottaa myös muutama asia huomioon:

- Virtalähteen ja ensimmäisen laitteen välinen kaapeliveto saa olla enintään 350 metriä.
- Kahden laitteen välinen kaapelinveto saa olla enintään 700 metriä.
- Väyläkaapelin pituus saa olla enintään 1000 metriä.
- Kahden virtalähteen välinen etäisyys saa olla enintään 200 metriä.

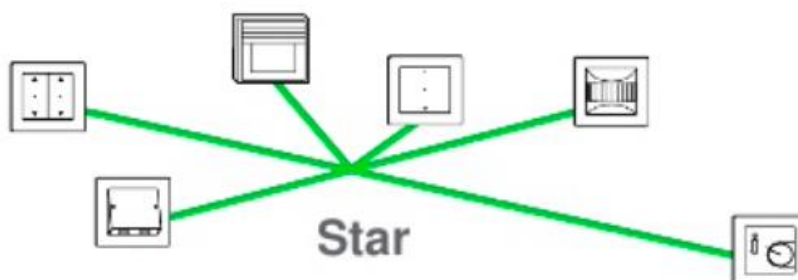
Liian suurissa kaapelinvetoissa väylän jännite saattaa jäädä liian alhaiseksi. Jos väyläkaapelin jännite on alle 21 voltia kojerasiasta mitattuna, on kaapelinveto liian suuri. (ST-käsikirja 23.)

Kuvassa 2. on esitetty väylärakenne, siinä kaikki laitteet on kytketty samaan linjaan. Tämän ominaisuus on kustannustehokas, mutta tällä on myös heikkoudet: linjan rikkoutuessa menetetään kaikkiin laitteisiin yhteys ja mahdollisten samanaikaisten viestien törmäys, jonka takia linjat voivat ruuhkautua. Törmäyksiä pyritään estämään CSMA/CA-toiminnalla (DNSstuff.)



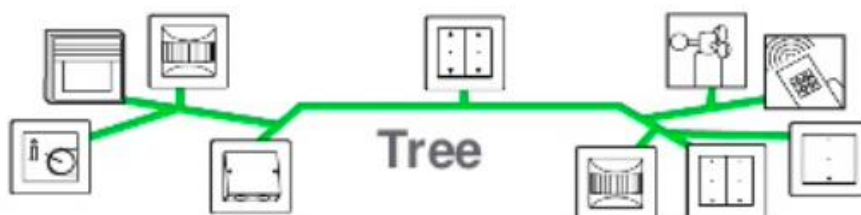
Kuva 2: Väylärakenne (Schneider Electric.)

Kuvassa 3. on esitetty tähtirakenne, siinä kaikki laitteet on kytketty yhteen pisteeseen. Tämän ominaisuuksia on, että yhden kaapelin vaurioituminen ei vaikuta muun laitteen käyttöön. (DNSstuff.)



Kuva 3: Tähtirakenne (Schneider Electric.)

Kuvassa 4. on esitetty puurakenne, siinä kaikki laitteet kytketään myös samaan pisteeseen. Tämän ominaisuus on sekoitus väylä ja tähtirakennetta. Puurakenne on huomattavasti käytöellisempi, kuin tähtirakenne. Puurakenteen avulla kaapeloinnin pituudet pysyvät paremmin sallituissa rajoissa. Puutopologia on yleisin KNX-järjestelmässä. (DNSstuff, ST-käsikirja 23.)



Kuva 4: Puurakenne (Schneider Electric.)

3.2 DALI

Dali tulee sanoista Digital Addressable Lighting, se on väyläpohjainen digitaalinen ohjausjärjestelmä. Alun perin Dali-järjestelmä kehitettiin korvaamaan vanhempaa analogista teknologiaa. Dali on kansainvälisesti standardisoitu, järjestelmä noudattaa IEC 929 standardin vaatimuksia. Dali-järjestelmässä tiedot tallentuvat liitäntälaitteisiin. Tietoihin koostuvat muun muassa: osoite, jäsenyys eri ryhmissä ja valaistus asetukset. Järjestelmässä olevan laitteen rikkoutuessa, kuitenkin järjestelmän muut laitteet toimivat normaalisti. Dali-väylään on mahdollista yhdistää korkeintaan 64 laitetta, näistä voidaan luoda 16 ryhmää tai tilannetta. Vapaan topologian vuoksi, Dali-väylä voidaan kaapeloida käyttäen sarjakytkentää, tähtikytkentää tai näiden sekoitusta. (Dali-alliance.)

3.2.1 Ominaisuudet

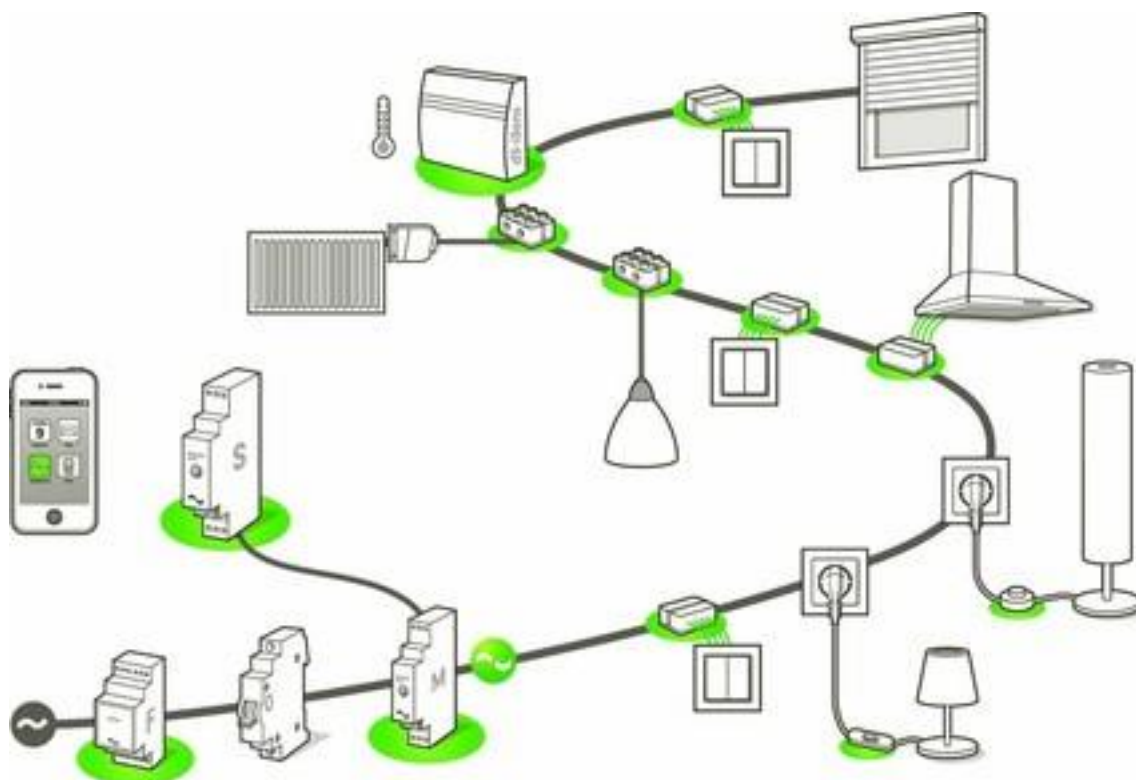
DALI-järjestelmän yleisempiä ominaisuuksia ovat:

- Valaistus
- Kodinkoneet
- Energiamittaus
- Etähallinta
- Markiisit
- Verhomoottorit
- Kotona/ poissa

Dali-järjestelmän etu on: avoin protokolla, johon kaikki valmistajat voivat päästä. Dali-väylään tarvitaan vain kaksi johtoa, järjestelmä on luotu nimenomaan valaistuksen ohjaukseen, Dali on hajautettu väylä, jonka vuoksi se ei tarvitse keskusyksikköä, jokaisessa Dali-laitteessa on muisti, johon tallentuu kaikki sen asetukset, Dali-järjestelmää voi käyttää vahvavirtakaapelien vieressä. Integroitu systeemi koko projektinhallintaan, helppo ja yksinkertainen liittyä ja kätevä tehdä muutoksia. (Dali-alliance.)

3.2.2 DALI-järjestelmän rakenne

Dali-järjestelmä on erotettu galvaanisesti pääjännitteestä. Järjestelmässä digitaaliset signaalia välittävät johdot ovat erinomaisen häiriösietoisia, tämän takia päätevastukset eivät ole tarpeellisia. Dali-järjestelmän kaapeloinnissa on mahdollista käyttää sarjakytkentää tai tähtikytkentää. Sarjakytkentä on nopea ja helppo toteuttaa, mutta tähtikytkentä säästää kaapeloinnin määrässä. Kaapeloinnissa voidaan myös käyttää sarja- ja tähtikytkentää. Dali-väylän kaapeloinnilla on rajoitteita, sillä se ei täytä IEC 61140:n mukaista SELV-piirin vaatimuksia. Tämän takia väylän täytyy kestää pienjännite asennusmääräykset, jännitteenalenema ei saa ylittyä yli kahden voltin. Valaisimien asennuksessa voidaan käyttää viisijohdinkaapelia. Kytkentä periaate on, että valaisimeen kytketään nolla, vaihe ja suojamaa. Vapaaksi jätävät johtimet kytketään Dali-valaisimen DA+ ja DA- liittimiin Kuvassa 5. on kuvattu DALI-järjestelmän rakenne. (Dali-alliance.)



Kuva 5: DALI-järjestelmän rakenne (Kotiautomaatiokauppa.)

3.3 Casambi

Casambin toimintaperiaate pohjautuu langattomaan Bluetooth Low Energy tekniikkaan. Se on kehitelty Nokian tutkimuskeskuksessa. Casambi on ensimmäisiä järjestelmiä, joka hyödyntää Bluetooth Low energy tekniikkaa. Bluetooth Low Energy toimivia laitteita ovat tänä päivänä muun muassa: puhelimet, tabletit ja älykellot. (Casambi Technologies Oy.)

Internetiä ei vaadita ohjausjärjestelmän normaaliin käyttöön, vain käyttöliittymä asetusten lähettämiseen ja palauttamiseen pilvipalvelusta. Muulloin laitteet muodostavat keskenään mesh-verkon, jossa jokainen laite voi kommunikoida toistensa kanssa suoraan. Casambi-järjestelmässä valaistusta voidaan ohjata perinteisillä kytkimillä, painikkeilla, Casambin omalla sovelluksella tai vaikka Casambin Xpress- kytkimellä. (Casambi Technologies Oy.)

Casambin Xpress-kytkin ottaa virran paristosta, pariston arvioitu käyttöikä on noin 2–5 vuotta riippuen käytön määrästä. Kytkimessä on neljä kappaletta painikkeita, jonka avulla voidaan kytkeä valaisimet päälle tai pois, sekä säätää valaisimen kirkkautta tai värilämpötilaa. (Casambi Technologies Oy.)

3.3.1 Ominaisuudet

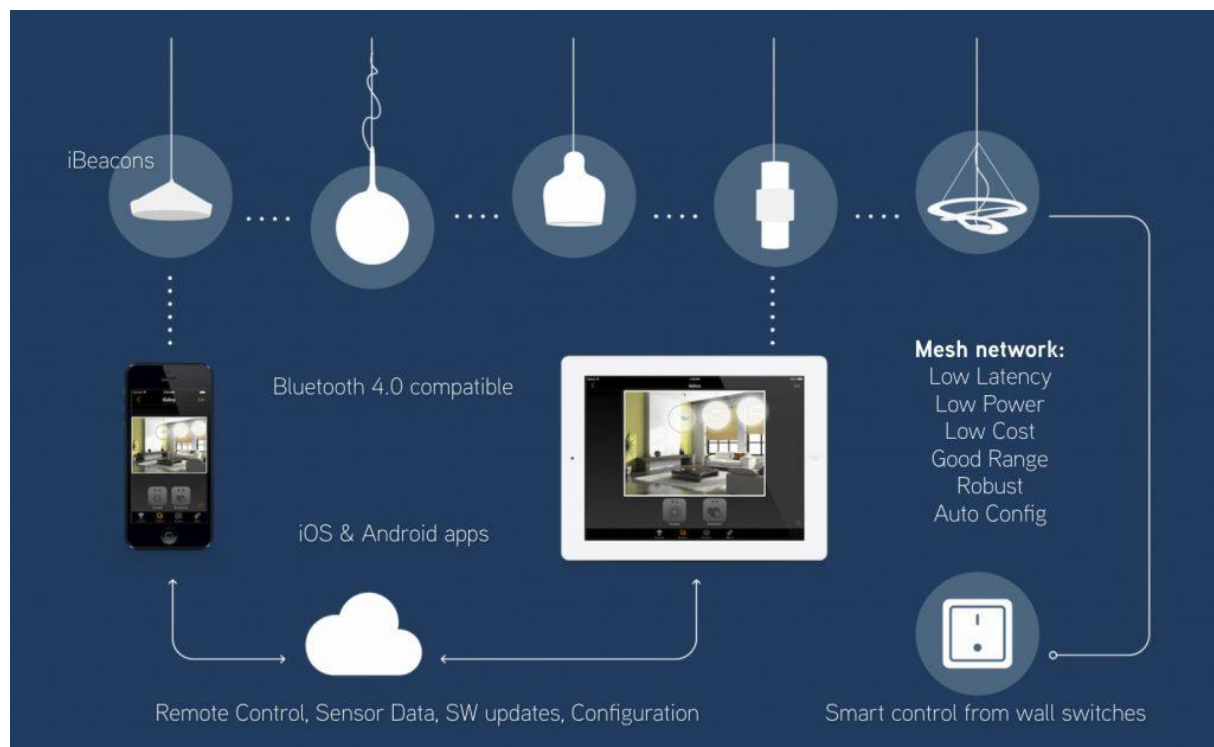
Casambi-järjestelmän yleisempiä ominaisuuksia ovat:

- Valaistus
- Kodinkoneet
- Energiamittaus
- Etähallinta
- Markkiisit
- Verhomoottorit
- Kotona/ poissa

Casambin ominaisuuksia, niin perinteiseen, kuin väyläpohjaisiin valaistusohjausjärjestelmiin on langattomuus. Langattomuus yhdistyy valaisimen ja laitteen välille BLE:n tiedonsiirron avulla. Järjestelmän laitteet muodostavat langattoman Mesh-lähiverkon BLE:n avulla. Sen tärkeimpiä etuja ovat, toimintavarma, pitkä kantavuus, automaattinen konfigurointi, yksinkertaisuus ja pieni energiankulutus. (Casambi Technologies Oy.)

3.3.2 Casambi-järjestelmän rakenne

Casambi-järjestelmän rakenne muodostuu langattomista laitteista. Laitteet muodostavat keskenään Bluetooth mesh-verkon, laitteet eivät vaadi kaapelointia, releitä ja gateway-laitteita. Valaisimien täytyy olla yhteensopiva Casambi-järjestelmän kanssa. Tarvittaessa voidaan liittää moduuli, joka muuttaa Dali-valaisimen yhteensopivaksi Casambi-järjestelmän kanssa. (Casambi Technologies Oy.)



Kuva 6: Casambi-järjestelmän rakenne (Flinkenberg)

4 JÄRJESTELMIEN VERTAILU

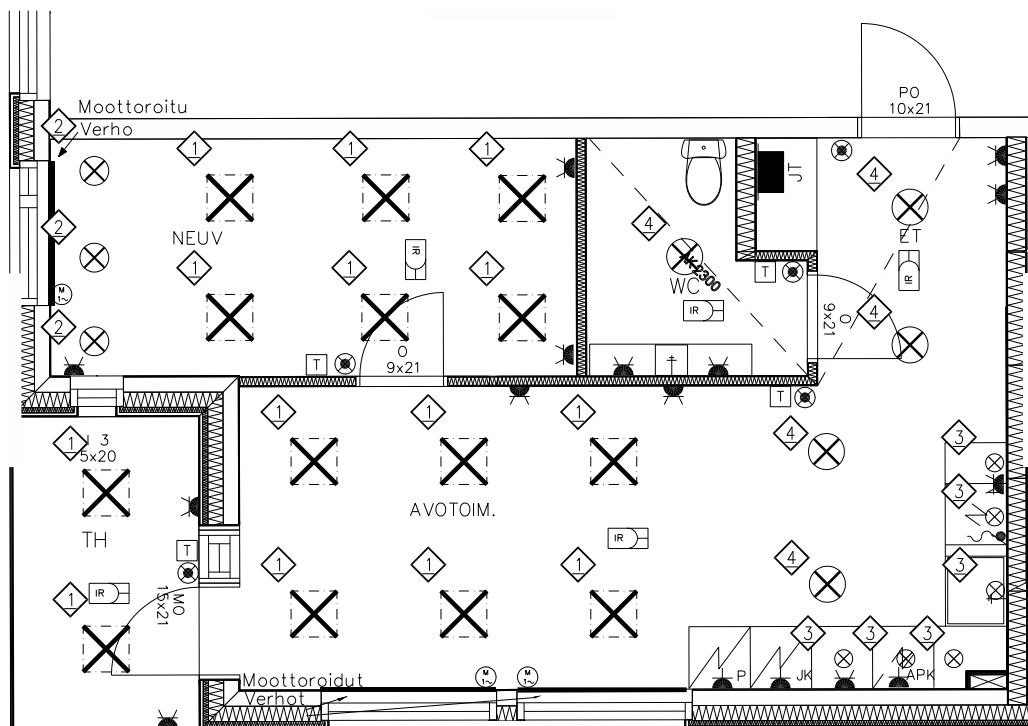
Tässä osiossa vertaillaan KNX, DALI ja Casambi järjestelmien ominaisuuksia ja kustannuksia perinteiseen sähköjärjestelmään verrattuna. Havainnollistamiseksi tehtiin mallikohteen suunnitelma (kuva 7.), josta löytyy valaisimet, painikkeet, läsnäolotunnistimet, pistorasiat ja termostaatit. Nämä laitteet ovat yleisempiä sähkötuotteita kiinteistöissä.

4.1 Lähtötiedot

Tilat voidaan jakaa omiin ryhmiin: eteinen, avotoimisto, työhuone, neuvotteluhuone sekä WC. Taulukkoon on koottu tilat, sähkötuotteet ja niiden määrä.

Taulukko 1: Tilat ja sähkötuotteiden määrä

Tilat	Tuotteet			
	Valaisimia	Läsnäolotunnistimia	Pistorasioita	Termostaatteja
Eteinen	2 kpl	1 kpl	2kpl	
Avotoimisto	14kpl	1 kpl	7kpl	1kpl
Työhuone	2kpl	1kpl	2kpl	1kpl
Neuvotteluhuone	9kpl	1kpl	3kpl	1kpl
WC	1kpl	1kpl	2kpl	1kpl



Kuva 7: Mallikohde



Kuva 8: Yksiosainen painikevipu (SLO)

Yksiosainen painikevipu älyjärjestelmä toiminnolla. Sillä voidaan ohjata valaisimia, mutta siihen on myös mahdollista ohjelmoida kotona/pois toiminto, jota voidaan ohjata kytkimestä tai etänä. Kotona/pois ominaisuuden käyttötapoja ovat muun muassa, kaikkien valojen sammuttaminen, halutuiden pistorasioiden sammuttamien, kiinteistön lämpötilan laskeminen. Eli käyttäjän ei tarvitse erikseen sammuttaa valaisimia ja pistorasioita, sekä säätää lämpötila-asetuksia kiinteistöstä poistuttaessa.



Kuva 9: Kaksiosainen painikevipu (SLO)

Kaksiosainen painikevipu älyjärjestelmä toiminnolla. Sillä voidaan muun muassa ohjata ja himmentää valaisimia suoraan kytkimestä tai etänä. Myös verhomootoreiden ohjaus voidaan toteuttaa tällä kytkimellä.



Kuva 10: Läsnaolotunnistin (SLO)

Läsnaolotunnistin älyjärjestelmä toiminnolla. Sillä voidaan muun muassa ohjata automaattisesti valaisimia ja verhomootoreita. Läsnaolotunnistimella voidaan myös ohjata valaistusvoimakkuutta. Läsnaolotunnistimessa täytyy tällöin olla valoisuusanturi.



Kuva 11: Kaksiosainen pistorasia (SLO)

Tavallinen kaksiosainen pistorasia. Siihen voidaan lisätä esimerkiksi älyjärjestelmän lähtöyksikkö, jonka jälkeen pistorasiaa voidaan ohjata päälle/pois etänä.



Kuva 12: Termostaatti (SLO)

Termostaatti älyjärjestelmä toiminnolla. Mahdollistaa huoneen lämmityksen säätämisen etänä.

4.2 Käyttömukavuudet

Yleisesti perinteiseen sähkölaitejärjestelmään verrattuna älylaitejärjestelmä tuo käyttökohteeseen mukavuutta ja helpotusta kiinteistön hallintaan. Käyttömukavuutta lisääviä tekijöitä on hyvin paljon. Alla olevassa taulukossa (taulukko 2.) on listattu arkisia toimintoja vertailu mielessä, jotka älyjärjestelmä mahdollistaa perinteiseen sähköjärjestelmään verrattuna.

Mallikohteen tilojen valaisimia voidaan ohjata eri tavoin. Perinteisellä järjestelmällä valaisimia voidaan ohjata päälle tai pois, joko kytkimestä tai liiketunnistimella ja valaisimien himmentämiseen tarvitaan erillinen valonsäädin, himmennettävä valaisin tai liitäntälaite. Älyjärjestelmällä on mahdollista ohjelmoida eri käyttömukavuus toimintoja kytkimelle tai läsnäolotunnistimelle. Kytkimeen voidaan esimerkiksi ohjelmoida päälle tai pois toiminnon lisäksi osittaisen valojen käyttö, esimerkiksi neuvotteluhuoneessa. Lyhyt painallus sytyttää kaikki valaisimet ja pitkä painallus sytyttää vain osan valaisimista. Tämän lisäksi valaisimia voidaan himmentää kytkimestä, valojen himmentämistä varten tarvitaan himmennettävä valaisin, toimilaite tai liitäntälaite. Läsnäolotunnistimen avulla voidaan ohjata valaisimia tai moottoroitua verhoa automaattisesti. Älylaitejärjestelmän avulla pistorasioita voidaan ohjata kätevästi etänä.

Sillä voidaan varmistaa, ettei kiinteistöön jäänyt mikään sähkölaite päälle, jota ei tarvitse pitää koko aikaa päällä. (esim. televisio, tulostin, kahvinkeitin, verkkovirtalaturi, pyykinpesukone, astianpesukone, mikro yms.) Älylaitejärjestelmän avulla huonetermostaatteja voidaan ohjata kätevästi etänä. Ja ne voidaan ohjelmoida liiketunnistimen taakse. Esimerkiksi, kun läsnäolotunnistin ei havaitse työhuoneessa liikettä yhteen tuntiin, niin järjestelmä tiputtaa talvisin huoneen lämpötilan asetusarvon ylläpitoasetusarvoon (+15°C). Kesäisin läsnäolotunnistin toimii samalla periaatteella. Läsnaolotunnistin ei havaitse työhuoneessa liikettä yhteen tuntiin, lopettaa järjestelmä työhuoneen viilentämisen.

Taulukko 2: Käyttömukavuudet

Käyttömukavuus	Järjestelmät	
	Perinteinen sähköjärjestelmä	Älylaitejärjestelmä
Valojen ohjaus kytkimestä	✓	✓
Valojen ohjaus etänä	×	✓
Pistorasioiden ohjaus kytkimestä	✓	✓
Pistorasioiden ohjaus etänä	×	✓
Termostaattien ohjaus kytkimestä	✓	✓
Termostaattien ohjaus etänä	×	✓
Kodinkoneiden ohjaus manuaalisesti	✓	✓
Kodinkoneiden ohjaus etänä	×	✓
Verhojen ohjaus kytkimestä	✓	✓
Verhojen ohjaus etänä	×	✓
Sähkölaitteiden puheohjaus	×	✓

4.3 Ominaisuudet

Tässä työssä jaetaan järjestelmien ominaisuuksien vertailun neljään osaan. Ensimmäisessä on valaisimet, toisessa on valaisimet ja pistorasiat, kolmannessa on valaisimet, pistorasiat ja verhomoottorit ja neljännessä on valaisimet, pistorasiat, verhomoottorit ja termostaatit. Kuten alla olevassa taulukosta (taulukko 3.) huomataan, että Casambi järjestelmän ominaisuudet on ohjata valaisimia, pistorasioita ja moottoroituja verhoja. DALI järjestelmän ominaisuudet ovat ohjata valaisimia, pistorasioita ja moottoroituja verhoja. KNX järjestelmän ominaisuudet on ohjata valaisimia, pistorasioita, termostaatteja ja moottoroituja verhoja esimerkki kohteessa.

Taulukko 3: Ominaisuudet

Ominaisuudet	Järjestelmät		
	KNX	DALI	Casambi
Valojen ohjaus	✓	✓	✓
Pistorasioiden ohjaus	✓	✓	* ✓
Termostaattien ohjaus	✓	×	×
Moottoroitujen verhojen ohjaus	✓	✓	✓

* Termostaattien ohjaus vain 10 ampeerin kuormalla.

4.4 Kustannukset

Tässä osiossa verrataan eri valaisin valmistajien tuotteita, sekä älyjärjestelmien kustannuksia perinteiseen sähköjärjestelmään. Vertailussa käytetään SLO:n tuotehinnastoa. Vertailussa pyritään käyttämään mahdollisimman samanlaisia tuotteita. Kustannukset koostuvat eri valaisinvalmistajasta, sähkölaitteista ja komponenteista. Kustannukset jaetaan neljään ominaisuus ryhmään, josta vertaillaan eri järjestelmien kustannuksia. Työssä on luotu taulukot, jotta hintojen ja prosenttien hahmottaminen olisi sujuvaa.

4.4.1 Valaisimet

Valaisimien vertailuun valittiin alun perin kuusi yleisesti tunnettua valaisinvalmistajaa. Kaksi valaisinvalmistajaa on jätetty pois vertailusta, sillä niiden moduulivalaisin oli huomattavasti kalliimpi muihin verrattuna, jonka takia vertailusta olisi tullut kovin epärealistinen. Vertailun tarkoitus on verrata prosentuaalista eroa HF, DALI ja Casambi valaisimien kohdalla. Valaisimien hinta eron helpottamiseksi on taulukkoon merkattu vihreällä halvin valaisinmalli ja punaisella kallein valaisinmalli. Prosentteissa pienin prosentuaalinen ero on merkattu vihreällä ja suurin prosentuaalinen ero on merkattu punaisella.



Kuva 13: POS1 Moduulivalaisin 600x600 (SLO)

Taulukko 4: Valaisimet pos 1.

Valaisinmalli	Tuotevalmistajat			
	Airam 40 W 4130 lm	Auralight 33 W 4450 lm	Ensto 40 W 4500 lm	Sylvania 40 W 4000 lm
HF	86,13 €	180,48 €	176,50 €	103,98 €
DALI	124,19 €	205,96 €	191,90 €	140,40 €
Casambi	140,00 €	280,00 €	* 266,90 €	143,46 €

* Casambi moduuli DALI-valaisimeen

Taulukko 5: Valaisimien hinta ero prosentteina pos 1.

Tuotevalmistajat	Valaisin mallin ero prosentteina		
	HF-DALI	DALI-Casambi	HF-Casambi
Airam	30,65 %	11,29 %	38,48 %
Auralight	12,37 %	26,44 %	35,54 %
Ensto	8,03 %	* 28,10 %	* 33,87 %
Sylvania	25,73 %	2,41 %	27,52 %

* Casambi moduuli DALI-valaisimeen

Taulukossa 4. vertailtiin position 1. tuotevalmistajien valaisimia. Tässä vaiheessa ainoastaan Enston tuotevalmistajan valaisimeen tarvitaan Casambi moduuli, jotta Dali valaisin on yhteensopiva Casambin järjestelmän kanssa. Taulukossa 5. on tuotevalmistajien prosentuaalinen ero valaisimen ja järjestelmien välillä.



Kuva 14: POS 2 Alasvalaisin

Taulukko 6: Valaisimet pos 2.

Valaisinmalli	Tuotevalmistajat			
	Airam 28 W 3300 lm	Auralight 27 W 2900 lm	Ensto 21 W 2000 lm	Sylvania 20 W 2400 lm
HF	169,26 €	86,02 €	180,95 €	88,99 €
DALI	203,28 €	142,49 €	216,31 €	181,71 €
Casambi	206,00 €	200,00 €	* 291,31 €	183,75 €

* Casambi moduuli DALI-valaisimeen

Taulukko 7: Valaisimien hinta ero prosentteina pos 2.

Tuotevalmistajat	Valaisin mallin ero prosentteina		
	HF-DALI	DALI-Casambi	HF-Casambi
Airam	16,74 %	1,32 %	17,83 %
Auralight	39,63 %	28,76 %	56,99 %
Ensto	16,35 %	* 25,80 %	* 37,93 %
Sylvania	51,03 %	1,10 %	51,57 %

* Casambi moduuli DALI-valaisimeen

Taulukossa 6. vertailtiin position 2. tuotevalmistajien valaisimia. Tässä vaiheessa ainoastaan Enston tuotevalmistajan valaisimeen tarvitaan Casambi moduuli, jotta Dali valaisin on yhteensopiva Casambin järjestelmän kanssa. Taulukossa 7. on tuotevalmistajien prosentuaalinen ero valaisimen ja järjestelmien välillä.



Kuva 15: POS 3 Spotvalaisin

Taulukko 8: Valaisimet pos 3.

Valaisinmalli	Tuotevalmistajat			
	Airam 8 W 650 lm	Auralight 8 W 700 lm	Ensto 11 W 1000 lm	Sylvania 12 W 1134 lm
HF	28,18 €	71,53 €	133,15 €	103,26 €
DALI	89,00 €	151,09 €	168,88 €	186,08 €
Casambi	105,00 €	190,00 €	* 243,88 €	187,74 €

* Casambi moduuli DALI-valaisimeen

Taulukko 9: Valaisimien hinta ero prosentteina pos3.

Tuotevalmistajat	Valaisin mallin ero prosentteina		
	HF-DALI	DALI-Casambi	HF-Casambi
Airam	68,34 %	15,24 %	73,16 %
Auralight	59,25 %	34,52 %	73,31 %
Ensto	16,91 %	* 26,20 %	* 38,31 %
Sylvania	44,51 %	0,88 %	45,00 %

* Casambi moduuli DALI-valaisimeen

Taulukossa 8. vertailtiin position 3. tuotevalmistajien valaisimia. Tässä vaiheessa ainoastaan Enston tuotevalmistajan valaisimeen tarvitaan Casambi moduuli, jotta Dali valaisin on yhteensopiva Casambin järjestelmän kanssa. Taulukossa 9. on tuotevalmistajien prosentuaalinen ero valaisimen ja järjestelmien välillä.



Kuva 16: POS 4 Yleisvalaisin

Taulukko 10: Valaisimet pos 4.

Valaisin	Tuotevalmistajat			
	Airam 18 W 1700 lm	Auralight 13 W 1810 lm	Ensto 18 W 1790 lm	Sylvania 19 W 1690 lm
HF	65,10 €	193,00 €	193,45 €	178,84 €
DALI	101,00 €	264,00 €	288,42 €	232,82 €
Casambi	120,00 €	325,00 €	* 363,42 €	* 307,82 €

* Casambi moduuli DALI-valaisimeen

Taulukko 11: Valaisimien hinta ero prosentteina pos 4.

Tuotevalmistajat	Valaisin mallin ero prosentteina		
	HF-DALI	DALI-Casambi	HF-Casambi
Airam	35,54 %	15,83 %	45,75 %
Auralight	26,89 %	18,77 %	40,62 %
Ensto	27,63 %	* 17,91 %	* 40,59 %
Sylvania	20,79 %	* 22,08 %	* 38,27 %

* Casambi moduuli DALI-valaisimeen

Taulukossa 10. vertailtiin position 3. tuotevalmistajien valaisimia. Tässä vaiheessa Enston ja Sylvania tuotevalmistajan valaisimeen tarvitaan Casambi moduuli, jotta Dali valaisin on yhteensopiva Casambin järjestelmän kanssa. Taulukossa 11. on tuotevalmistajien prosentuaalinen ero valaisimen ja järjestelmien välillä.

Taulukko 12: Valaisimien hinta keskiarvo

	Keskiarvo		
	HF	DALI	Casambi
Pos 1	136,77 €	165,61 €	140,87 €
Pos 2	131,31 €	185,95 €	220,27 €
Pos 3	94,62 €	159,36 €	192,25 €
Pos 4	179,18 €	243,42 €	300,92 €

Taulukko 13: Valaisimien hinta eron keskiarvo prosentteina

	Keskiarvo		
	HF-DALI	DALI-Casambi	HF-Casambi
Pos 1	9,93 %	15,86 %	24,22 %
Pos 2	23,12 %	19,03 %	37,75 %
Pos 3	30,61 %	24,74 %	47,78 %
Pos 4	28,80 %	20,69 %	43,52 %

Taulukoista 4-13. voidaan päätellä, että prosentuaalinen hintaero valaisinmallien välillä vaihtelee tuotevalmistajan mukaan. Airam ja Auralight olivat ainoat tuotevalmistajat, joilta löytyivät kaikkiin valaisinmalleihin suoraan yhteensopiva valaisin Casambi-järjestelmään. Tarvittaessa Casambi-järjestelmään on saatavilla moduuli, joka yhdistää DALI-valaisimen Casambi-järjestelmään.

4.4.2 Laitteet ja komponentit

Laitteiden ja komponenttien vertailussa on käytetty ensisijaisesti Schneider Electricin Exxact tuotesarjaa. Dalin laitteissa on käytetty Helvarin Digidim tuotesarjaa. Casambissa on käytetty Casambin omaa tuotesarjaa.

Taulukko 14: Tuotteet ja komponentit

Tuote	Määrä (kpl)	HF	DALI	Casambi	Perinteinen	Yhteensä			KNX	
						DALI	Casambi	KNX		
POS1.	14	180,48 €	205,86 €	280,00 €	2 526,72 €	2 882,04 €	3 920,00 €	2 882,04 €		
POS2.	3	86,02 €	142,49 €	200,00 €	258,06 €	427,47 €	600,00 €	427,47 €		
POS3.	6	71,53 €	151,09 €	190,00 €	429,18 €	906,54 €	1 140,00 €	906,54 €		
POS4.	5	193,00 €	264,00 €	325,00 €	965,00 €	1 320,00 €	1 625,00 €	1 320,00 €		
					4 178,96 €	5 536,05 €	7 285,00 €	5 536,05 €		
Laitteet	Määrä (kpl)	Perinteinen	DALI	Casambi	KNX					
Painike 1-os	3	11,50 €	238,14 €	99,37 €	68,63 €	34,50 €	1 190,70 €	496,85 €	205,89 €	
Painike 2-os	2	13,34 €	226,24 €	99,37 €	76,27 €	26,68 €	452,48 €	198,74 €	152,54 €	
Painonappi	8	31,86 €				254,88 €				
Valonsäädin	5	105,91 €				529,55 €	- €	- €	- €	
Verhokytkin	3	41,96 €				125,88 €	- €	- €	- €	
Liiketunnistin	5	103,58 €	226,94 €	130,61 €	139,49 €	517,90 €	1 134,70 €	653,05 €	697,45 €	
Pistorasia 1-os	3	13,14 €	13,14 €	13,14 €	13,14 €	39,42 €	39,42 €	39,42 €	39,42 €	
Pistorasia 2-os	11	19,75 €	19,75 €	19,75 €	19,75 €	217,25 €	217,25 €	217,25 €	217,25 €	
Termostaatti	4	66,54 €	66,54 €	66,54 €	178,64 €	266,16 €	266,16 €	266,16 €	714,56 €	
						2 012,22 €	3 300,71 €	1 871,47 €	2 027,11 €	
Komponentit	Määrä (kpl)	Perinteinen	DALI	Casambi	KNX					
Virtalähde	1				235,05 €	- €	- €	- €	235,05 €	
homeLynk	1				798,42 €	- €	- €	- €	798,42 €	
Lähtöyksikkö 8x16A	1		649,00 €		411,24 €	- €	649,00 €	- €	411,24 €	
Rele yksikkö 10A	8			186,00 €		- €	- €	1 488,00 €	- €	
Sysäysrele 4x16A	4	89,62 €				358,48 €				
Valonsäädin	1		465,36 €		457,29 €	- €	465,36 €	- €	457,29 €	
Verho-ohjain	1		427,67 €	521,34 €	313,96 €	- €	427,67 €	521,34 €	313,96 €	
Lähtöyksikkö lämmitin	1				250,52 €	- €	- €	- €	250,52 €	
KNX-DALI - Väylämuunnin	1				657,67 €	- €	- €	- €	657,67 €	
Reititin	1		1 389,20 €			- €	1 389,20 €	- €	- €	
						358,48 €	2 931,23 €	2 009,34 €	3 124,25 €	
						Yhteensä:	6 549,66 €	11 767,99 €	11 165,81 €	10 687,41 €

Taulukossa 14. on lueteltuna kaikki tarvittavat laitteet ja komponentit ominaisuus 4. (valaistus, pistorasiat, verhot ja termostaattien ohjaus) vaatimuksiin. Ominaisuuksien kokonaishinta määrittyy laitteiden määrästä ja ominaisuuksista sekä tarvittavista komponenteista ja ohjelmoinnista.

Seuraavissa taulukoissa (taulukot. 14., 15., 16.,17. 18., 19., 20. ja 21.) vertaillaan eri ominaisuuksien hintaeroa prosentteina. Taulukoissa on ilmoitettu, valaisimien, laitteiden ja komponenttien kokonaishinta, sekä näiden laskettu kokonaishinta.

Taulukko 15: Ominaisuudet 1: Valaisimet

	Ominaisuudet 1			
	Valaisimet			
	Perinteinen	DALI	Casambi	KNX
Valaisimet	4 178,96 €	5 536,05 €	7 285,00 €	5 536,05 €
Laitteet	1 757,34 €	3 426,59 €	1 997,35 €	1, 704,59 €
Komponentit		1 854,56 €		2 148,43 €
Kokonaishinta	5 936,30 €	10 817,20 €	9 282,35 €	9 389,07 €

Taulukko 16: Ominaisuudet 1: Prosentuaalinen hinta ero

Ominaisuudet 1					
Perinteinen-DALI	Perinteinen-Casambi	Perinteinen-KNX	Casambi-DALI	Casambi-KNX	KNX-DALI
45,12 %	36,05 %	36,77 %	14,19 %	1,13 %	13,20 %

Taulukossa 15. on ominaisuuksina vain valaisimien ohjaus älyjärjestelmän avulla. Taulukkoa 16. tarkastellen perinteiseen järjestelmään verraten keskimääräinen ero älyjärjestelmien kanssa on noin 39%. Suurin ero on Dali järjestelmällä ja pienin ero on Casambi järjestelmällä.

Taulukko 17: Ominaisuudet2: Valaisimet ja pistorasiat

	Ominaisuudet 2			
	Valaisimet, pistorasiat			
	Perinteinen	DALI	Casambi	KNX
Valaisimet	4 178,96 €	5 536,05 €	7 285,00 €	5 536,05 €
Laitteet	2 012,22 €	3 300,71 €	1 871,47 €	1 578,71 €
Komponentit	358,48 €	2 503,56 €	1 488,00 €	2 559,67 €
Kokonaishinta	6 549,66 €	11 340,32 €	10 644,47 €	9 674,43 €

Taulukko 18: Ominaisuudet 2: Prosentuaalinen hinta ero

Ominaisuudet 2					
Perinteinen-DALI	Perinteinen-Casambi	Perinteinen-KNX	Casambi-DALI	Casambi-KNX	KNX-DALI
42,24 %	38,47 %	32,30 %	6,14 %	-10,03 %	14,68 %

Taulukossa 17. on ominaisuuksina valaisimien ja pistorasioiden ohjaus älyjärjestelmän avulla. Taulukkoa 18. tarkastellen perinteiseen järjestelmään verraten keskimääräinen ero älyjärjestelmien kanssa on noin 37,67%. Suurin ero on Dali järjestelmällä ja pienin ero on KNX järjestelmällä. Ominaisuus 1. poiketen, KNX järjestelmällä on pienin ero perinteiseen järjestelmään verraten.

Taulukko 19: Ominaisuudet 3: Valaisimet, pistorasiat ja verhomoottorit

	Ominaisuudet 3			
	Valaisimet, pistorasiat, verhomoottorit			
	Perinteinen	DALI	Casambi	KNX
Valaisimet	4 178,96 €	5 536,05 €	7 285,00 €	5 536,05 €
Laitteet	2 012,22 €	3 300,71 €	1 871,47 €	1 578,71 €
Komponentit	358,48 €	2 931,23 €	2 009,34 €	2 873,63 €
Kokonaishinta	6 549,66 €	11 767,99 €	11 165,81 €	9 988,39 €

Taulukko 20: Ominaisuudet 3: Prosentuaalinen hinta ero

Ominaisuudet 3					
Perinteinen-DALI	Perinteinen-Casambi	Perinteinen-KNX	Casambi-DALI	Casambi-KNX	KNX-DALI
44,34 %	41,34 %	34,43 %	5,12 %	-11,79 %	15,12 %

Taulukossa 19. on ominaisuuksina valaisimien, pistorasioiden ja verhomoottorien ohjaus älyjärjestelmän avulla. Taulukkoa 20. tarkastellen perinteiseen järjestelmään verraten keskimääräinen ero älyjärjestelmän kanssa on noin 40,04%. Suurin ero on Dali järjestelmällä ja pienin ero on KNX järjestelmällä.

Taulukko 21: Ominaisuudet 4: Valaisimet, pistorasiat, verhomoottorit ja termostaatit

	Ominaisuudet 4			
	Valaisimet, pistorasiat, verhomoottorit ja termostaatit			
	Perinteinen	DALI	Casambi	KNX
Valaisimet	4 178,96 €	5 536,05 €	7 285,00 €	5 536,05 €
Laitteet	2 012,22 €	3 300,71 €	1 871,47 €	2 027,11 €
Komponentit	358,48 €	2 931,23 €	2 009,34 €	3 124,35 €
Kokonaishinta	6 549,66 €	11 767,99 €	11 165,81 €	10 687,51 €

Taulukko 22: Ominaisuudet 4: Prosentuaalinen hinta ero

Ominaisuudet 4					
Perinteinen-DALI	Perinteinen-Casambi	Perinteinen-KNX	Casambi-DALI	Casambi-KNX	KNX-DALI
44,34 %	41,34 %	38,72 %	5,12 %	-4,48 %	9,18 %

Taulukossa 21. on ominaisuuksina valaisimien, pistorasioiden, verhomoottorien ja termostaattien ohjaus älyjärjestelmän avulla. Tässä vaiheessa KNX järjestelmä on ainut, jolla voidaan ohjata termostaattia suoraan yhteensopivilla laitteilla ja komponenteilla. Taulukkoa 22. tarkastellen perinteiseen järjestelmään verraten keskimääräinen ero älyjärjestelmän kanssa on noin 41,47% ja pienin ero on KNX järjestelmällä.

Taulukko 23: Järjestelmän ohjelmointi

Ohjelmointi		
DALI	Casambi	KNX
1 000,00 €	1 000,00 €	1 000,00 €

Taulukossa 23. on esitetty mallikohteen kustannus hinta. Ohjelmoinnissa KNX- ja Dali järjestelmä tarvitsevat ohjelmointityökalun. Ohjelmointi tarvitsee asiantuntemustyötä, jotta järjestelmä saa käyttöön. Casambi-järjestelmän ohjelmointi voidaan toteuttaa esimerkiksi älypuhelimien Casambi-sovelluksella. Casambi-järjestelmän ohjelmointi ei vaadi niin älyttömästi asiantuntemustyötä, kuin KNX- ja Dali-järjestelmissä. Ohjelmointi on noin 9% koko järjestelmän kustannuksesta.

4.4.3 Kustannuksien yhteenveto

Kokonaiskustannus määrittyy pitkälti valaismien, ominaisuuksien ja järjestelmän valinnasta. Perinteisen ja älyjärjestelmän eroavaisuus kasvaa eri ominaisuuksien kohdalla keskimäärin noin kahdella prosentilla. Casambi-järjestelmään valaisimet ovat huomattavasti kalliimpia kuin DALI- tai KNX-järjestelmään. Laitteiden osalta Dalin järjestelmään oli huomattavasti kalliimmat laitteet. Casambin ja KNX:n järjestelmän laitteiden hintaero oli noin viisitoista prosenttia. Vaikka Casambi-järjestelmä tarvitsee vähemmän komponentteja, muodostuu sen kokonaishinta korkeaksi valaisimien takia.

Älyjärjestelmien ohjelmointi palveluna on hyvin kallista. Ohjelmoinnin hinta määrittyy: valaistuksien-, kentälaitteiden ja keskuslaitteiden määrästä.

5 KYSELYOSIO

Älylaitejärjestelmät ovat yleistymässä koko ajan markkinoilla ja käytössä. Useimmat isot kiinteistöt käyttävät älylaitejärjestelmää, kuten myös uusiin kouluihin on otettu älylaitejärjestelmät käyttöön. Yhä useampi yksityishenkilö on ottanut älylaitejärjestelmän käyttöön omassa kodissaan tai mökillä. Yleisin älylaitteen käyttötarkoitus on valaisimien ohjaus.

Kyselyn avulla on tarkoitus havainnoida ihmisten yleinen tietämys älylaitejärjestelmistä ja niiden mielipiteet käytön sujuvuudesta, sekä kustannus hinnasta. Tuloksista tarkastellaan mistä ihmiset ovat kuulleet älylaitejärjestelmistä, käyttöympäristö ja älyjärjestelmien tuottama hyöty, sekä ominaisuudet, mitä käyttäjät arvostavat käytössä.

5.1 Kysymykset ja tulokset

1. Oletko rakennusalan henkilö?

- Kysymyksessä jaoteltiin rakennusalan henkilöt ja ei rakennusalan henkilöt. Kaikille esitettiin kuitenkin samat kysymykset.

2. Onko älyjärjestelmä sinulle tuttu?

- Kysymyksessä selvitetään, kuinka tunnettu älylaitejärjestelmä on.

3. Mistä olet kuullut älylaitejärjestelmästä?

- Kysymyksessä selvitetään mistä vastaajat ovat kuulleet älyjärjestelmistä.

4. Onko jokin näistä järjestelmistä sinulle entuudestaan tuttu?

- Kysymyksessä selvitetään, mitkä älylaitejärjestelmät ovat tunnetuimpia.

5. Kuinka usein käytät älylaitejärjestelmää?

- Kysymyksessä selvitetään, kuinka paljon älylaitejärjestelmää käytetään.

6. Missä käytät älylaitejärjestelmää?

- Kysymyksessä selvitetään missä älylaitejärjestelmää käytetään eniten.

7. Älylaitejärjestelmän käytön helppous.

- Kysymyksessä selvitetään älylaitejärjestelmän käytön mukavuutta.

8. Älyjärjestelmän tuottama hyöty.

- Kysymyksessä selvitetään älylaitejärjestelmän tuottama hyöty.

9. Oletko ollut tyytyväinen älylaitejärjestelmään käyttöön?

- Kysymyksessä selvitetään tyytyväisyys älylaitejärjestelmään.

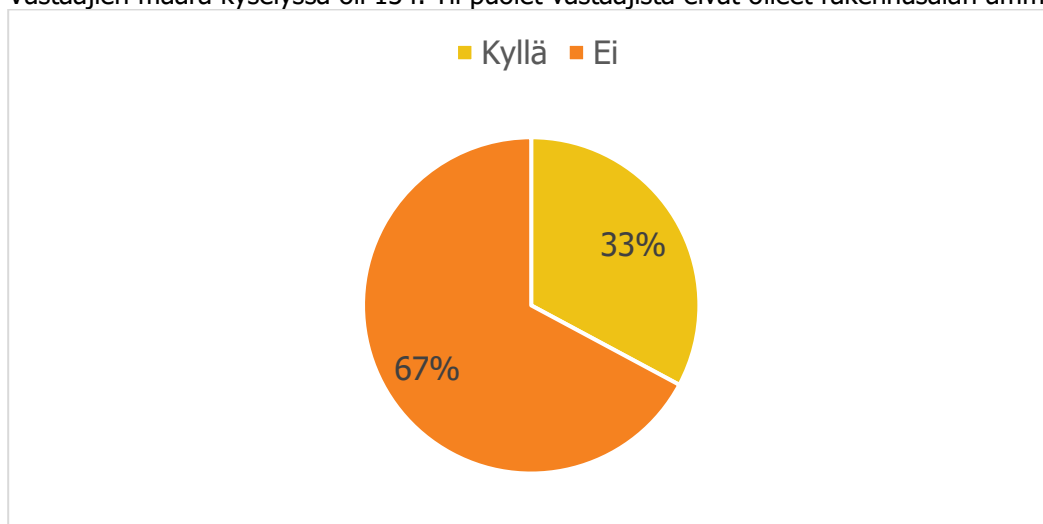
10. Aiotko hankkia tulevaisuudessa älylaitejärjestelmän?

- Kysymyksessä selvitetään älylaitejärjestelmän hankinnasta.

11. Mielipiteesi älylaitejärjestelmän kustannuksista?

- Kysymyksessä selvitetään älylaitejärjestelmän kustannuksista.

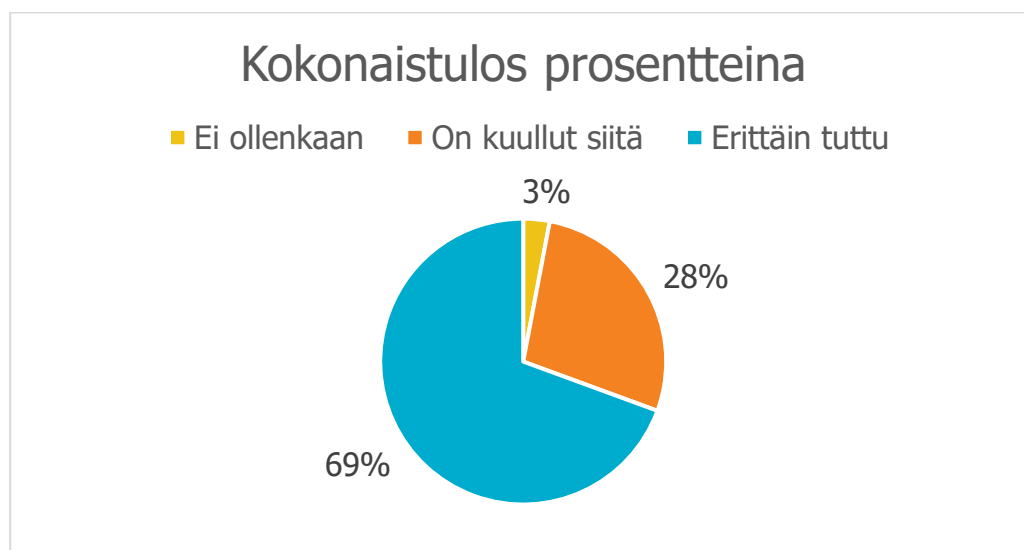
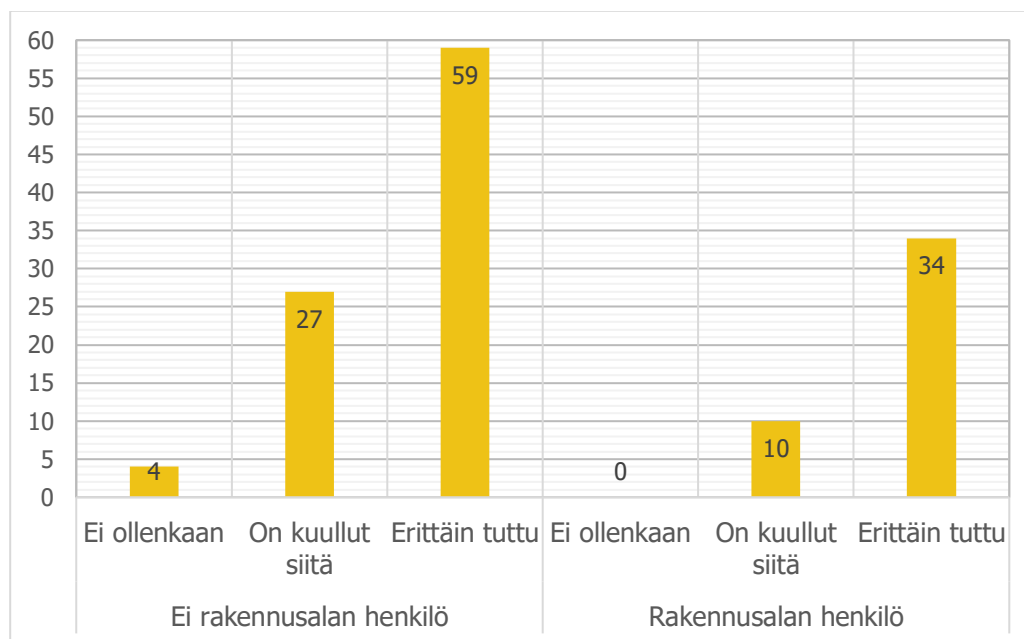
Vastaajien määrä kyselyssä oli 134. Yli puolet vastaajista eivät olleet rakennusalan ammattilaisia.



Kuvio 1: Kysymys osion jakaantumien

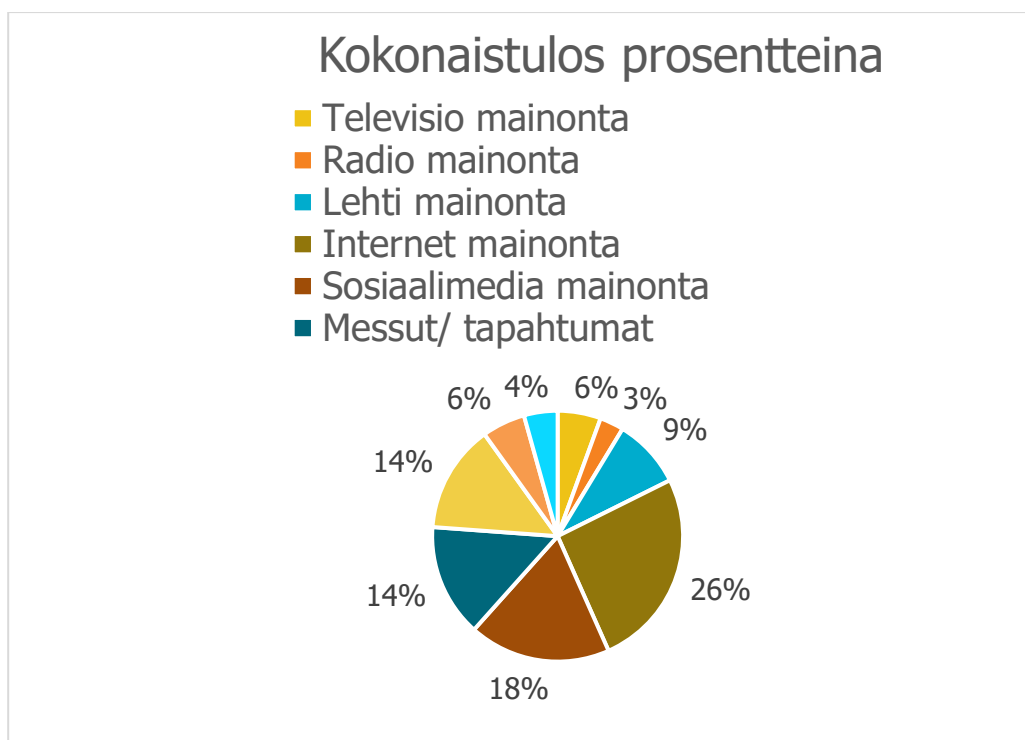
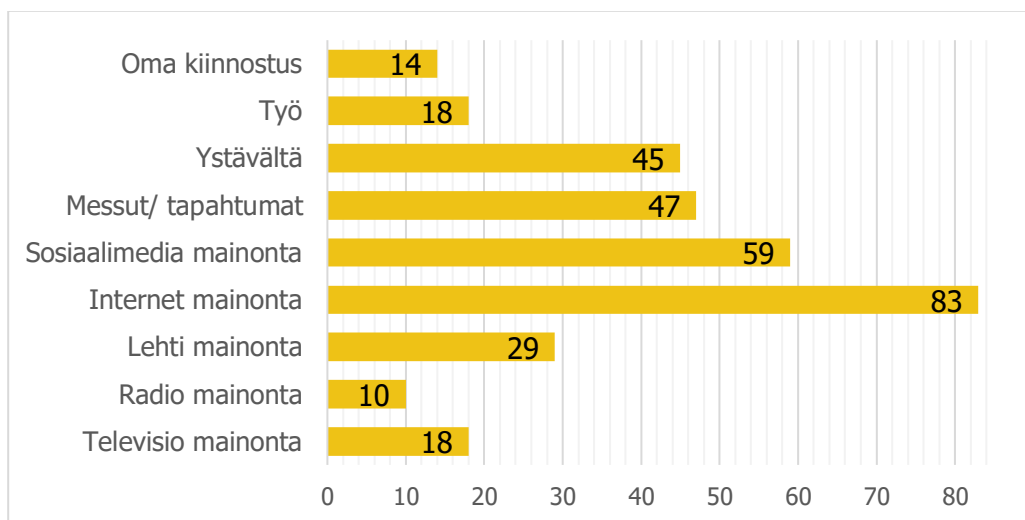
Kyselyyn vastaajista lähes jokaiselle älyjärjestelmä oli ennestään tuttu käsite.

Vain muutamalle henkilölle vastaajista älylaitejärjestelmä ei ollut lainkaan tuttu käsite.



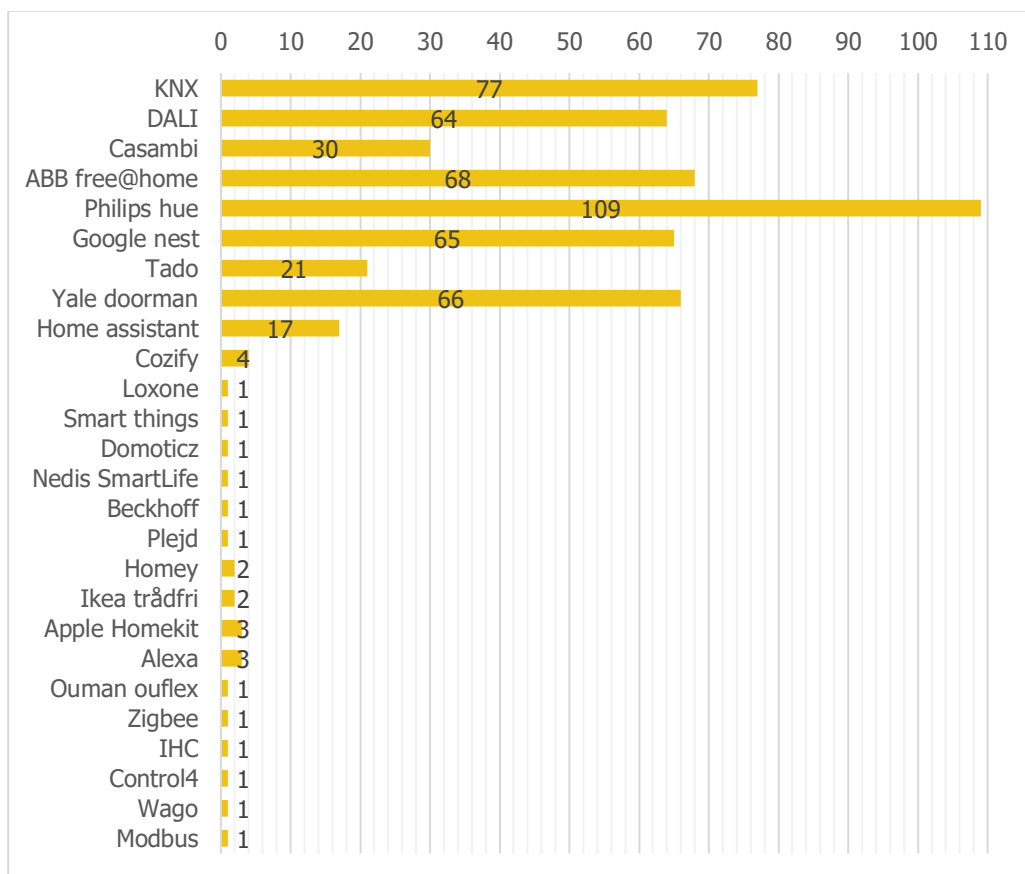
Kuvio 2: Älyjärjestelmien yleinen tietämys

Kysely vastaajien mukaan suurimmat älyjärjestelmien mainoskanavat ovat olleet: Internet, sosiaalinen media, messut/tapahtumat ja ystävät.

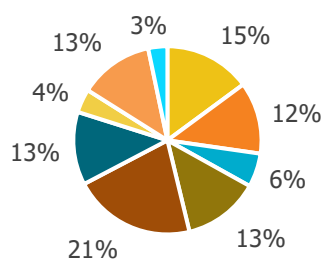
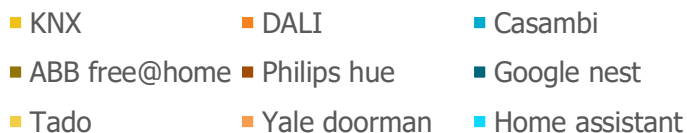


Kuvio 3: Älyjärjestelmien mainoskanavat

Kyselyn perusteella tunnetuimpia älylaittejärjestelmiä ovat, Philips Hue, KNX, ABB free@home, Yale doorman, Google nest, DALI, Casambi, Tado ja Home assistant.

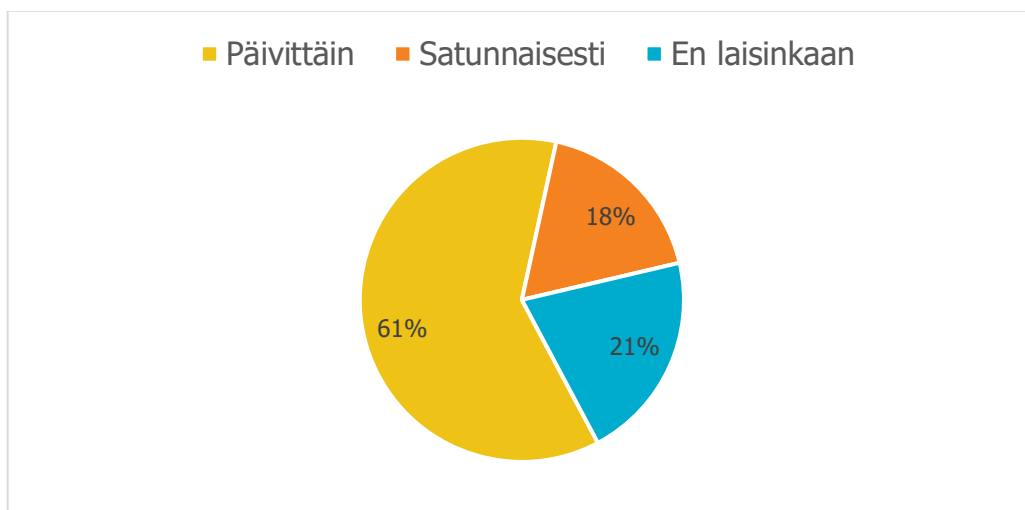


Kokonaistulos prosentteina



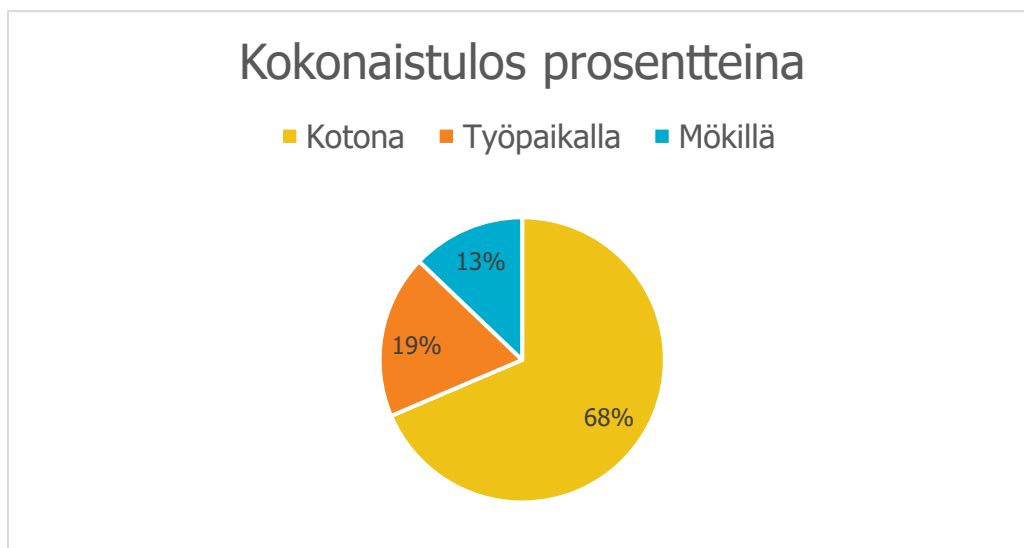
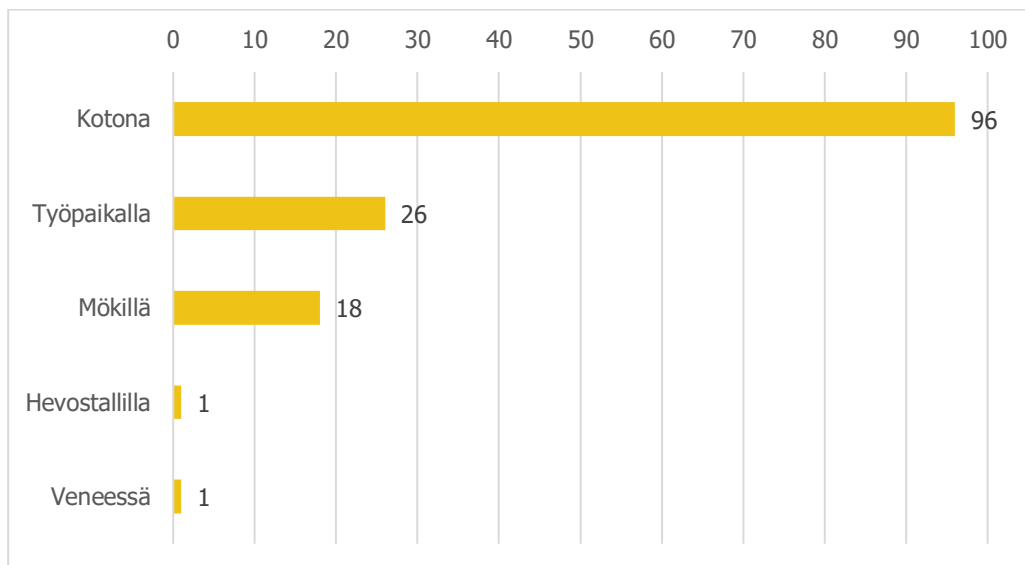
Kuvio 4: Tunnetuimmat älyjärjestelmät

Kyselyn perusteella yli puolet vastaajista käyttävät älyjärjestelmää päivittäin. Kokonaisuudessaan suurin osa käyttäjistä käyttää älyjärjestelmää.



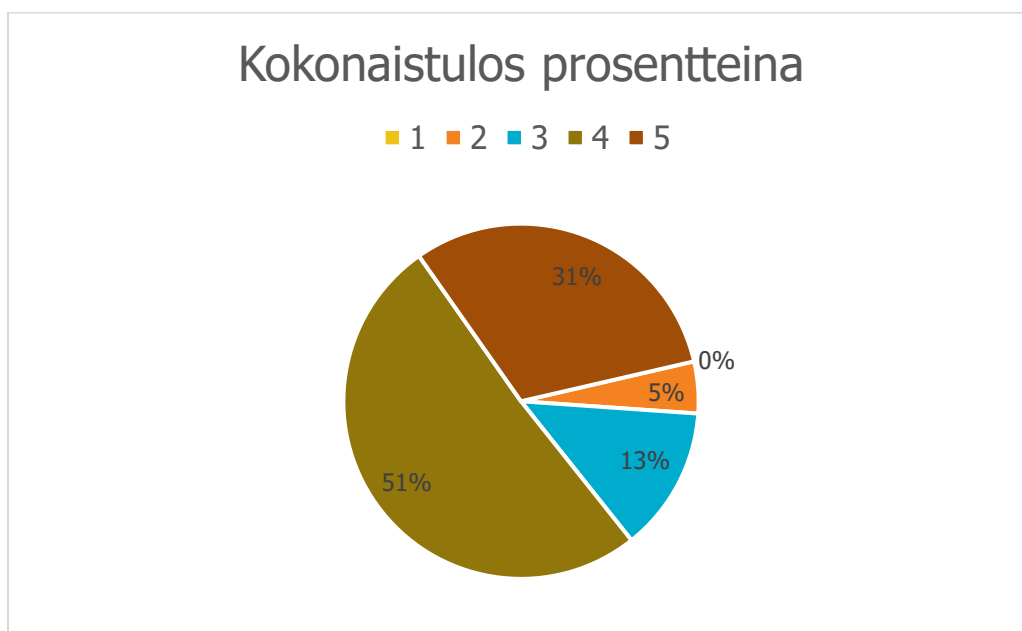
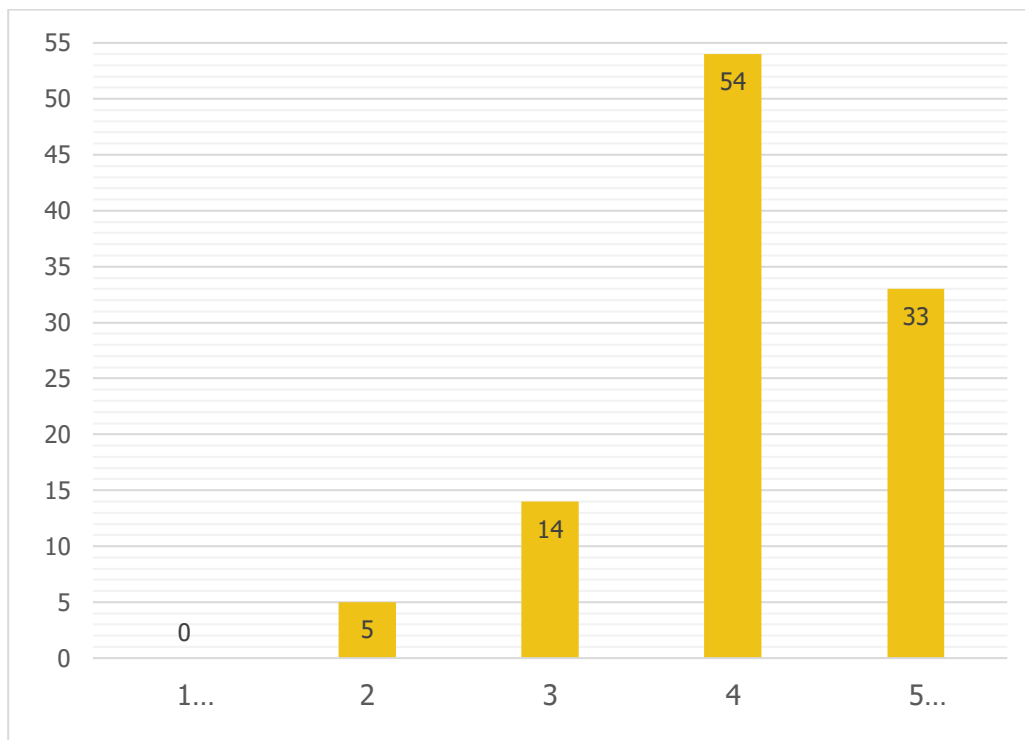
Kuvio 5: Älyjärjestelmän käyttö

Kyselyn perusteella, ihmiset käyttävät huomattavasti eniten älyjärjestelmää kotona.



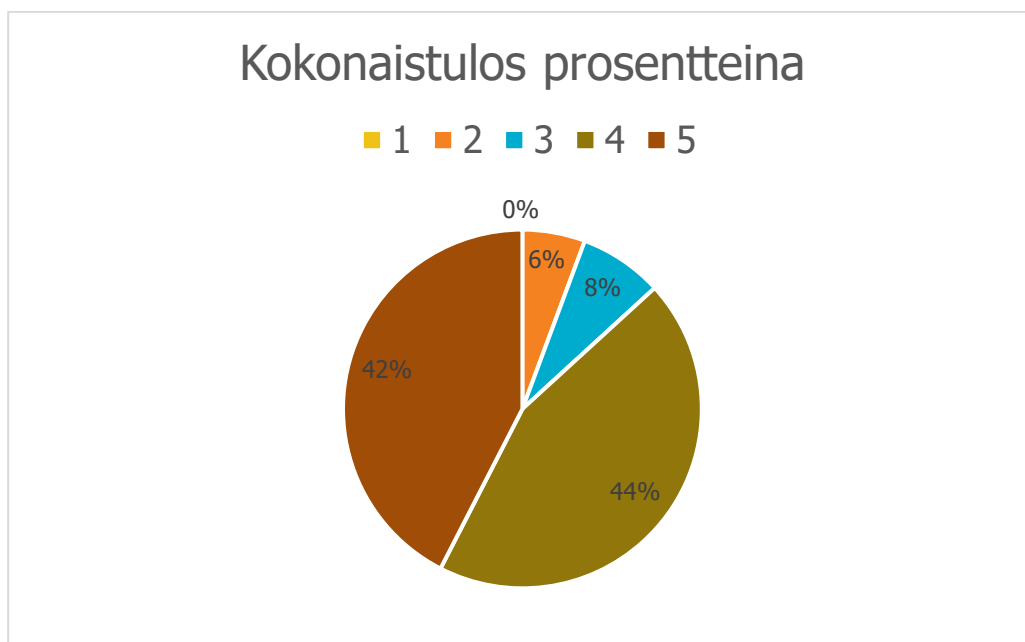
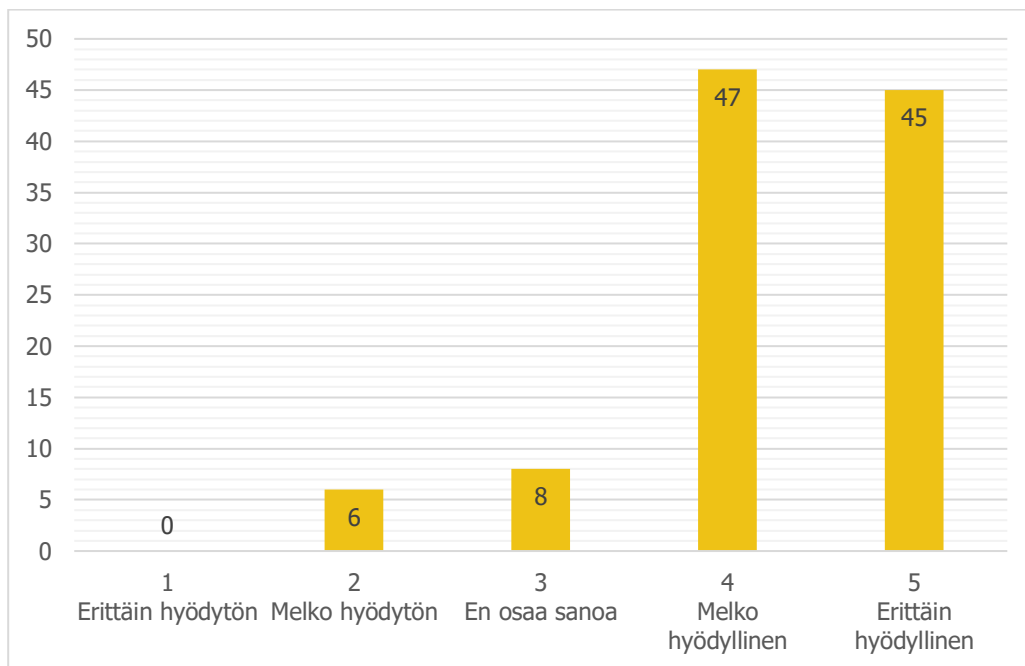
Kuvio 6: Älyjärjestelmien käyttökohteet

Kyselyn perusteella vastaajat pitävät älyjärjestelmien käyttöä suhteellisen helppoa.



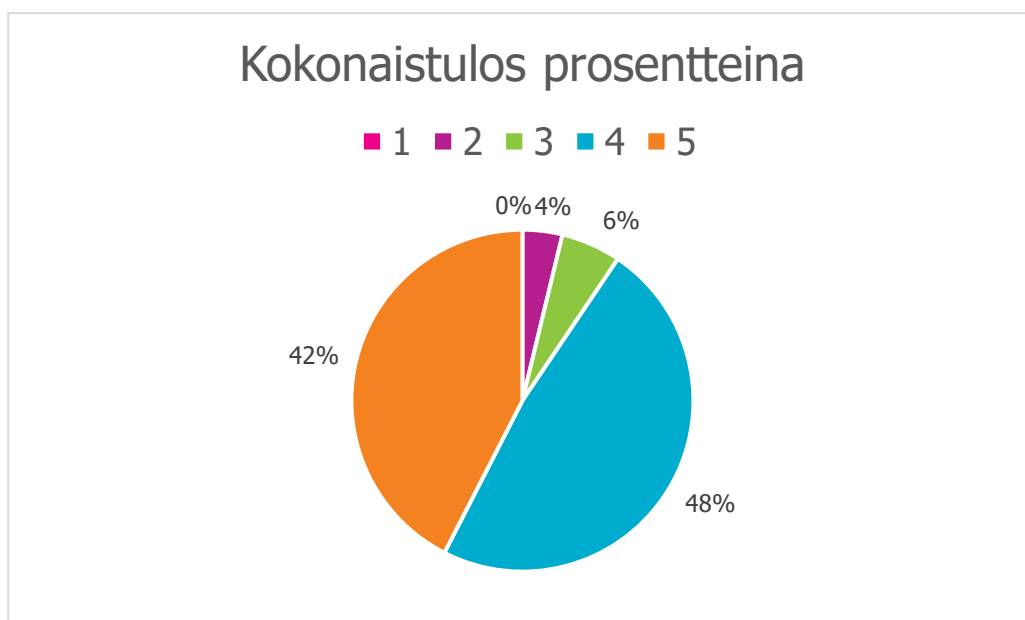
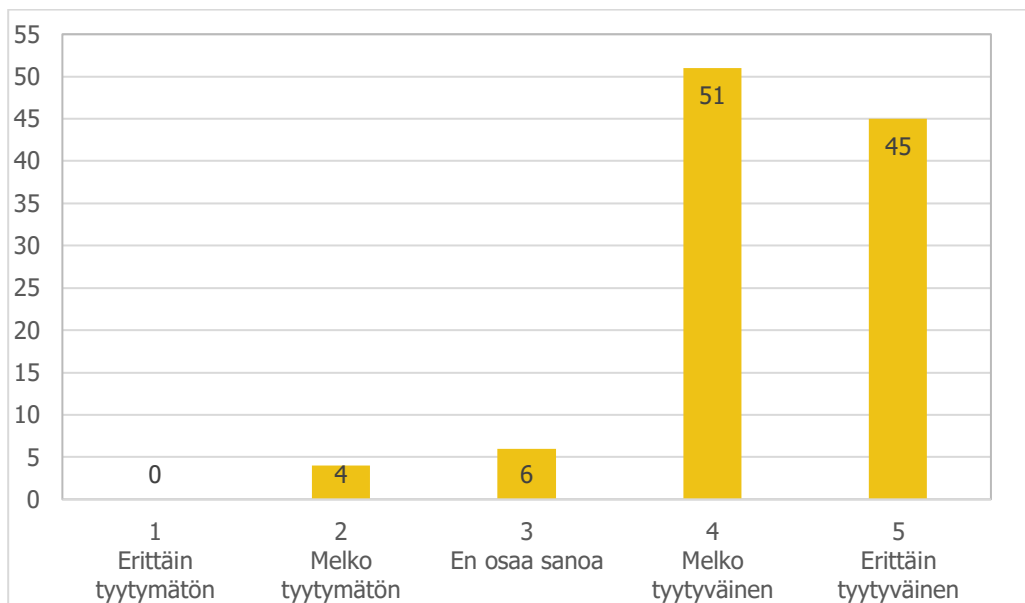
Kuvio 7: Älyjärjestelmän käyttömukavuus

Kyselyn perusteella käyttäjät pitävät älyjärjestelmien tuottamaa hyötyä suurena.



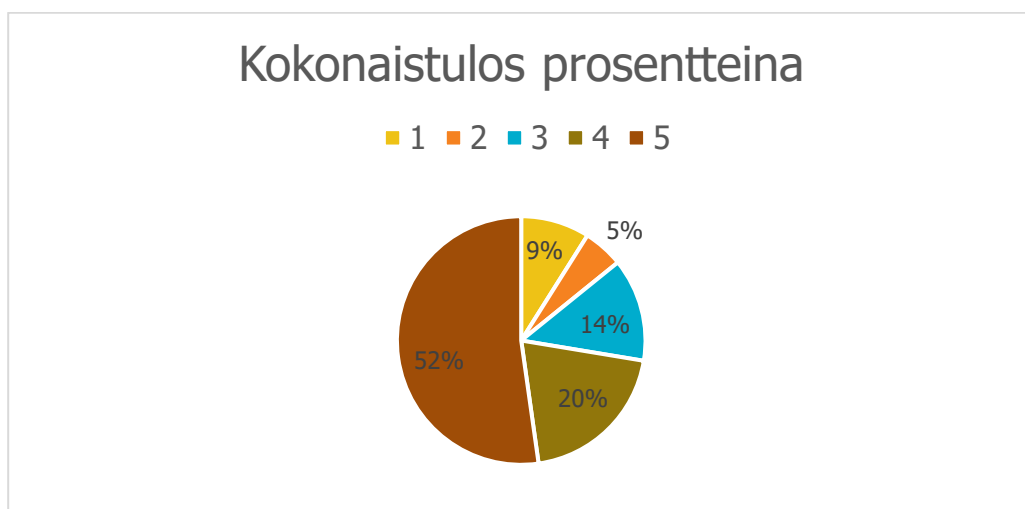
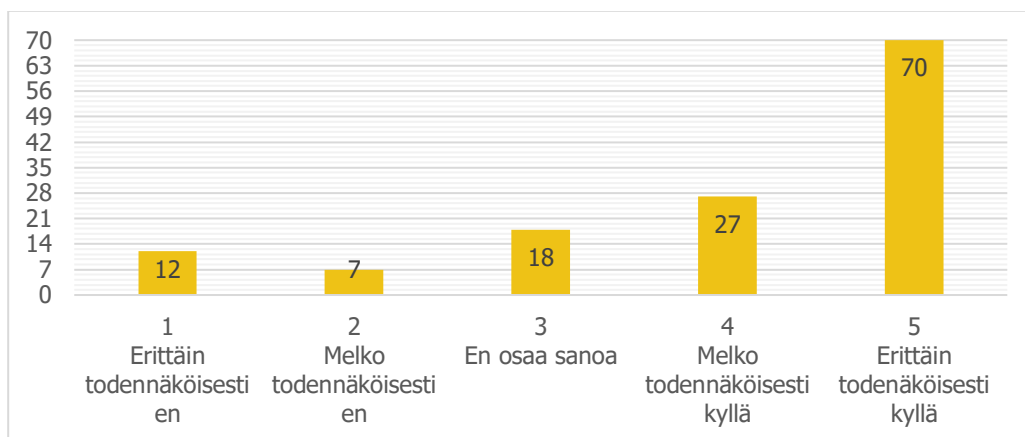
Kuvio 8: Älyjärjestelmän tuottama hyöty

Kyselyn perusteella älyjärjestelmien käyttöön on oltu tyytyväisiä.



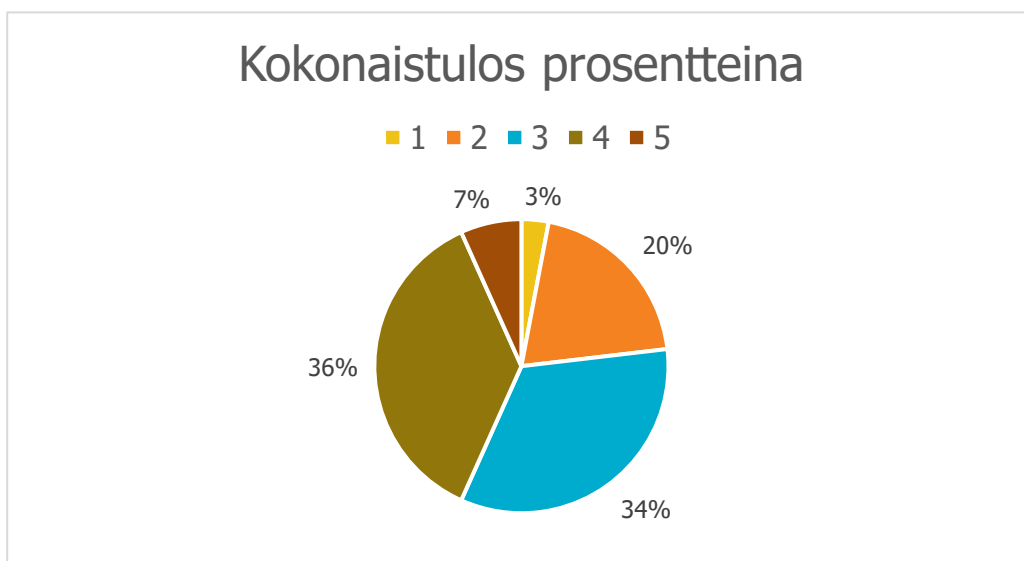
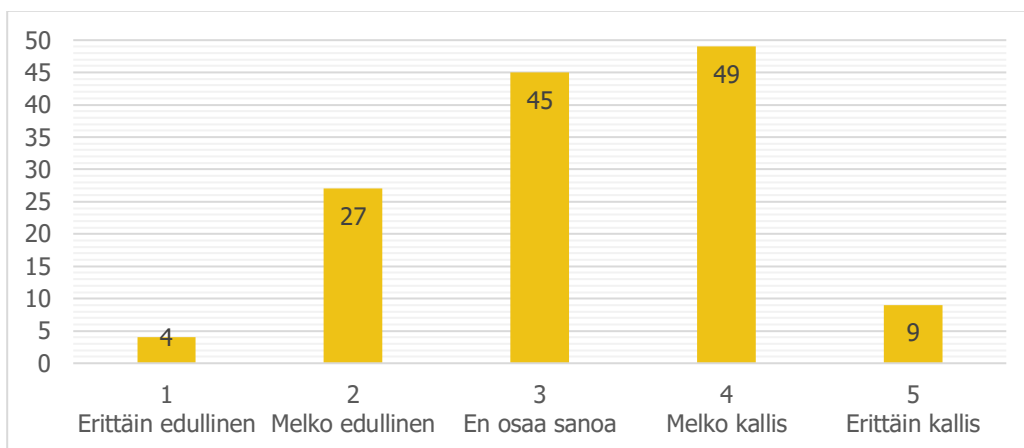
Kuvio 9: Järjestelmien käytön tyytyväisyys.

Kyselyn perusteella osa vastaajista aikovat hankkia tai ovat hankkineet älylaitejärjestelmän arkikäyttöön.



Kuvio 10: Järjestelmän hankinta

Kyselyn perusteella osa vastaajista pitävät älylaitejärjestelmän kustannuksia kalliina, mutta myös osa vastaajista on sitä mieltä, että älylaitejärjestelmän kustannukset eivät ole liian kalliita.



Kuvio 11: Älyjärjestelmän kustannukset

5.2 Kysymys tuloksien yhteenveto

Kyselyyn osallistui 134 henkilöä ja lähes jokaiselle älyjärjestelmä oli ennestään tuttu käsite, vain neljälle henkilölle älyjärjestelmä ei ollut laisinkaan tuttu käsite. Suurin osa henkilöistä olivat kuulleet älyjärjestelmästä Internetin, Sosiaalisesta median, messujen/ tapahtumien ja ystävien avulla. Tunnetuimpia älyjärjestelmiä oli: Philips Hue, KNX, ABB free@home, Yale doorman, Google nest, DALI, Casambi, Tado ja Home assistant.

Kyselyn osallistujista 106 henkilöä käyttää älyjärjestelmää arjessa ja vain 24 henkilöä ei laisinkaan. Kyselyn perusteella älyjärjestelmää käytetään eniten kotona, toiseksi eniten työpaikalla ja kolmanneksi eniten mökillä. Myös älyjärjestelmä on otettu käyttöön hevostilalla ja veneessä. Kyselyn perusteella älyjärjestelmän käyttö on kohtuullisen helppoa ja tuonut hyötyä arjessa sekä käyttäjät ovat olleet tyytyväisiä älyjärjestelmän hankintaan.

Kyselyn perusteella suurin osa vastaajista aikoo hankkia tai on jo hankkinut älyjärjestelmän. Älyjärjestelmiä pidetään vielä melko kalliina tuotteena. Kyselyn tuloksien avulla vahvistettiin ennako-olettama älyjärjestelmän yleistymisestä.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoitus oli tutkia ja vertailla eri älyjärjestelmien ominaisuuksia ja hintaeroa prosentuaalisesti perinteiseen sähköistys menetelmään. Vertailun kohteena toimi esimerkkimalli toimistotilasta. Työssä vertailtiin KNX-, Dali- ja Casambi-älyjärjestelmiä, sekä valaisimien ja älyjärjestelmien hinta vaikutusta eri ominaisuuksien välillä.

Työn tuloksista luotiin vertailutaulukot älyjärjestelmien ja perinteisen sähköistykseen menetelmään, sekä valaisimien vertailusta luotiin vertailu taulukot. Älyjärjestelmän kokonaiskustannus määräytyy pitkälti valaisimien, ominaisuuksien ja järjestelmän valinnasta. Valintaan vaikuttaa myös käyttökohde ja tarkoitus. Työn tuloksena syntyi käyttökelpoiset vertailutaulukot suunnittelun työkaluksi.

Älyjärjestelmän valitsemisessa täytyy miettiä järjestelmän käyttötarkoitusta ja kohdetta. KNX, Dali ja Casambi järjestelmät ovat kilpailukykyisiä vain, jos halutaan ohjata valaisimia, verhomootoreita ja pistorasioita älyjärjestelmän avulla. KNX järjestelmä on selkeästi monipuolisin älyjärjestelmä kiinteistöautomaatiossa. Valmiskohteissa Casambi-järjestelmän valinta on hyvä vaihtoehto. Sen asentaminen ja tarvittavien muutoksien tekeminen on yksinkertaisempaa langattomuuden ansiosta. KNX- ja Dali-järjestelmien asentaminen valmiskohteissa on työläämpää ja muutoksien tekeminen voi olla haastavampaa. Uudiskohteissa täytyy tarkkaan miettiä KNX- ja Dali-järjestelmien kohdalla, että mihin älyjärjestelmien sähkökalusteet asennetaan. Sähkökalusteiden sijainnin vaihtaminen Casambi järjestelmässä on yksinkertaisempaa.

Kyselyosio vahvisti ennako-olettaman, että älyjärjestelmien käyttö on yleistynyt, niin työpaikalla, kuin sen ulkopuolella. Kyselyosiossa saatiin hyvä määrä vastauksia, jonka pohjalta pystyttiin analysoimaan älyjärjestelmän käytön: hyötyjä, ominaisuuksia ja käyttökohteita käyttäjien näkökulmasta. Kyselyssä yllätti, kuinka monelle henkilölle älyjärjestelmä oli ennestään tuttu käsite. Kyselyn avulla saatiin tuloksia eri älyjärjestelmien käyttökohteista ja järjestelmistä. Markkinoilla on laaja tarjonta älyjärjestelmä valmistajia.

Opinnäytetyö on ollut itselleni hyvin opettavainen ja mielenkiintoinen tehdä. Aiempaa käyttökokemusta on ollut vain KNX järjestelmästä. Työn myötä olen saanut hyvää käytännön tietoa myös Dali ja Casambi järjestelmistä. Tuloksista yllätti, kuinka kilpailukykyisiä nämä kolme järjestelmää ovat keskenään. Alun perin Dali ja Casambi järjestelmät ovat kehittyneet pelkästään valaisimien ohjaukseen. Uskon, että näidenkin järjestelmien ominaisuudet kehittyvät vielä. Työn tilaaja sai työstä käyttökelpoiset vertailutaulukot suunnittelun ja markkinoinnin tueksi. Taulukon 13. avulla on nopea vertailla esimerkiksi valaisimien, laitteiden ja komponenttien kokonaishintaa projektissa.

Tutkimusta voitaisiin kehittää niin, että KNX, Dali ja Casambi järjestelmistä rakennettaisiin mallikohteet ja näiden pohjalta pääsisi tarkastelemaan kohteiden energiankulutusta järjestelmien älylaitteiden ollessa päällä ja pois päältä. Uskon, että tulevaisuudessa älyjärjestelmät yleistyvät ja niiden ominaisuudet paranevat, sekä komponenteista tulee edullisempia, jonka takia saman tyyppinen tutkielma järjestelmien välillä olisi hyvä tehdä.

LÄHTEET

Akselikiinteistöpalvelu Oy. (2021) Kiinteistöautomaatio. Viitattu 23.4.2021

<https://www.akseli.fi/palvelut/rakennusautomaatio/>

Casambi Technologies Oy. Viitattu 23.4.2021

<https://casambi.com>

Dali-alliance. (2021) Viitattu 15.3.2021

<https://www.dali-alliance.org>

DNSstuff (2019) 29.5.2021

<https://www.dnsstuff.com/what-is-network-topology>

Energiatehokaskoti. (2020) Viitattu 30.5.2021

https://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/taloautomaatio/automaatio_ja_energia

KNX Finland Ry. KNX tekniikka. Viitattu 12.3.2021

<https://www.knx.fi/index.php?k=220418>

ST 11. (2016) Kulunvalvonta- ja murtoilmaisujärjestelmät. Sähkötieto ry, Espoo. Viitattu 23.4.2021

ST 17. (2018) Rakennusautomaatiojärjestelmät. Sähkötieto ry, Espoo. Viitattu 19.3.2021

ST 23. (2019) KNX-järjestelmän perusteet. Sähkötieto ry, Espoo. Viitattu 12.3.2021

KUVA-, TAULUKKO- JA KUVIOLUETTELO

Kuva 1: KNX-järjestelmän rakenne (ABB Oy)	12
Kuva 2: Väylärakenne (Schneider Electric)	13
Kuva 3: Tähtirakenne (Schneider Electric)	13
Kuva 4: Puurakenne (Schneider Electric)	14
Kuva 5: DALI-järjestelmän rakenne (Kotiautomaatiokauppa).....	15
Kuva 6: Casambi-järjestelmän rakenne (Flinkenberg)	17
Kuva 7: Mallikohde.....	18
Kuva 8: Yksiosainen painikevipu (SLO)	19
Kuva 9: Kaksiosainen painikevipu (SLO)	19
Kuva 10: Läsnaolotunnistin (SLO)	19
Kuva 11: Kaksiosainen pistorasia (SLO)	20
Kuva 12: Termostaatti (SLO)	20
Kuva 13: POS1 Moduulivalaisin 600x600 (SLO)	22
Kuva 14: POS 2 Alasvalaisin.....	23
Kuva 15: POS 3 Spotvalaisin	24
Kuva 16: POS 4 Yleisvalaisin	25
Taulukko 1: Tilat ja sähkötuotteiden määrä	18
Taulukko 2: Käyttömukavuudet.....	21
Taulukko 3: Ominaisuudet	21
Taulukko 4: Valaisimet pos 1.	22
Taulukko 5: Valaisimien hinta ero prosentteina pos 1.	22
Taulukko 6: Valaisimet pos 2.	23
Taulukko 7: Valaisimien hinta ero prosentteina pos 2.	23
Taulukko 8: Valaisimet pos 3.	24
Taulukko 9: Valaisimien hinta ero prosentteina pos3.	24
Taulukko 10: Valaisimet pos 4.	25
Taulukko 11: Valaisimien hinta ero prosentteina pos 4.	25
Taulukko 12: Valaisin hintojen keskiarvo.....	26
Taulukko 13: Valaisin hinta eron keskiarvo prosentteina	26
Taulukko 14: Tuotteet ja komponentit.....	27
Taulukko 15: Ominaisuudet 1: Valaisimet	28
Taulukko 16: Ominaisuudet 1: Prosentuaalinen hinta ero.....	28

Taulukko 17: Ominaisuudet2: Valaisimet ja pistorasiat	29
Taulukko 18: Ominaisuudet 2: Prosentuaalinen hinta ero.....	29
Taulukko 19: Ominaisuudet 3: Valaisimet, pistorasiat ja verhomootorit	30
Taulukko 20: Ominaisuudet 3: Prosentuaalinen hinta ero.....	30
Taulukko 21: Ominaisuudet 4: Valaisimet, pistorasiat, verhomootorit ja termostaatit.....	30
Taulukko 22: Ominaisuudet 4: Prosentuaalinen hinta ero.....	30
Taulukko 23: Järjestelmän ohjelmointi.....	31
Kuvio 1: Kysymys osion jakaantumien	33
Kuvio 2: Älyjärjestelmien yleinen tietämys	34
Kuvio 3: Älyjärjestelmien mainoskanavat	35
Kuvio 4: Tunnetuimmat älyjärjestelmät	36
Kuvio 5: Älyjärjestelmän käyttö.....	37
Kuvio 6: Älyjärjestelmien käyttökohteet	38
Kuvio 7: Älyjärjestelmän käyttömukavuus.....	39
Kuvio 8: Älyjärjestelmän tuottama hyöty	40
Kuvio 9: Järjestelmien käytön tyytyväisyys.....	41
Kuvio 10: Järjestelmän hankinta	42
Kuvio 11: Älyjärjestelmän kustannukset.....	43

LIITTEET

Liite 1: Kyselylomake

Älylaitejärjestelmä

Kyselyn avulla on tarkoitus havainnoida ihmisten yleinen tietämys älylaitejärjestelmistä.

Jokaisella on omanlaisensa mielikuva älylaitteista, mutta mikä se todellisuudessa on? Älylaitejärjestelmä muodostuu useista laitteista ja antureista ja tätä kokonaisuutta kutsutaan automaatiojärjestelmäksi.

Kun automaatiojärjestelmä on asennettu kiinteistöön, sitä kutsutaan kiinteistöautomaatioksi.

Kiinteistöautomaatiolla tarkoitetaan yleisesti sellaisia ratkaisuja, joiden avulla voidaan ohjata ja seurata kiinteistön laitteita ja järjestelmiä, sekä hyödyntää näitä mahdollisimman kustannustehokkaasti.

Yksinkertaisena esimerkkinä voidaan käyttää kiinteistön valaistusta ja lämmitystä. Älylaitejärjestelmä mahdollistaa valaistuksen ja lämmityksen säätämisen yhdestä paikkaa. Esimerkiksi puhelimesta tai hallintapaneelista. Sekä valaistuksien on/off kytkimien sijaan voidaan hallita painikkeilla, joihin voidaan ohjelmoida erilaisia toimintoja.

*Pakollinen

Älylaitejärjestelmän esittely video.



Oletko rakennusalan henkilö? *

Kyllä

En

Seuraava

Älylaitejärjestelmä

*Pakollinen

Mainonta

Onko älylaitejärjestelmä sinulle tuttu? *

1. Ei ollenkaan 2. Olen kuullut siitä 3. Erittäin tuttu

	1	2	3	
Ei ollenkaan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Erittäin tuttu

Mistä olet kuullut älylaitejärjestelmästä? *

Voit valita useamman.

- Televisio mainonnasta
- Radio mainonnasta
- Lehti mainonnasta
- Internet mainonnasta
- Sosiaalimedia mainonnasta
- Messuista/ tapahtumista
- Ystävältä
- Muu: _____

Onko jokin näistä järjestelmistä sinulle entuudestaan tuttu? *

Valitse yksi tai useampi

- KNX
- DALI
- Casambi
- ABB free@home
- Philips hue
- Google nest
- Tado
- Yale Doorman
- Ei mikään
- Muu: _____

Takaisin

Seuraava

Älylaitejärjestelmä

*Pakollinen

Käyttö

Käytätkö älylaitejärjestelmää? *

- Päivittäin
- Satunnaisesti
- En laisinkaan

Takaisin

Seuraava

Älylaitejärjestelmä

*Pakollinen

Käyttö

Missä käytät älylaitejärjestelmää? *

Valitse yksi tai useampi

- Kotona
- Työpaikalla
- Mökillä
- Muu: _____

Älylaitejärjestelmän käytön helppous. *

	1	2	3	4	5	
Erittäin vaikea	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Erittäin helppo

Vastaa edellisen vastauksen perusteella, mikä tekee älylaitejärjestelmän käytöstä vaikean tai helpon?

Oma vastauksesi

Älyjärjestelmän tuottama hyöty. *

1. Erittäin hyödytön 2. Melko hyödytön 3. En osaa sanoa 4. Melko hyödyllinen 5. Erittäin hyödyllinen

	1	2	3	4	5	
Erittäin hyödytön	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Erittäin hyödyllinen

Vastaa edellisen vastauksen perusteella, millä tavoin koet älylaitejärjestelmän hyödyttömäksi tai hyödylliseksi. *

Oma vastauksesi

Oletko ollut tyytyväinen älylaitejärjestelmän käyttöön? *

1. Erittäin tyytymätön 2. Melko tyytymätön 3. En osaa sanoa 4. Melko tyytyväinen 5. Erittäin tyytyväinen

	1	2	3	4	5	
Erittäin tyytymätön	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Erittäin tyytyväinen

Takaisin

Seuraava

Älylaitejärjestelmä

*Pakollinen

Hankinta

Aiotko hankkia tulevaisuudessa älylaitejärjestelmän? *

1. Erittäin todennäköisesti en 2. Melko todennäköisesti en 3. En osaa sanoa 4. Melko todennäköisesti Kyllä 5. Erittäin todennäköisesti kyllä

1 2 3 4 5

Erittäin todennäköisesti en Erittäin todennäköisesti kyllä

Mielipiteesi älylaitejärjestelmän kustannuksista? *

1. Erittäin edullinen 2. melko edullinen 3. en osaa sanoa 4. melko kallis 5. erittäin kallis

1 2 3 4 5

Erittäin edullinen Erittäin kallis

Mitä muuta haluat sanoa älylaitejärjestelmistä? *

Oma vastauksesi

Takaisin

Lähetä