

KODIN SÄHKÖJÄRJESTELMIEN VERTAILU SEKÄ  
LANGATTOMIEN ANTURIEN INTEGROINTI KODIN  
SÄHKÖJÄRJESTELMÄÄN

Jaakko Kinnunen  
2011  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

KODIN SÄHKÖJÄRJESTELMIEN VERTAILU SEKÄ  
LANGATTOMIEN ANTURIEN INTEGROINTI KODIN  
SÄHKÖJÄRJESTELMÄÄN

Jaakko Kinnunen  
Opinnäytetyö  
26.1.2011  
Tietotekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

Koulutusohjelma Tietotekniikka	Opinnäytetyö Insinöörityö	Sivuja 54	+	Liitteitä 0
Suuntautumisvaihtoehto Langaton tietoliikenne	Aika 2011		+	
Työn tilaaja Apeko Oy	Työn tekijä Jaakko Kinnunen			
Työn nimi Kodin sähköjärjestelmien vertailu sekä langattomien anturien integrointi kodin sähköjärjestelmään				
Asiasanat KNX, EBTS, VALOhome, sähköjärjestelmä, anturi				

Insinöörityössä vertailtiin kolmea kodin sähköjärjestelmää. Tarkoitus oli selvittää myös, onko langattomien anturien integrointi mahdollista ja kannattavaa EBTS-kodinohjausjärjestelmään. Projekti toteutettiin Apeko Oy:n toimeksiannosta.

Työ aloitettiin tutustumalla normaalin sähköjärjestelmän toimintaan sekä selvittämällä markkinoilla olevia älyjärjestelmiä. Työssä tutustuttiin KNX-, EBTS- sekä VALOhome-järjestelmien toimintaan, joiden kesken suoritettiin sähköjärjestelmien vertailu. Vertailu suoritettiin sähkösuunnittelijan ja -urakoitsijan silmin sekä selvitettiin etäyhteyksien toiminta- ja suojausperiaate.

Sähköjärjestelmien vertailun jälkeen selvitettiin, onko langattomia antureita teknisesti mahdollista ja taloudellisesti kannattavaa integroida EBTS-kodinohjausjärjestelmään. Langattomien anturien lisäämistä pienkohteisiin pohdittiin myös yleisesti sekä selvitettiin mahdolliset langattomat tekniikat anturitietojen välittämiseen.

Insinöörityössä saatiin selvitettyä älyjärjestelmien toiminnallisuutta ja niiden kannattavuutta sähkösuunnittelu ja -urakointiyritykselle. Työssä selvisi myös, että langattomien anturien lisääminen pienkohderakennuksiin ei ole kannattavaa. Saatujen tietojen pohjalta työn tilaaja voi itse pohtia, mikä älyjärjestelmä olisi paras ratkaisu yritykselle.

# SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ.....	3
SISÄLTÖ .....	4
LYHENTEET JA TERMIT .....	6
1 JOHDANTO.....	8
2 SÄHKÖJÄRJESTELMÄT .....	9
2.1 KNX-järjestelmä .....	10
2.1.1 Tekniikka .....	11
2.1.2 Käytettävyys ja suunniteltavuus .....	12
2.1.3 Etäyhteys.....	14
2.1.4 Tulevaisuus .....	18
2.2 EBTS-kodinohjausjärjestelmä.....	19
2.2.1 Tekniikka .....	20
2.2.2 Käytettävyys ja suunniteltavuus .....	21
2.2.3 Etäyhteys.....	25
2.2.4 Tulevaisuus .....	28
2.3 VALOhome- kodin sähköjärjestelmä.....	28
2.3.1 Tekniikka .....	28
2.3.2 Käytettävyys ja suunniteltavuus .....	30
2.3.3 Etäyhteys.....	31
2.3.4 Tulevaisuus .....	32
2.4 Vertailtavien sähköjärjestelmien yhteenveto .....	33
3 LANGATTOMAT ANTURIT EBTS-KODINOHJAUS-JÄRJESTELMÄSSÄ ....	36
3.1 Langattomien anturien käyttökohteita .....	36
3.2 Esimerkkejä langattomista antureista .....	37
3.3 Integrointi EBTS-kodinohjausjärjestelmään .....	39
3.3.1 EBTS-mittausyksikkö.....	39
3.3.2 Integroinnin yhteenveto.....	40
4 LANGATTOMAT ANTURIT .....	43
4.1 Langattomat anturiverkot.....	43
4.1.1 Anturinoodit .....	44
4.1.2 Anturiverkon rakenne.....	44
4.2 Langattomat siirtotiet .....	45
4.2.1 ZigBee .....	46

4.2.2 Bluetooth .....	46
4.2.3 WLAN .....	48
4.2.4 Yhteenveto .....	48
5 POHDINTA .....	50
LÄHTEET .....	52

## LYHENTEET JA TERMIT

CAN	Control Area Network, automaatioväylä
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection, siirtotien varausmenetelmä
EBTS	EKE Building Technology Systems, kodinhallintajärjestelmä
EEPROM	Electronically Erasable Programmable Read-Only Memory, puolijohdemuisti
EIB	European Installation Bus, rakennusautomaation väylä
ETS	Engineering Tool Software
GFSK	Gaussian Frequency-Shift Keying, modulaatiomenetelmä
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
ISM	Industrial, Scientific and Medical, maailmanlaajuinen radiotaajuuskaista
KNX	Kansainvälinen kiinteistöautomaatiostandardi
RSA	Rivest-Shamir-Adleman, salausalgoritmi
SSL	Secure Sockets Layer, salausprotokolla
TCP	Transmission Control Protocol, tietoliikenneprotokolla
UDP	User Datagram Protocol, yhteydeton protokolla
WLAN	Wireless Local Area Network, langaton lähiverkkotekniikka

WPAN      Wireless Personal Area Network, langaton likiverkko

# 1 JOHDANTO

Normaaliin omakotitaloon asennettava sähköistys on tullut vuosien saatossa tutuksi ja varmaksi ratkaisuksi, jossa ei yleensä liiemmin hienouksia nähdä. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli vertailla uudenaikaisia sähköistysjärjestelmiä ja vertailla keskenään niiden toiminnallisuutta ja luotettavuutta sekä tulevaisuuden näkymiä.

Insinööritö tehtiin Apeko Oy -sähköurakointiyritykselle. Apeko Oy on Jyskässä sijaitseva nykyaikaiseen sähkösuunnitteluun ja -urakointiin erikoistunut yritys. Yrityksen erikoisosaamiseen kuuluvat myös valaistuksenohjausjärjestelmät.

Työssä oli kaksi osiota, sähköjärjestelmien vertailu sekä mahdollisten langattomien anturien integrointi EBTS-kodinohjausjärjestelmään. Työn tarkoitus oli vertailla kolme eri sähköjärjestelmää, KNX-, EBTS- sekä VALOhomejärjestelmää. Sähköjärjestelmät vertailtiin teknisesti sekä sähköurakoitsijan ja -suunnittelijan silmin. Etäyhteys oli myös tärkeä osa, josta tutkittiin, miten se on toteutettu kussakin järjestelmässä sekä miten etäyhteys on suojattu. Selvitettiin, onko langattomia antureita järkevä sijoittaa pienkohderakennuksiin. EBTS-kodinohjausjärjestelmän ja langattomien anturien välinen integrointi selvitettiin sekä vertailtiin langattomien anturien mahdolliset siirtotietekniikat.



## 2 SÄHKÖJÄRJESTELMÄT

Älykkäimmillä sähköjärjestelmillä on tänä päivänä kasvavaa kysyntää. Työn tilaaja halusi rakennettavaan kohteeseen jotain ”hienompaa” sähköistystä, jonka pohjalta sähköjärjestelmän vertailun idea syntyi.

Tässä osiossa käsitellään kolmea vaihtoehtoista sähköjärjestelmää sekä perehdytään järjestelmien tekniikkaan, jotta saadaan käsitys, millä periaatteella järjestelmät toimivat. Järjestelmissä on perehdytty seuraaviin asioihin: tekniikka, käytettävyys ja suunniteltavuus, etäyhteys ja tulevaisuus.

Tekniikka-osiossa kerrotaan, millä periaatteella järjestelmät toimivat sekä mitkä ovat käytettävän tekniikan hyvät ja huonot puolet. Käytettävyys ja suunniteltavuus on tarkoitettu selventämään, millainen järjestelmä on sähköurakoitsijan, suunnittelijan ja loppukäyttäjän silmin. Järjestelmien ohjelmointi on älyjärjestelmissä tärkeä osa. Työssä on tutkittu, millä ja miten järjestelmä ohjelmoidaan ja pystyykö loppukäyttäjä vaikuttamaan järjestelmään ohjelmallisesti. Kaikki verrattavat järjestelmät sisältävät myös etäyhteyden. Etäyhteys-osiossa on tutkittu, millä periaatteella yhteys toimii sekä kuinka hyvin etäyhteys on suojattu. Verrattavat järjestelmät ovat vielä varsin uusia sähköjärjestelmiä. Olen analysoinut kunkin sähköjärjestelmän kehityksen näkymiä Tulevaisuus-osiossa. Sähköjärjestelmien yhteenveto on luvun 2 lopussa.

Älykkäämpiä sähköjärjestelmiä tulee jatkuvasti lisää, mutta tässä opinnäytetyössä keskityttiin kolmeen eri ratkaisuun, KNX-, EBTS- sekä VALOhome-järjestelmään. VALOhome-järjestelmä oli työn tilaajalle entuudestaan tuttu järjestelmä, joten se otettiin vertailupohjaksi kahdelle muulle järjestelmälle. KNX-järjestelmä on älyjärjestelmistä tunnetuin ja laajin ratkaisu. Työssä tutkittiin, onko KNX-järjestelmä kannattavin ratkaisu pienkohderakennuksiin sekä, miten se eroaa muista verrattavista järjestelmistä. Kolmanneksi vertailtavaksi kohteeksi valitsin EBTS-järjestelmän. EBTS on vielä varsin uusi tuttavuus älyjärjestelmien parissa. Työssä tutkittiin tarkoin, olisiko EBTS älyjärjestelmistä kannattavin ratkaisu sähköyrittäjälle.

Vertailtavat järjestelmät toimivat kaikki väyläteknikalla. KNX- ja EBTS-järjestelmät ovat toiminnoiltaan hieman monipuolisempia verrattuna VALO-home-järjestelmään. VALOhome-järjestelmä on vielä tänä päivänä ainutlaatuinen järjestelmä, jota on kehitetty pääosin 12 voltin led-valojen ohjaukseen. Kyseisistä järjestelmistä on myös huomattava taloudellinen hyöty verrattaessa normaalin sähköistykseen, nimittäin sähkönkulutus pienenee merkittävästi. Vertailtavien sähköjärjestelmien lopussa on kerrottu niiden heikkoudet ja vahvuudet, joiden pohjalta työn tilaaja voi helposti vertailla järjestelmät keskenään.

## **2.1 KNX-järjestelmä**

EIB-väyläteknikka (European Installation Bus) kehitettiin 1990-luvun alussa sähköasennusten joustavuuteen ja mukavuuteen asetettujen suurempien vaatimusten johdosta. Se muodostaa nykyisen KNX-järjestelmän ytimen. (1, s. 10.)

KNX Association on KNX-teknologian luoja ja omistaja. KNX on maailmanlaajuisesti hyväksytty avoin standardi kiinteistöohjauksiin. Standardiin on yhdistetty eurooppalaiset kenttäväylät BatiBUS, EIB ja EHS. KNX-tavaramerkki takaa eri valmistajien ja komponenttien laadukkuuden ja ongelmattoman yhdistämisen. Standardissa on kattava valikoima tuettuja viestintätapoja: kierretty parikaapeli, sähköverkko, radiotaajuus ja ethernet, joista kerrotaan tarkemmin Tekniikka-osiossa 2.1.1. (1, s. 10.)

Järjestelmässä on runsaasti eroja normaaliin sähköjärjestelmään. Tavallisessa sähköjärjestelmässä sähkökuorma ohjataan suoraan ohjattavalle laitteelle. KNX-järjestelmässä laitteet kommunikoivat keskenään väylää pitkin. Sanoma lähetetään tiedonsiirtoväylää pitkin tietylle keskuksen laitteelle, joka ohjaa sille ohjelmoitua laitetta. Esimerkiksi kytkintä painamalla sanoma lähtee tiedonsiirtoväylää pitkin tietylle keskuslaitteelle, joka sytyttää lampun eli sanoma kulkee epäsuorasti lampulle. Järjestelmän peruseriaate on, että laitteet kommunikoivat keskenään väylää pitkin. Laitteistolla voidaan ohjata

monta järjestelmää kerralla: esim. ilmanvaihto, lämmitys, markiisit ja hälytys voivat kommunikoida keskenään väylää pitkin. (1, s. 9.)

### **2.1.1 Tekniikka**

KNX-järjestelmän tekniikka perustuu hajautettuun väylätekniikkaan. KNX-järjestelmässä voidaan käyttää kolmea tiedonsiirtoväylää: tiedonsiirto väyläkaapelin, sähköverkon tai radioverkon kautta taajuusalueella 868 MHz. (1, s. 25.) Tekniikaltaan KNX on toimiva ja luotettava ratkaisu, jossa voidaan käyttää useita tiedonsiirtoväyliä.

Perinteisessä sähköasennuksissa kuorma kytketään aina suoraan päälle. Kytkin ohjaa kuormaa joko suoraan tai releen tai kontaktorin kautta. Kytkimen tai anturin johdotus määräytyy kuorman toiminnon mukaan. (1, s. 9.)

KNX-tekniikan avulla tehdyissä sähköasennuksissa kuorma kytketään epäsuorasti. Kaikki käyttöliittymät eli anturit ja varsinaiset toimilaitteet liitetään yhteisen siirtotien kautta. Esimerkiksi painikkeen painaminen lähettää tietoa (datasanoma) siirtomedian kautta määrättyyn toimilaitteeseen, joka sitten kytkee kuormituksen päälle. (1, s. 9.)

Hajautetun väylätekniikan periaate on, että se on keskusyksikötön järjestelmä. Jokainen toimilaitte sisältää oman mikroprosessorin sekä muistin. Hajautettu järjestelmä on periaatteessa järjestelmä, jossa on useampi kuin yksi erillinen itsenäisesti toimiva osapuoli, jotka keskustelevat keskenään saavuttaakseen jotakin. (2, s. 3.) KNX-järjestelmässä väylälaitteet (valaisimet, kytkimet jne.) kommunikoivat keskenään. Järjestelmässä äly sijaitsee itse toimilaitteissa eikä keskuksessa. Keskitetyssä järjestelmässä keskusyksikön kaatuminen kaataa koko järjestelmän. Hajautetussa järjestelmässä toimilaitteen keskusyksikön kaatuminen kaataa vain ne toimilaitteet, jotka ovat kytketty keskenään väylään, ei koko järjestelmää.

Käytettäessä tiedonsiirtotienä väyläkaapelia käytetään kierrettyä parikaapelia. Parikaapeli on älyjärjestelmissä käytetyin johdotustapa, koska toimilaitteiden välisessä yhteydessä käytetään pienempää jännitettä

(12/24 V). Tiedonsiirtonopeus on 9600 bittiä/s ja sanoman lähettämiseen ja vahvistamiseen kuuluva keskimääräinen siirtoaika on noin 25 ms. Väyläyhteydessä väylälaitteiden välinen tietojen vaihto on tapahtumaohjattu. Yksittäiset tiedot siirtyvät väylälinjassa sarjoittain eli peräkkäin. Linjassa on sen vuoksi väylälaitteesta vain yksi tieto kerrallaan. Järjestelmässä lähettävät laitteet jakavat kanavan vain hetkellisesti ja mahdollisia varaajia on suuri määrä, mikä vuoksi siihen käytetään kanavanvarausmenetelmää CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Acces/Collision Detection). (1, s. 29.)

Järjestelmässä voidaan käyttää myös 230 V:n sähköverkkoa lisäsiirtotienä, joka perustuu perinteiseen sähköasennukseen. Tällöin laitteelle syötetään suoraan 230 V:n jännite. (1, s. 34.)

Radioverkkoa voidaan myös käyttää yhtenä siirtotienä järjestelmässä. Laitteet voidaan asentaa mihin paikkaan tahansa ja jokainen anturi voi kommunikoida jokaisen kytkimen kanssa radiosignaalin kantama huomioon ottaen. Radioverkon toiminta perustuu siirrettävän tiedon moduloimiseen kantaaltaaajuuteen. Moduloitu kantaalto siirretään vastaanottimiin ja vastaanotettu signaali demoduloidaan eli tiedot palautuvat signaalista. KNX-radiojärjestelmässä käytetään keskitaajuutena 868,30 MHz. Siirrettävän tiedon siirtonopeus on 16 384 bittiä/s. Radioverkossa lähetystaajuus on ISM-taajuusalueella (Industrial-Scientific-Medical). Suurin lähetysteho on 12 mW. Radioverkossa toimivat komponentit ovat yleensä akkukäyttöisiä antureita tai tunnistimia. (1, s. 41, 45.)

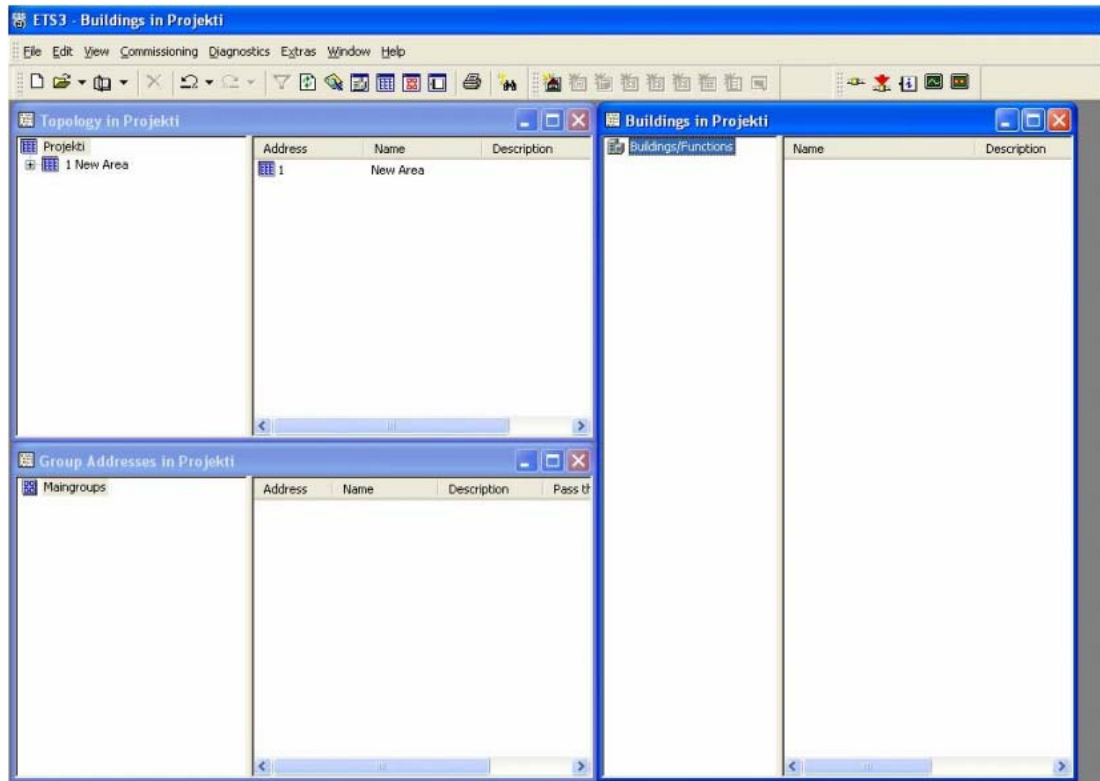
### **2.1.2 Käytettävyys ja suunniteltavuus**

KNX-järjestelmän suunnittelu eroaa hieman perinteisestä sähköjärjestelmästä. Suunnittelussa valitaan ohjattavat kuormat sekä ohjauspisteet, jotka määrittellään suunniteltaessa tasokuvaan, joissa esitetään kenttälaitteiden sijainnit. Ohjattavia kuormia (esim. valaisin ja pistorasiat) varten valitaan niitä varten sopivat toimilaitteet (esim. kytkinyksiköt ja valonsäätimet), jotka sijoitetaan keskuskuviin eli omakotitaloissa pääkeskukseen. Pääkeskuksessa toimilaitteet kytketään väyläkaapelilla rinnakkain, ja ne saavat virtansa virtalähteeltä.

Ohjattavat kuormat kytketään toimilaitteista, jotka muodostavat tähtiverkon. Ohjattavat kuormat ja ohjauspisteet on hyvä merkata tasokuvaan tarkasti, jotta ohjelmoinnin muokkaaminen myös myöhemmin on selkeämpää. Keskus- ja tasokuvia suunniteltaessa on siis tärkeää laitteiden merkkkaus, joka helpottaa ohjelmointia myös myöhemmässä vaiheessa. (3, s. 23.) Suunnittelijalle lisähaasteen tuo järjestelmän ohjelmoinnin huomioiminen. Ohjelmointi on iso osa järjestelmästä, ja se pitää ottaa tarkasti suunnitteluvaiheessa huomioon.

Sähköurakoitsijan kannalta kaapeloinnissa on eroavaisuuksia perinteisen sähköjärjestelmän kaapelointiin pienkohteissa. Ohjauslaitteille vedetyt kaapelit ovat tyypiltään parikaapeleita, joissa data ja syöttöjännite siirtyy samaa kaapelia pitkin. Kaapeloinnin suurin huomiotekijä on, että linjaan ei saa jäädä rengasta, koska silloin sanoma voi jäädä pyörimään silmukkaan. Sähköurakoitsija voi itse valita kaapeloinnissa käytettävän topologian, joka voi olla tähti, puu tai linja. Kaapelointi on topologioiden takia hieman haastavampi, mutta toisaalta kaapeloinnin määrä voi olla pienempi normaalin sähköjärjestelmään verrattuna väylätekniikan vuoksi. Kolmen vaihtoehdoisen topologian vuoksi kaapelointi tarjoaa sähköurakoitsijalle enemmän vaihtoehtoja. Normaalissa sähköjärjestelmässä sähköurakoitsija voi vielä paikanpäällä tehdä tarvittavia muutoksia. KNX-järjestelmän kaapelointi on suoritettava tarkkaan suunnitelman mukaisesti ja johdot täytyy merkata tarkasti ennen kuin niistä päästää irti. (3, s. 23.)

Haastavin osio järjestelmässä on laitteiden ohjelmointi, joka on järjestelmän ydin. Ohjelmointiin käytetään KNX-standardin omaa ohjelmistoa, ETS (Engineering Tool Software). ETS-ohjelmalla luodaan toimilaitteille osoitteet. Sillä voidaan luoda kaikki laitteiden väliset kytkennät ja asettaa laitteille tarvittavat arvot. Ohjelmalla voidaan toteuttaa järjestelmän suunnittelu ja käyttöönotto, hallita mahdollisia muutoksia sekä tehdä vianetsintää. (1, s. 59.) Ohjelmointi on KNX-järjestelmän vaativin ja työteliäin vaihe, jossa vain mielikuvitus on rajana. Vaativan ja monipuolisen ohjelmiston lukuisat toimintavaihtoehdot tekevät KNX-järjestelmästä monipuolisen (kuva 1). Ohjelmoija tarvitsee järjestelmän käyttämiseen suurta tietotaitoa sekä lisenssin ETS-ohjelman käyttöön. Ohjelmalisenssi maksaa noin 900 euroa.



KUVA 1. ETS-ohjelmiston yleisnäkymä

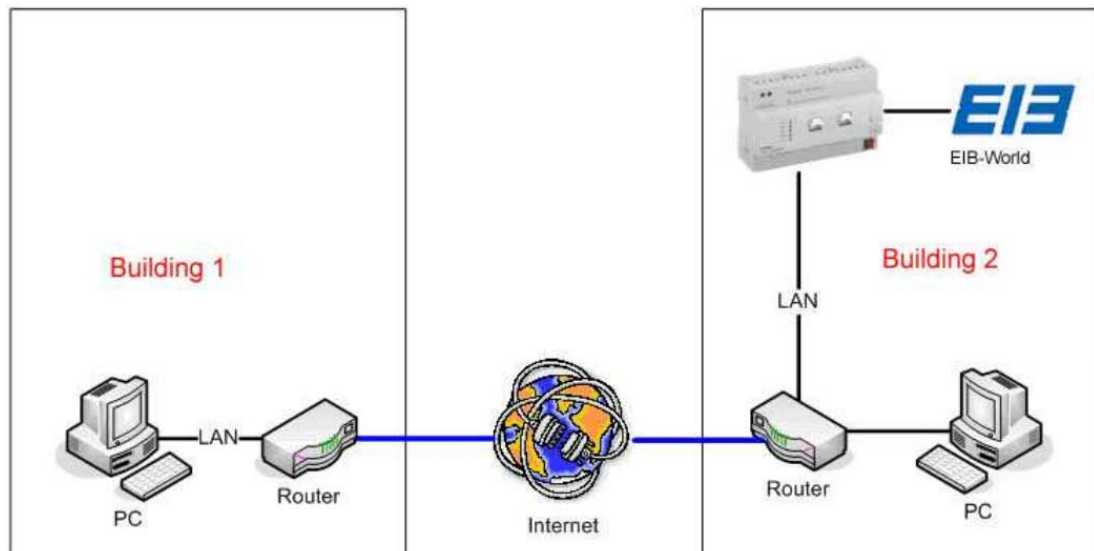
Loppukäyttäjä voi ohjata järjestelmää etäyhteyden avulla. Järjestelmän ohjelmointi on niin haastavaa, että ohjelmalliset muutokset järjestelmään voi tehdä ohjelmoija, joka hallitsee ETS-ohjelman käyttöä.

### 2.1.3 Etäyhteys

KNX-järjestelmässä on mahdollista olla yhteydessä järjestelmän kanssa Internetin kautta. Järjestelmää on mahdollista ohjelmoida sekä ohjata etäyhteyden välityksellä. KNX-järjestelmää voidaan ohjelmoida etäyhteydellä ETS-ohjelmiston avulla, jos järjestelmään on liitetty IP gateway -laite. (1, s. 128.) Tässä osiossa keskitytään pelkästään järjestelmän ohjaukseen etäyhteyden välityksellä.

Etäyhteyden kautta tapahtuvaan ohjaukseen ei tarvita lainkaan ETS-ohjelmistoa, vain jokin serveri, kuten eibPort tai Gira Home Server. Tässä luvussa käsitellään, kuinka etäyhteys toimii eibPort serverin kanssa ja kuinka laitteeseen otettava yhteys on suojattu.

Mikäli järjestelmää halutaan käyttää Internetin välityksellä, järjestelmässä pitää olla eibPort -laite, joka on lähiverkkoyhteydessä paikallisen reitittimen kanssa (4). Kuvassa 2 on esitetty etäyhteyden toimintaperiaate ja alempana on selvitetty yhteyden periaate.



*KUVA 2. KNX-etäyhteyden toimintaperiaate (4)*

Kun käytetään yhteyttä Internetistä eibPort-laitteelle, täytyy tietää reitittimen ulkoinen IP-osoite. Kotona sijaitseva reititin pitää konfiguroida, jotta se osaa ohjata yhteyden eibPort-laitteelle ainakun siihen muodostetaan etäyhteys. Alempana on selvitetty kuinka, etäyhteys toimii ja miten salaus on hoidettu. Reitittimen palomuurista pitää sallia muutama portti, joka huolehtii myös yhteyden suojauksesta. Jotta saadaan yhteys Internetistä eibPortiin, pitää sallia vaadittavat portit 1735 (tcp ja udb), 22 (ssh) ja 80 (http) reitittimen palomuurista. Yhteydet näihin portteihin ohjataan eibPortiin ”porttien välitys” -prosessilla. Näillä porteilla pääsee käsiksi vain eibPortiin, mutta ei muihin lähiverkon tietokoneisiin. (4.)

Käyttäessä selainta etäyhteyden muodostamiseen yhteys käyttää normaalia HTTP-yhteyttä. EibPort-laitteeseen pitää ohjelmoida halutut käyttäjät, jotka ovat salasanasuojauksen takana. Yhteyttä muodostaessaan eibPort-sovellus kysyy käyttäjänimeä ja salasanaa. Kuvassa 3 on eibPort-laitteeseen kirjautuminen. (4.)

Visualisation Login

**Users**

- Oskar Järnefelt  
Password Protected
- Vaasan sähköpalvelu Oy  
Password Protected
- guest  
Password Protected

**Login Data**

Username

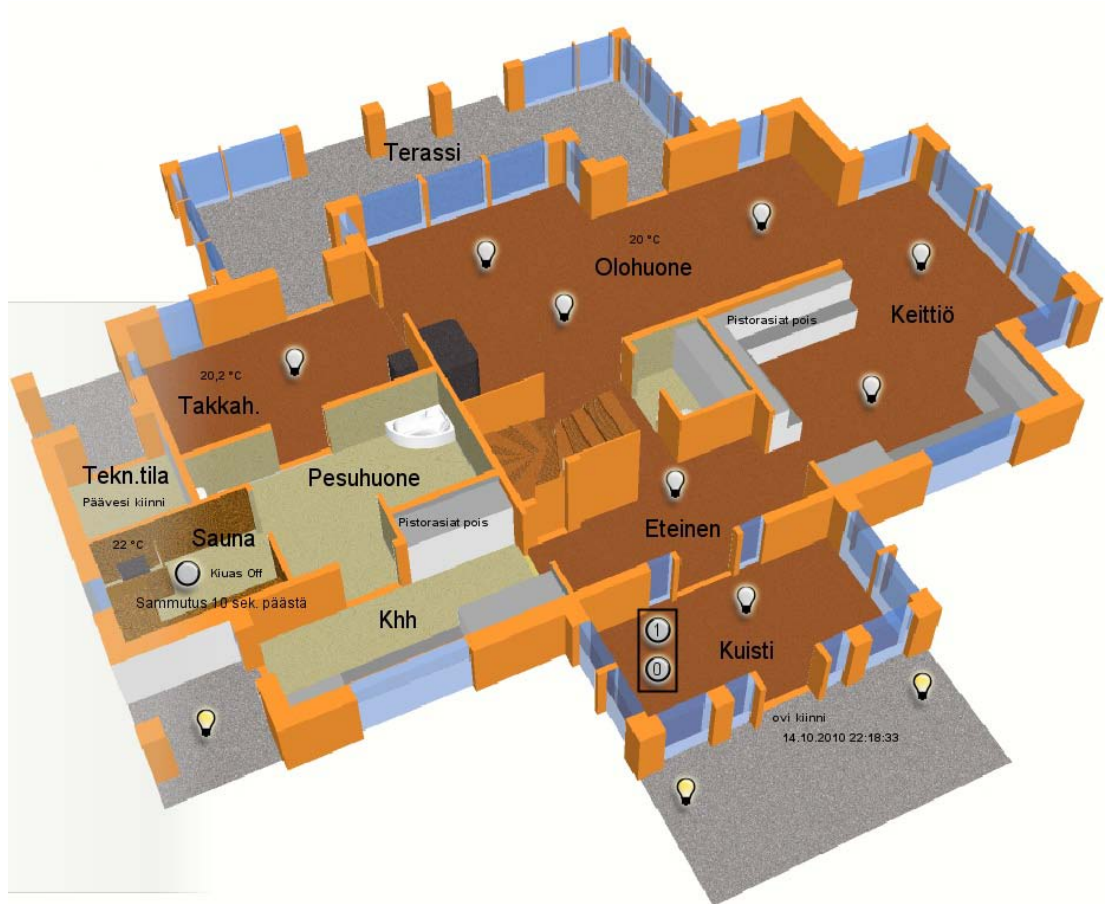
Password

Login

*KUVA 3. eibPort-laitteeseen kirjautuminen*

Kuvassa 4 on esimerkki KNX-etäyhteyden yleisnäkymästä. Etäyhteyden avulla taloa voidaan ohjata ja seurata reaaliaikaisesti. Mikäli rakennukseen on sijoitettu kameroita, voidaan niiden avulla nähdä reaaliaikaisesti, kun taloa ohjataan Internetin välityksellä (kuva 5).





KUVA 4. KNX-etäyhteyden yleisnäkymä



*KUVA 5. KNX-etäyhteyden reaaliaikainen näkymä*

KNX-asennus voidaan myös linkittää epäsuorasti Internetiin käyttöliittymän kautta. Tämä tapahtuu seuraavasti: kirjaudutaan välittävän palveluntarjoajan verkkosivuille ja käynnistetään salasanan kirjoittamisen jälkeen yhteyden luomiseen vaadittu KNX-asennus. Yhteyden luomisen jälkeen tietoja voidaan etsiä vakioselaimen kautta ja kytkennät voidaan suorittaa myös tätä kautta. Järjestelmä vaatii IP gateway -laitteen, jotta järjestelmää voidaan ohjelmoida etäyhteyden avulla. (1, s. 128.)

### **2.1.4 Tulevaisuus**

Järjestelmää on aloitettu kehittämään jo 1980-luvulla ja kaupallisiin toteutuksiin päästiin 1990-luvulla (5). Vaikka järjestelmä on suurelle yleisölle varsin uusi tuttavuus, täytyy muistaa, että järjestelmä on todellisuudessa jo 20 vuotta vanha ja sitä kehitetään jatkuvasti. KNX-järjestelmää on käytetty ja käytetään paljon teollisuuskäyttöön, mutta viime vuosina sitä on ajettu enemmän

pienempiin kohteisiin, myös omakotitaloihin. Epäselväksi jää yleistyykö järjestelmä pienkohderakennuksissa, mihin se ei ole kyennyt 20 vuodessa.

KNX-järjestelmän korkea hinta hidastaa sen yleistymistä pienkohteisiin. Pienkohteissa käytetään osittain samoja komponentteja, mitä käytetään myös teollisuuskohteissa. Viime vuosina on tullut uusia järjestelmiä (EBTS, VALOhome jne.), jotka ovat saman tyyliisiä, mutta huomattavasti edullisimpia ja kevyempiä järjestelmiä.

Verrattavista järjestelmistä KNX:n organisaatio on ylivoimaisesti suurin sekä maailmanlaajuisesti tunnetuin järjestelmä (5). Pienkohderakennuksiin KNX-järjestelmä on kankea sekä kallis järjestelmä, joten itse en usko sen tulevaisuuteen pienkohteissa. KNX:n osajia on Suomessa rajallinen määrä. Järjestelmällä on mielestäni valoisa tulevaisuus teollisuuskohteisiin ja isompiin rakennuksiin, joihin tarvitaan vaativampaa sähköistystä.

Suunnittelussa ja toteutuksessa vain mielikuvitus on rajana, mutta pohdittavaksi jää, tarvitseeko pienkohderakennuksiin näin vaativaa ja kallista järjestelmää, joka vaatisi sähköyritykseltä valtavat resurssit.

## **2.2 EBTS-kodinohjausjärjestelmä**

EBTS (EKE Building Technology Systems) -kodinohjausjärjestelmä on kodinohjauksen ja hallinnan kokonaisratkaisu. EBTS on vielä varsin uusi järjestelmä, jota on aloitettu kehittämään vajaat kolme vuotta sitten. Organisaatio on vielä suhteellisen pieni eikä se ole kansainvälisesti tunnettu järjestelmä kuten KNX. Järjestelmä on kehitetty varta vasten pienkohderakennuksiin. (6.)

Järjestelmään saa automaatio-, turvallisuus-, mittaus-, valaistuksenohjaus- ja kiinteistöjärjestelmät samaan pakettiin (6). Järjestelmä on suurelta osin verrattavissa toiminnoiltaan aiemmin esiteltyyn KNX-järjestelmään. Järjestelmät eroavat kuitenkin tekniikaltaan ja käytettävyydeltään hieman toisistaan.

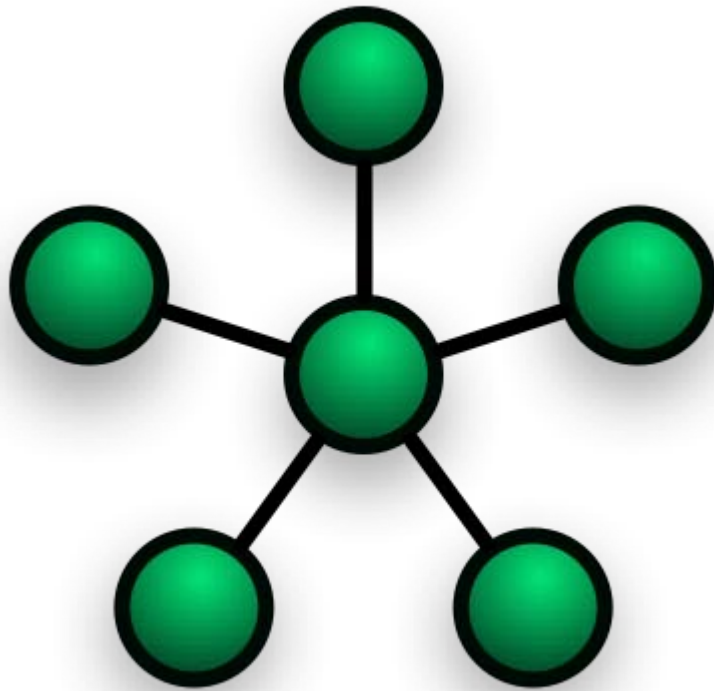
Järjestelmässä on runsaasti toimintoja, mm. reaaliaikainen energiankulutuksen seuranta, valaistuksen ja laitteiden ohjaus, talotekniikan säätö ja ohjaus sekä etäkäyttömahdollisuus. EBTS-järjestelmässä on keskitytty runsaasti myös etäkäyttöön, joka on tehty helpoksi ja luotettavaksi. Selainkäyttöliittymän avulla järjestelmää voidaan ohjata ja seurata mistä päin maailmaa tahansa, mikäli käytössä on Internet- tai matkapuhelinyhteys. (6.)

### **2.2.1 Tekniikka**

EBTS-järjestelmän keskuksessa yksiköt (turvallisuus, mittaus, ohjaus ja säätöyksikkö) ovat kytketty keskenään väylään eli keskus toimii väylätekniikalla. Tekniikka käyttää omaa väylätekniikkaa keskuksella, eikä sitä ole standardoitu (7). Järjestelmässä toimilaitteet (mm. kytkimet ja anturit) kytketään tähteen eli jokaiselle laitteelle tuodaan keskuksen yksikön kautta oma syöttökaapeli, johon käytetään parikaapelia. Järjestelmän toimilaitteet ovat ns. tyhmiä laitteita, jotka saavat ohjaukset keskukselta sijaitsevista ohjelmoiduista laitteista. Äly sijaitsee siis järjestelmän keskuksessa, mihin lisätään tarvitsemat yksiköt, joihin ohjelmoidaan halutut toiminnot. Laitteet, jotka toimivat yksiköiden kautta, toimivat 12/24 voltin jännitteellä. Yksiköiltä on myös ohjauslähtöjä releille, joilla voidaan ohjata esim. valaistusta (230 V).

Järjestelmän tekniikka vaatii asennusvaiheessa enemmän johtoja tähtikytkentäperiaatteen vuoksi (kuva 6), mutta sen takia myös riskit vähenevät. Tähtikytkennän takia on helppo havaita, mikä toimilaitte on epäkunnossa. Mikäli järjestelmässä tapahtuu yksittäisen laitteen rikkoutuminen tai häiriö, se ei kaada koko järjestelmää, vain rikkoutunut laite menee toimintakyvyttömäksi.

EBTS-järjestelmässä sähkökeskukselta vaaditaan hieman enemmän tilaa verrattuna normaaliin sähköjärjestelmään. Keskukseen sijoitetaan kaikki järjestelmäkomponentit sekä tarvittavat releet ja kontaktorit.



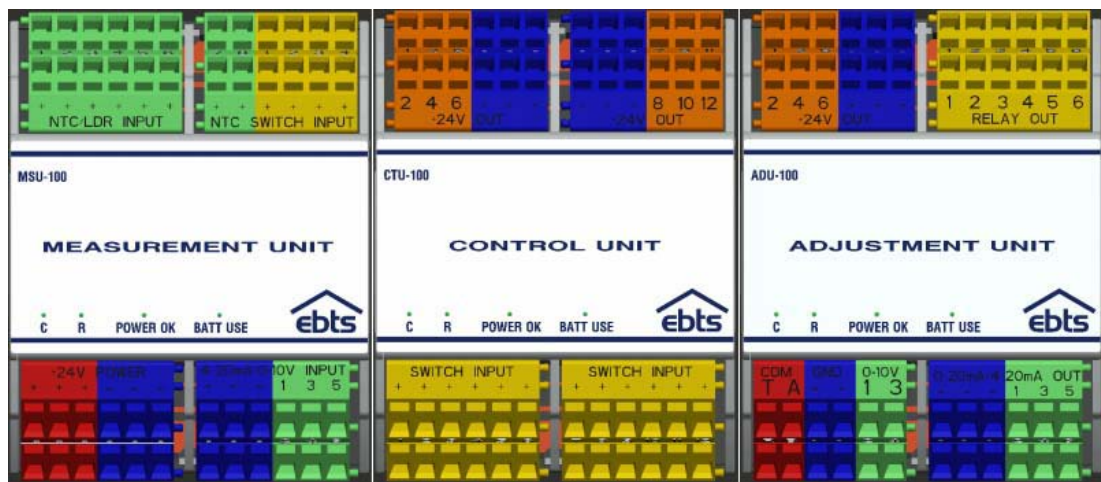
*KUVA 6. Tähtikytkentä*

### **2.2.2 Käytettävyys ja suunniteltavuus**

EBTS:n suunnittelu poikkeaa hieman normaalista sähköjärjestelmästä tähtikytkennän vuoksi. Suunnittelussa pitää ottaa huomioon myös ohjattavat toimilaitteet eli mitä ja miten ohjataan. Suunnittelussa ei tarvita erillisiä työkaluja verrattuna normaaliin sähköjärjestelmään (6). Suurin ero suunnittelussa on toimilaitteiden johdotusten huomioiminen tähtikytkennän vuoksi. Yksiköt ovat ohjelmoitavia komponentteja, joten suunnitelmissa täytyy huomioida myös toimilaitteet järjestelmässä, koska toimilaitteet toimivat ohjelmoitavien yksiköiden kautta.

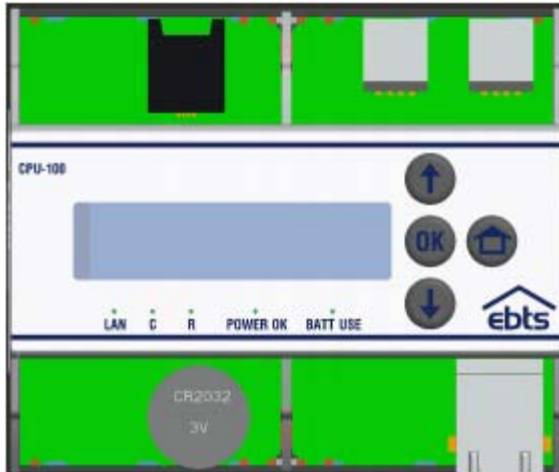
Tähtikytkentä vaikuttaa myös sähköurakoitsijan työhön eli johdotusten määrä ja johdotustapa on erilainen verrattaessa normaaliin sähköjärjestelmään. Tähtikytkennän periaate on se, että jokaiselle toimilaitteelle vedetään oma syöttökaapeli, jossa virta ja data kulkee samaa kaapelia pitkin. Toimilaitteen vian sattuessa vika on helpompi paikantaa, koska jokaiselle toimilaitteelle on

tuotu oma syöttökaapeli keskukselta. Toimilaitteiden johdotuksessa käytetään kierrettyä parikaapelia. Johdotuksessa ainoa käytettävä topologia on tähti. Keskuksella heikkovirtakaapelit kytketään järjestelmäkomponentteihin, kuten mittaus-, turvallisuus-, säätö- tai ohjausyksikköihin. Yksiköiden lähdöt ja tulot on indikoitu omilla värikoodeilla, jotka helpottavat kytkentää (kuva 7). Yksiköiltä voi myös olla ohjauslähtöjä releille, jotka ohjaavat esim. valoja (230 V).



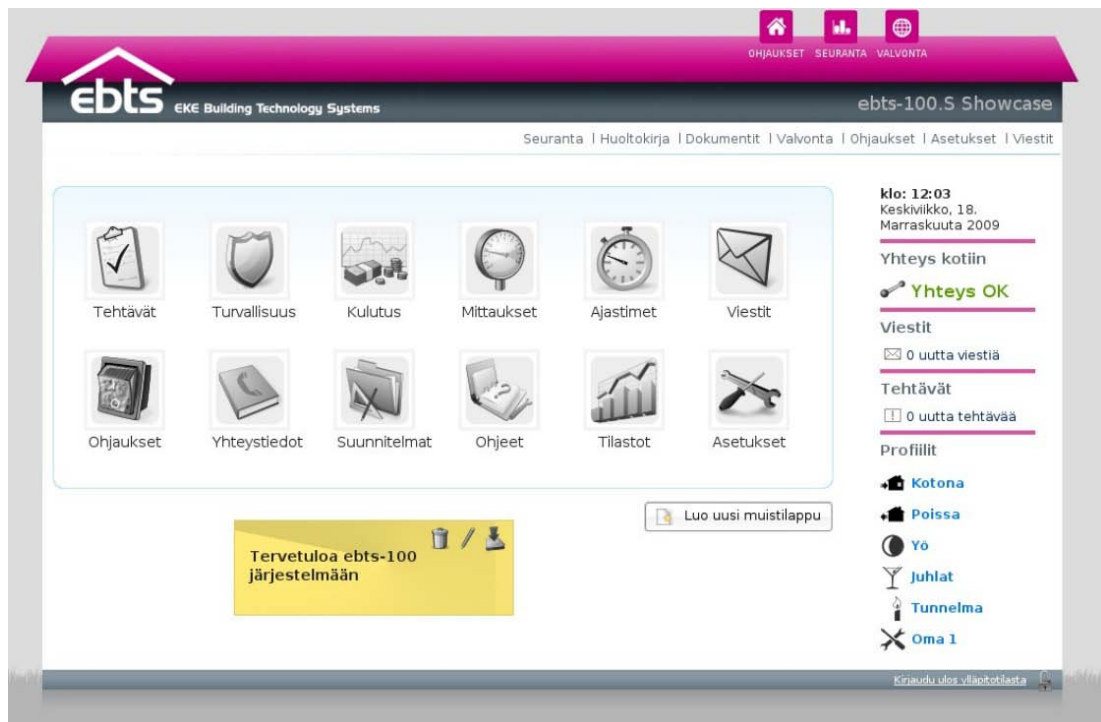
KUVA 7. Mittaus-, ohjaus- ja säätöyksikkö (6)

EBTS-järjestelmässä yksiköt, joissa on järjestelmän äly, on sijoitettu sähköpääkeskukseen. Toimilaitteet saavat tietonsa yksiköiltä, jotka täytyy ohjelmoida. Ohjelmointiin ei tarvitse erillistä ohjelmistoa. Ohjelmisto, jolla yksiköt voidaan ohjelmoida, sijaitsee sähköpääkeskuksen keskusyksikössä (kuva 8), joka kuuluu järjestelmään. Järjestelmän ohjelmat ovat valmiiksi asennettuna EBTS-järjestelmän keskusyksikössä. (6.)



*KUVA 8. EBTS-järjestelmän keskusyksikkö (6)*

Ohjelmointi on tehty todella helpoksi, ja sen voi suorittaa myös sähköurakoitsija. Ohjelmisto on selainpohjainen (kuva 9), johon on määritelty parametrit valmiiksi. Asentaja määrittelee ohjelmointivaiheessa jokaisen yksikön sähkösuunnitelman mukaisesti. Järjestelmä vaatii ohjelmointivaiheessa yksiköiden määrittämiset sekä ryhmien luonnit. Yksiköt määritellään sähkösuunnitelman mukaisesti eli lisätään toimilaitteet, jotka on asennettu rakennukseen. Luomalla ryhmiä voidaan vaikuttaa toimilaitteiden toimintaan eli useita laitteita voidaan ohjata esim. saman painikkeen kautta. (6.)



KUVA 9. Etäyhteyden yleisnäkymä (6)

Loppukäyttäjä pystyy myös itse halutessaan vaikuttamaan järjestelmän ohjelmistoon, koska erillistä ohjelmistoa tai lisenssiä ei tarvitse. Käyttäjä pääsee järjestelmän käyttöliittymään käsiksi Internet- tai lähiverkkoyhteyden välityksellä, jonka kautta pääsee muuttamaan ohjausyksiköiden asetuksia. Käyttö on tehty helpoksi selkeän ohjelmiston avulla, jota on vaivaton käyttää kotoa. Kuvassa 10 on esimerkki security-yksikön määrittämisestä. (6.)



## Talon hälyttimet

Yksikkö  
SCUa-1

SCUa-1

Tallenna

Lähdöt

#	Nimi	Alue	Tyyppi	Aktivoituu
13	OH sireeni	Olohuone	Hätäsireeni	Sulkeutuessa
14		Olohuone	Ei käytössä	Sulkeutuessa
15		Olohuone	Ei käytössä	Sulkeutuessa
16		Olohuone	Ei käytössä	Sulkeutuessa

Tulot

#	Nimi	Alue	Tyyppi	Aktivoituu
1	OH PIR	Olohuone	Liiketunnistin	Auetessa
2	OH PIR eheys	Olohuone	Liiketunnistimen eheys	Sulkeutuessa
3		Olohuone	Ei käytössä	Sulkeutuessa
4		Olohuone	Ei käytössä	Sulkeutuessa

KUVA 10. Security-yksikön ohjausvalikko (6)

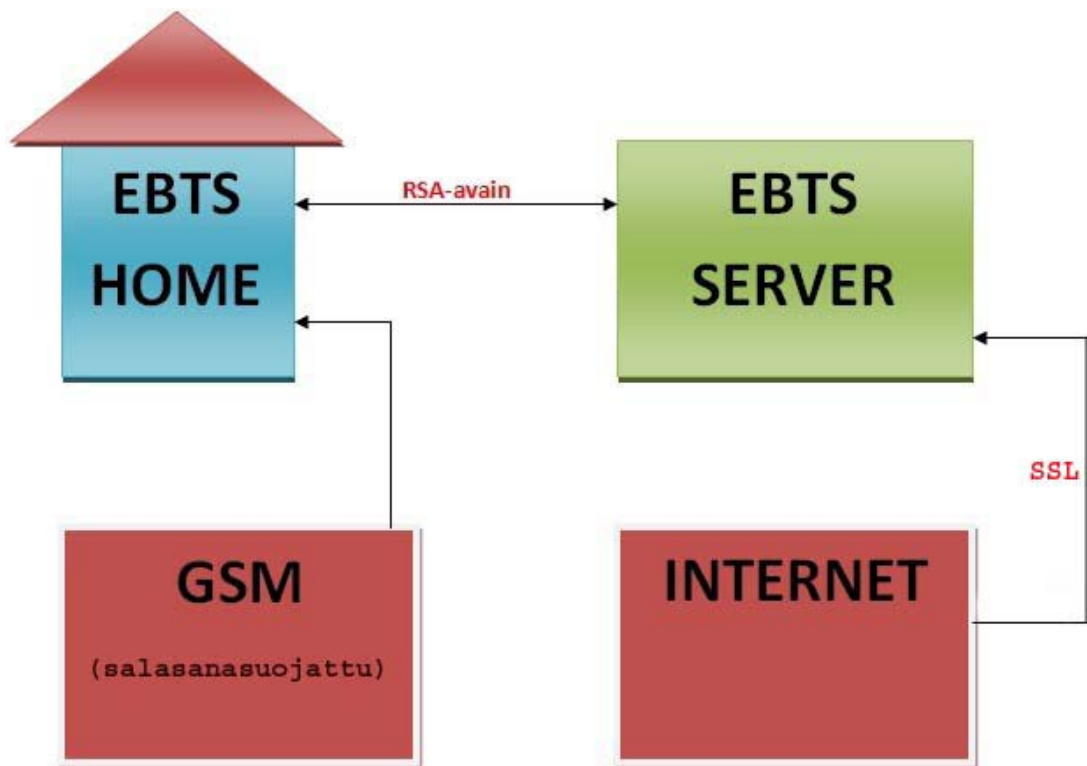
### 2.2.3 Etäyhteys

EBTS-järjestelmässä etäkäyttö on erittäin selkeää ja se on tehty käyttäjälle helpoksi ja luotettavaksi. EBTS-järjestelmän selainkäyttöliittymä toimii kaikissa yleisimmissä selaimissa, pelikonsoleissa, matkapuhelimissa ja kämmen-tietokoneissa. Internetyhteyden välityksellä voidaan seurata ja ohjata kohdetta sekä tehdä mahdollisesti ohjelmallisia muutoksia. Etäyhteyteen ei tarvita mitään erillistä ohjelmistoa, vain Internet-selain ja vaadittavat tunnukset. (6.)

Etäyhteyden hienous vaatii myös hyvin hoidettua salausta ja suojausta yhteydelle. Kuvassa 11 on etäyhteyden salauksen toimintaperiaate.

Yhteyden salausta Internetin ja EBTS-serverin välillä on hoidettu SSL (Secure Sockets Layer) -salauksella, joka on jonosalain (8, s. 22). SSL turvaa yhteyden luottamuksellisuuden (tiedon salausta), eheyden (viestiä ei ole väärennetty) sekä osapuolten todentamisen. Salaus suojaaa tietoliikenteen siten, että

ulkopuolinen tarkkailija ei yhteyttä seuraamalla pysty näkemään luottamuksellisia tietoja. Esimerkiksi suomalaiset verkkopankkien palvelut ovat maailman huippuluokkaa, ja niiden salauksessa käytetään normaalia SSL-tekniikkaa. Yhteys on salattu, mikäli selaimessa on http:// -alun sijaan https://, jos selain ei ilmoita, että yhteys on salattu. (9.)



KUVA 11. EBTS-järjestelmän etäyhteyden salauksen toimintaperiaate (7)

- EBTS HOME - kotona sijaitseva keskus, jossa sijaitsee järjestelmän äly.
- EBTS SERVER - palvelin johon käyttäjä ottaa yhteyden halutessaan muodostaa yhteyden kotona sijaitsevalle keskukselle.
- GSM - matkapuhelin joka on puhelinnumerovarmennettu sekä salasanasuojattu.

### *Yhteyden muodostaminen Internet-yhteyden välityksellä:*

Asiakas ja palvelin ovat keskenään yhteydessä, tässä tapauksessa Internet ja EBTS-serveri, jonka kautta asiakas pääsee EBTS-keskukselle. Asiakkaan muodostettua yhteyden serverille hänellä on SSL-yhteys ja käytettävät algoritmit käytössä.

- Asiakas ottaa selaimessa yhteyden EBTS-serverille ja syöttää yhteyden tunnukset, josta tieto välittyy serverille.
- Palvelimen varmenne, joka sisältää julkisen avaimen, tarkistaa, onko asiakkaan varmenne oikea, lähettämällä pyynnön asiakkaalle.
- Asiakas syöttää salaisen avaimen tiedot ja lähettää ne palvelimelle.
- Asiakas ja palvelin kommunikoivat keskenään. Palvelin tarkistaa, ovatko salaisen avaimen tiedot asiakkaalla oikein.
- Jos palvelin hyväksyy asiakkaan salaisen avaimen tiedot eli tunnukset ovat oikeat, yhteys hyväksyy ja asiakkaalla on salattu yhteys EBTS-serverin kautta kotona sijaitsevalle keskukselle. (10.)

Kotona sijaitseva EBTS-keskuksen sekä EBTS-serverin välillä käytetään RSA-avainta, jonka avulla tunnistetaan käyttäjä oikeaksi. RSA (Rivest-Shamir-Adleman) on epäsymmetrinen julkisen avaimen salakirjoitusmenetelmä. Epäsymmetrinen tarkoittaa, että voidaan salata julkisella avaimella ja purkaa salaus yksityisellä avaimella tai koodata yksityisellä ja dekodata julkisella avaimella. Tällä hetkellä turvallisen RSA-avaimen pituus on 1024 bittiä. (11.)

RSA:n avainpari muodostetaan kahden suuren alkuluvun tulosta. Salausmenetelmän luotettavuus perustuu olettamukseen, että tämän tulon pilkkominen takaisin kahdeksi alkuluvuksi on riittävän työläs, eikä tehokkaita algoritmeja salauksen purkamiseen vielä ole. (11.)

## **2.2.4 Tulevaisuus**

EBTS-järjestelmää on aloitettu kehittämään vajaat kolme vuotta sitten, ja sen tulevaisuus näyttää erittäin lupaavalta. Organisaatio on KNX-järjestelmään verrattuna erittäin pieni, koska se on vielä varsin uusi järjestelmä. EBTS-järjestelmän kysyntä ja tunnettavuus kasvaa päivittäin omakotitalo kohteissa. Järjestelmää on kehitetty vain pienkohderakennuksiin, jonka vuoksi se on tulevaisuudessa kysytty järjestelmä omakotitalokohteissa.

EBTS-järjestelmä on tehty tarpeeksi yksinkertaiseksi kokonaisuudeksi. Järjestelmää on myös helppo markkinoida eteenpäin pienkohderakennuksiin, koska se on tehty juuri niille. EBTS-järjestelmä ei ole minkään standardin alaisena, joten komponentit on mahdollista korvata vastaavilla komponenteilla. Verrattavista järjestelmistä se on edullisin sähköjärjestelmä.

## **2.3 VALOhome- kodin sähköjärjestelmä**

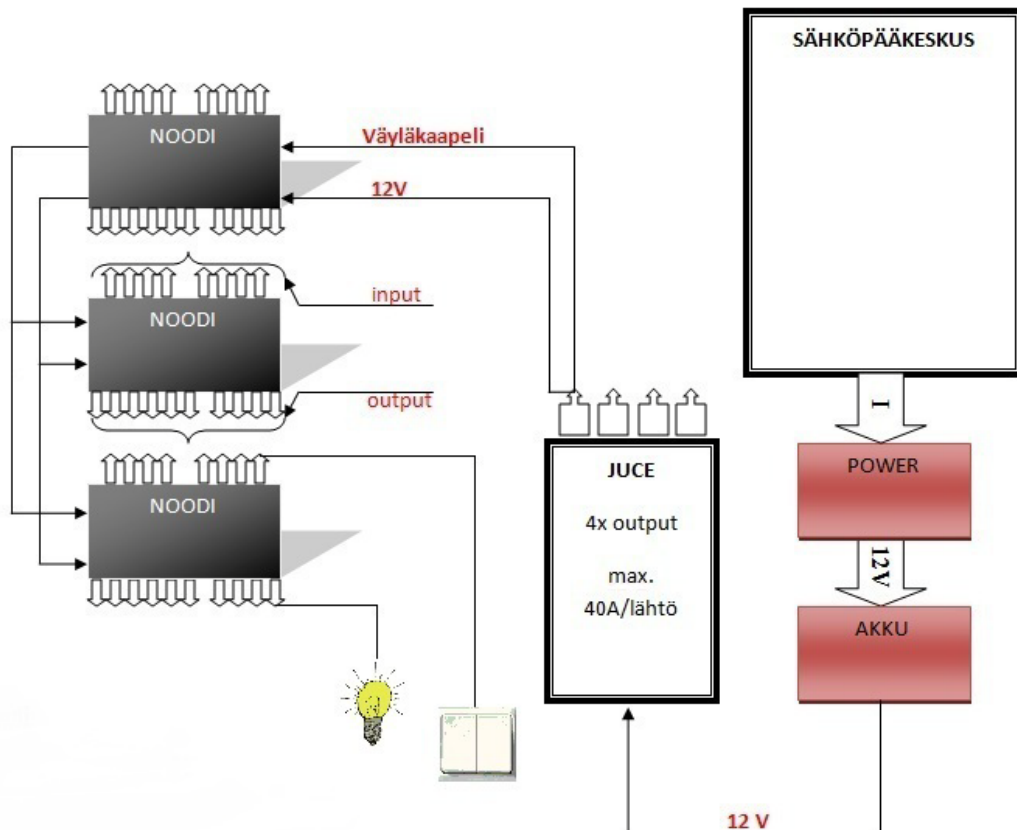
VALOhome-järjestelmä on BH-Sähkö Oy:n kehittämä kodin keskeisten sähköä tarvitsevien toimilaitteiden ohjausratkaisu. VALOhome-järjestelmällä on mahdollista tehdä valaistus-, palohälytin-, murtohälytin- sekä kosteusvalvontajärjestelmä. VALOhome-järjestelmä on kehitetty käyttämään CAN-väylää, jonka peruseriaate on, että kaikki liikenne välitetään kaikille moduuleille. (12.)

Järjestelmän keskeinen osa on älykäs ja energiatehokas valaistusjärjestelmä. Valaistuksessa käytetään 12 voltin led-valoja tai energiansäästölamppuja. Käytettävä tekniikka on ainutlaatuinen, ja sillä voidaan ohjata 12 voltin valaisimia. (12.)

### **2.3.1 Tekniikka**

VALOhome-järjestelmässä käytettävä CAN-väylä on alun perin suunniteltu autojen hajautettujen ohjausjärjestelmien reaaliaikaiseen siirtoon. Järjestelmä toimii omassa sähköverkossa ja virtansa se saa sähköpääkeskuksen yhteyteen sijoitettavasta jakokeskuksesta. Jakokeskuksen virtalähteenä on eril-

linen akku, jonka lataamisen hoitaa erillinen virtalähde. Jakokeskuksen yhteyteen sijoitettava laturi syöttää koko järjestelmälle sen tarvitsevan matalajännitteen (12/24 V). Akku huolehtii, että järjestelmä toimii normaalisti myös sähkökatkoksen aikana. Sähkönkulutuksen pienentämiseksi valaisimiksi suositellaan 12/24 voltin led-valoja tai energiansäästölamppuja verrattaessa perinteisiin hehkulamppuihin. Kuvassa 12 on tekniikan toimintaperiaate. (12.)



KUVA 12. VALOhome-järjestelmän toimintaperiaate

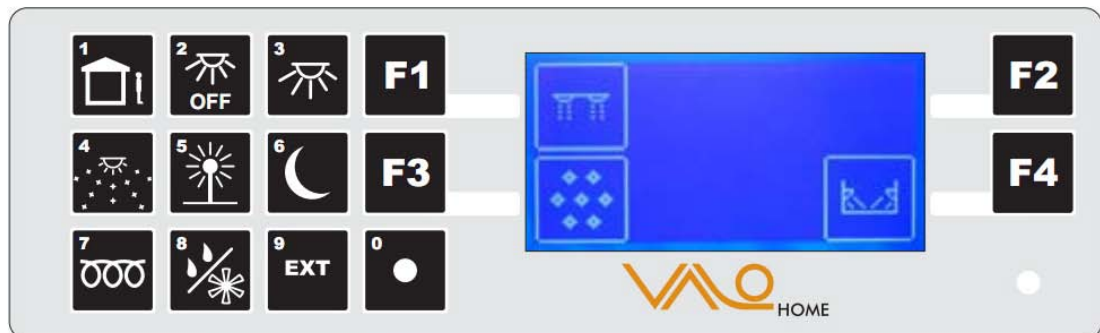
POWER – Erillinen teholähde, joka huolehtii akun lataamisesta ja muuttaa verkkojännitteen järjestelmään sopivaksi matalajännitteeksi 12/24 V.

AKKU – Sähköjärjestelmän päävirtalähteenä toimii sähköpääkeskuksen yhteyteen jakokeskukseen kytketty kuiva-akku. Akku varmistaa sen, että järjestelmä toimii muutaman päivän myös sähkökatkon aikana.

JUCE – Jakokeskus on sähköpääkeskuksen yhteyteen sijoitettu laite, joka muodostaa yhdessä noodien kanssa järjestelmän ytimen. Jakokeskus saa virtansa järjestelmän akulta (12 V). Sisältää 4 lähtöä, joista kukin lähtö kestää maksimissaan 40 A. Syöttää jännitteen (12 V) ja väylätiedon noodille. Yhteen lähtöön voidaan kytkeä korkeintaan 3 noodia.

NOODI – Eri huoneisiin sijoitettavia älyrasioita, jotka muodostavat jakokeskuksen kanssa järjestelmän ytimen. Noodille ohjelmoidaan halutut toiminnot, jotka siirtyvät sitten väyläkaapelia pitkin itse toimilaitteille. Älyrasiat syöttävät myös virtaa niihin kytkettyihin toimilaitteisiin, antureihin ja ilmaisimiin (valaisimet, liiketunnistimet, ovikytkimet, palovaroittimet, kosteusanturit, palohälyttimet ja hämäräkytkimet). Noodi sisältää 8 input-paikkaa sekä 6 + 4 output-paikkaa, joista 6 on analogisia ja 4 digitaalisia. Digitaaliset lähdöt soveltuvat esimerkiksi mittauslaitteille.

Järjestelmä koostuu muutamista moduuleista: näyttömoduuli (kuva 13), jakomoduuli, noodit, akku sekä laturi. Näyttömoduuli (ohjauspaneeli) on käyttäjälle järjestelmän ydin, josta toimintoja ohjataan. (12.)



KUVA 13. VALOhome-järjestelmän näyttömoduuli (12)

### 2.3.2 Käytettävyys ja suunniteltavuus

VALOhome-järjestelmä suunnitellaan asiakaskohtaisesti. Valaistuksen ja muiden toimilaitteiden suunnittelu ei poikkea normaalin sähköjärjestelmän suunnittelusta juuri lainkaan. Noodit eli älyrasiat täytyy ohjelmoida talokohtai-

sesti, mihin VALOhome käyttää omaa ohjelmistoa. VALOhome-organisaatiolla on omat koulutetut henkilöt, jotka ohjelmoivat laitteita.

Sähköurakoitsijalle järjestelmän kaapelointi on hieman vaativampi kuin normaalin sähköjärjestelmän kaapelointi. Valaisimet ja kytkimet johdotetaan heikkovirtakaapeleilla, mihin käytetään parikaapelia. Valaisimille voidaan johdotusvaiheessa vetää myös MMJ (230 V) -kaapelointi, mikäli valaistus halutaan myöhemmässä vaiheessa muuttaa 230 voltiksi. Pistorasiat ovat vielä järjestelmästä erillään eli niiden johdotukseen käytetään 230 voltin MMJ-kaapelia.

Valaisimet kaapeloidaan ja kytketään suunnitelman mukaan keskenään ryhmiin. Yhdessä valaisinryhmässä voi olla korkeintaan 6 valaisinta. Jokaiselle valaisinryhmälle tuodaan oma syöttö parikaapelilla, ja niistä valaisimet ketjutetaan keskenään suunnitelman mukaisesti. Valaisimien välisissä kaapeloinnissa käytetään normaalia parikaapelia. Sähköurakoitsijalle on tehty järjestelmän ohjelmointi valmiiksi, joten urakoitsija ei itse pysty vaikuttamaan ohjelmiston toimintaan.

Loppukäyttäjä ja sähköurakoitsija ei pysty ohjelmallisesti tekemään järjestelmälle muutoksia. Järjestelmä on ohjelmoitu valmiiksi käyttäen VALOhome omaa ohjelmistoa, joten VALOhome on ainoa, joka pystyy tekemään järjestelmään ohjelmallisia muutoksia. Loppukäyttäjä voi käyttää järjestelmää ohjauspaneelin kautta.

### **2.3.3 Etäyhteys**

Järjestelmään on kytketty GSM-moduuli, jonka avulla käyttäjä voi tarkistaa järjestelmän tilan ja tehdä tiettyjä ohjaustoimenpiteitä matkapuhelimella (12). Etäyhteyttä, jota voidaan ohjata GSM-puhelimella, ei ole salattu lainkaan (13).

Järjestelmän näyttömoduulissa on myös järjestelmän näppäimistö eli keypad. Keypad sisältää EEPROM (Electrically Erasable Programmable ROM) -piirin, joka on nykyaikaisin versio ROM-piireistä. EEPROM-piirin sisällön voi

uudelleenkirjoittaa ohjelmallisesti. Keypadin EEPROM-piiriin voidaan tallentaa puhelinnumeroita, ja GSM-puhelimella suoritettavat ohjaukset toimivat vain puhelinnumeroista, jotka ovat tallennettu piiriin. (13.)

Ohjattavat kohteet voivat olla vain sellaisia, joiden sanomakoodi vastaanotetaan keypadissä eli keypad vastaanottaa tekstiviestin, joka sisältää sanomakoodin ja datan. CAN-verkkoon ei voida suoraan lähettää tekstiviestillä sanomia, joten keypad vastaanottaa sanomakoodin sisältävän tekstiviestin ja lähettää sen eri sanomakoodilla CAN-verkkoon. Mikäli järjestelmä ei sisällä käyttöliittymää, tekstiviestin vastaanotto tehdään noodilla ja numerot tallennetaan EEPROM-piiriin sijaan SIM-kortille, muutoin toiminta on samanlaista. Etäkäytön kautta toimivia ohjattavia kohteita ovat murto-, kosteus- ja palohälytykset. (13.)

Vastaanotettavassa tekstiviestissä voi sanomakoodin ja datan lisäksi olla mitä tahansa selventävää tekstiä, joka ei saa sisältää merkkiä #, koska sillä merkataan sanomakoodi ja data. Sanomakoodi ilmoitetaan aina heksalukuna ja data ilmoitetaan desimaaleina. Alapuolelle on kirjoitettu esimerkkejä, kuinka ohjausviestit toimivat VALOhome-järjestelmässä. (13.)

- Sauna päälle -komento (#C005), lämpötilaksi 75 astetta (#75)
- #C005 #75 Sauna päälle tai Sauna päälle (#C005 #75)

Ainoa rajoitus vastaanotettavissa tekstiviesteissä on, että sanomakoodi ilmoitetaan ennen dataa. (13.)

### **2.3.4 Tulevaisuus**

VALOhome on vielä varsin uusi järjestelmä, jonka ydin on valaistuksenohjauksessa. Käytettävä tekniikka on ainutlaatuinen, millä voidaan ohjata valaistusta 12 voltilla ilman erillistä muuntajaa.



Tulevaisuutta ajatellen tekniikka on vielä ainutlaatuinen valaistuksen ohjaukseen. Järjestelmällä on tekniikan puolesta valoisa tulevaisuus valaistuksen ohjauksen parissa.

Tulevaisuuden kannalta järjestelmällä on myös huonoja puolia, koska se käyttää tekniikkana CAN-väyläpohjaista ratkaisua. Toimilaitteiden takia VALOhome-järjestelmässä on elintärkeää, että yritys jatkaa toimintaansa, sillä vastaavia komponentteja ei ole mahdollista saada muualta.

## 2.4 Vertailtavien sähköjärjestelmien yhteenveto

Kodin sähköjärjestelmät, KNX-, EBTS- ja VALOhome-järjestelmät, on vertailtu ja tässä osiossa on yhteenveto jokaisesta järjestelmästä. Yhteenvedossa vertailtavat asiat on jaettu 5 eri lohkoon, jotka on listattu selkeästi taulukkoon. Taulukkoon on listattu seuraavat asiat järjestelmistä: yleistä (taulukko 1), tekniikka (taulukko 2), käytettävyys ja suunniteltavuus (taulukko 3), etäyhteys (taulukko 4) sekä tulevaisuus (taulukko 5). Taulukoihin on kirjoitettu lyhyesti vertailtavista osioista.

*TAULUKKO 1. Yleistietoa sähköjärjestelmistä*

YLEISTÄ	KNX	EBTS	VALOhome
Perustettu	1990	2008	2008
Organisaatio	Suuri	Pieni	Pieni
Kohdealue	Teollisuus ja pienkohteet	Pienkohteet (omakotitalot)	Pienkohteet (omakotitalot)
Yhteenveto	Suurin, vanhin ja tunnetuin järjestelmä	Uusi tulevaisuuden älyjärjestelmä pienkohteisiin	Aika uusi järjestelmä, älykäs valaistuksenohjaus järjestelmä (12V)

TAULUKKO 2. Tekniikka

TEKNIikka	KNX	EBTS	VALOhome
Käytettävä tekniikka	Hajautettu väylätekniikka	Väylätekniikka (ei standardin alaisena)	Väylätekniikka
Johdotuksessa käytettävä topologia	tähti, puu, linja	tähti	tähti
Sähkökeskus	Suuri, vaatii paljon tilaa	Normaalia hieman isompi	Normaali ja moduuleille oma tila

TAULUKKO 3. Käytettävyys ja suunniteltavuus

KÄYTETTÄVYYS JA SUUNNITELTAVUUS	KNX	EBTS	VALOhome
Suunnittelu	Normaali	Normaali	Normaali
Johdotus	Normaalia haastavampi	Normaalia haastavampi	Normaali haastavampi
Ohjelmisto	ETS (vaatii lisenssin, n. 900e)	Selainpohjainen (kuuluu järjestelmään)	VALOhome ohjelmisto (ei saatavilla)
Ohjelmointi	Vaikea	Normaali (selkeä)	Ei itse ohjelmoitavissa
Yhteenveto	Kallis ohjelmisto ja vaikeasti ohjelmoitava	Ohjelmisto tulee järjestelmän mukana. Ohjelmointi selkeä	Ei mahdollista ohjelmoida itse eikä saatavilla ohjelmistoa

TAULUKKO 4. Etäyhteys

ETÄYHTEYS	KNX	EBTS	VALOhome
Ohjaus	Internet ja GSM	Internet ja GSM	GSM
Ohjaus muodot	Internet-selain ja SMS	Internet-selain ja SMS	SMS
Suojaus	Internet (normaali), SMS (numero ja salasanasuojattu)	Internet (hyvä), SMS (numero ja salasanasuojattu)	SMS (ei suojausta)
Loppukäyttäjä	Etäyhteyden avulla ohjaus, ohjelmointi vaatii lisenssin	Etäyhteyden avulla ohjaus ja ohjelmalliset muutokset mahdollisia	SMS-ohjaukset

TAULUKKO 5. Tulevaisuus

TULEVAISUUS	KNX	EBTS	VALOhome
Pääkohdealue	Teollisuus	Pienkohteet	Pienkohteet
Tunnettavuus	Suuri (kansainvälinen)	Pieni	Pieni
Komponentit	Erittäin hyvä (standardoitu)	Hyvä (mahdollista korvata)	Huono (ei vaihtoehtoisia komponentteja)

## **3 LANGATTOMAT ANTURIT EBTS-KODINOHJAUS-JÄRJESTELMÄSSÄ**

Vertailtavista kodin sähköjärjestelmistä valitsin langattomien anturien integroimiseen EBTS-järjestelmän. Johdolliset anturit ovat normaalissa sähköjärjestelmissä sekä älykkäimmissä sähköjärjestelmissä arkipäivää. Alun perin oli tarkoitus tutkia, voiko lux- ja tuuliantureita integroida EBTS-järjestelmään ja onko se taloudellisesti kallista. Tutkimuksen yhteydessä nousi esiin, että langattomat anturit ovat harvinaisia yleiseen käyttöön ja varsinkin pienkohteisiin. Valmiit langattomat anturit ovat vielä tänä päivänä harvinaisia ja kalliita ratkaisuja. Valoisuus- ja tuuliantureiden lisäksi tutkittiin ja pohdittiin myös mahdolliset muut anturityypit, jotka voisi integroida EBTS-järjestelmään.

Alempana kerrotaan, mitä anturityyppejä olisi mahdollista ja taloudellisesti kannattavaa integroida EBTS-järjestelmään. Tässä luvussa kerrotaan esimerkkejä valmiista langattomista antureista, käyttökohteista sekä mahdollisuudesta integroida niitä järjestelmään. EBTS-järjestelmä sisältää mittausyksikön sekä ohjelmiston, joka osaa lukea anturitietoa (6). Lopussa kerrotaan, miten mittausyksikkö vaikuttaa langattomien anturien integroinnissa.

### **3.1 Langattomien anturien käyttökohteita**

Anturit ovat pienkohderakennuksissa arkipäivää ja niitä käytetään myös runsaasti. EBTS-kodinohjausjärjestelmä asennetaan yleensä uudiskohteisiin, jolloin toimilaitteet johdotetaan. Tällöin johdolliset anturit ovat myös luonnollinen ja järkevä ratkaisu. Johdolliset anturit ovat luotettavampia ja halvempia eikä niiden johdotus tuota sähköurakoitsijalle suurta lisävaivaa. Langattomissa antureissa on huomioitava myös virrankulutus.

Langattomien anturien tarve uudiskohteissa on erittäin vähäinen. Mikäli jälkeenpäin halutaan antureita, voi johdotus olla vaikeaa tai mahdotonta, ja silloin langattomat anturit ovat hyvä vaihtoehto. Uudiskohteisiin ei ole järkevää

asentaa langattomia antureita, mikäli se ei ole välttämätön pakko, johtuen niiden hinnasta sekä tekniikan luotettavuudesta.

Langattomia antureita yleiseen käyttöön ja järkevään hintaan on tänä päivänä tarjolla erittäin vähän. Suurin osa langattomista antureista on tehty teollisuuskäyttöön ja ne ovat erittäin kalliita pienkohderakennuksiin. Liiketunnistimet, ovikoskettimet ja palovaroittimet ovat sellaisia anturityyppejä, joita on saatavilla myös pienkohderakennuksiin. Omakotitaloissa on harvoin sellaisia kohteita, jotka vaatisivat langattomuutta. Langattomat anturit on kehitetty vaativimpiin tarkoituksiin ja olosuhteisiin, minkä vuoksi niiden hinta on liian kallis pienkohderakennuksiin.

### **3.2 Esimerkkejä langattomista antureista**

Langattomat lux- ja tuulianturit ovat tänä päivänä vielä kalliita ratkaisuja pienkohderakennuksiin, hinnoissa puhutaan sadoista euroista. Lux- ja tuulianturi oli tarkoitus integroida EBTS-järjestelmään, joiden avulla ohjattaisiin markiiseja valon sekä tuulen mukaan. Lux- ja tuuliantureiden hinnan vuoksi niitä ei ole järkeä väkisin yrittää integroida järjestelmään, joka ei olisi edes täysin varma ratkaisu. Langattomat anturit tarvitsevat vastaanottimen, joka osaa lukea anturilta tulevaa tietoa. Valmiit lux- ja tuulianturit eivät sisältäneet vastaanotinta, jonka voisi liittää suoraan mittausyksikköön, joka osaisi lukea anturilta tulevaa tietoa. On olemassa valmiita versioita, jotka on suunniteltu ja tehty markiisien ohjaukseen, valoisuuden, tuulen ja sateen mukaan.

Langattomien anturien integrointi vaatii vastaanottimen, jonka voi liittää EBTS-mittausyksikköön (katso 3.3.1). Kuvassa 14 on esimerkki langattomasta lämpötilalähtimestä sekä vastaanottimesta, joka voidaan yhdistää tietokoneeseen USB-portin kautta. Kuvassa näkyvä lähetin-vastaanotinpari maksaa noin 1000 euroa.



*KUVA 14. Langaton lämpötilälähetin ja -vastaanotin USB-portilla*

On olemassa anturityyppejä, joiden lisääminen pienkohderakennuksiin on taloudellisesti järkevää. Liiketunnistimia, ovikoskettimia ja palovaroittimia on saatavilla suhteellisen edullisesti myös langattomina. Kuvassa 15 on esimerkki langattomasta liiketunnistimesta.



*KUVA 15. Langaton liiketunnistin*

### **3.3 Integrointi EBTS-kodinohjausjärjestelmään**

Ylempänä kävi ilmi, että valmiita langattomia antureita on tarjolla erittäin vähän. Mikäli halutaan tehdä toimiva ja luotettava langaton anturijärjestelmä, täytyisi rakentaa itse anturijärjestelmä langattomalla tekniikalla.

Tässä luvussa on kerrottu mahdollisten anturien integrointi EBTS-järjestelmään sekä mahdolliset rajoittavat tekijät integroinnissa. Langattomien anturien integroiminen EBTS-kodinohjausjärjestelmään on huomioitava tarkasti. EBTS-sähkökeskus sisältää mittausyksikön, jossa on vaihtoehtoisia tuloja. EBTS-järjestelmän keskusyksikkö sisältää ohjelmiston, joka osaa lukea mittausyksikön kautta tulevaa anturitietoa.

Langattomien anturien integroimisessa on huomioitava rajoittavat tekijät. Yhdessä mittausyksikössä on 24 paikkaa mittaustuloille, joita se osaa lukea. Ohjelmisto tukee tiettyjä anturityyppejä, joiden tietoja se osaa lukea ja kirjoittaa ne ohjelmallisesti. Selvitin langattomien anturien mahdollisen integroinnin ja pohdin onko se mahdollista ja järkevää. Luvun 3 lopussa on pohdittu, mitä hyötyä olisi langattomista antureista EBTS-järjestelmän yhteydessä sekä onko langattomien anturien integrointi EBTS-järjestelmään järkevää toteuttaa käytännössä.

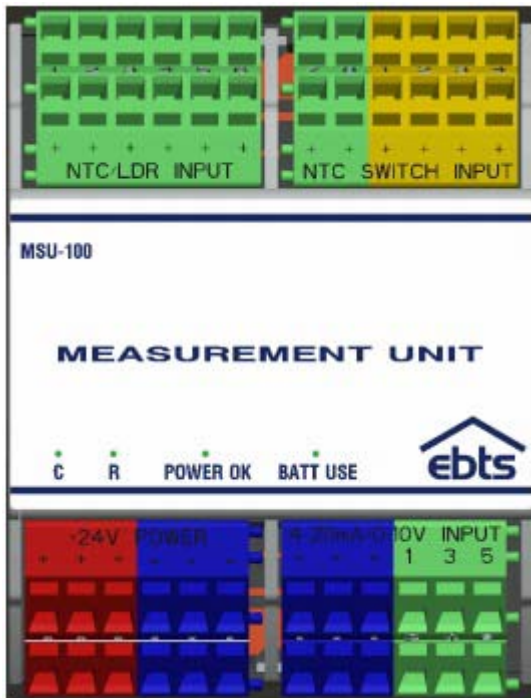
#### **3.3.1 EBTS-mittausyksikkö**

EBTS-kodinohjausjärjestelmä sisältää mittausyksikön, johon kytketään anturit eli anturilta tulevaa tietoa. Langattomien anturien integroimisessa pitäisi kytkeä langaton vastaanotin tai, kuten langattomissa antureissa kutsutaan, kerääjänoodi mittausyksikköön.

Anturien integroimisessa EBTS-järjestelmään, on otettava tarkasti huomioon mittausyksikkö. EBTS-järjestelmä ei sisällä vielä langatonta vastaanotinta, joka osaisi vastaanottaa ja lukea antureilta tulevaa tietoa. Vastaanottimelta mittausyksikköön kulkeva tieto täytyy olla sellaisessa muodossa, mitä EBTS-järjestelmä osaa lukea. Alempana on kerrottu, mitä tulomuotoja mittausyksikkö sisältää.

Kuten kuvasta 16 näkee, mittausyksikössä on 4 eri tulomuotoa, jotka ovat

- 8 x NTC / LDR tulot
- 4 x +24V/+12V
- 6 x +24V
- 6 X 0-10V / 0-20mA mittaustuloille (6).



KUVA 16. EBTS-mittausyksikkö (6)

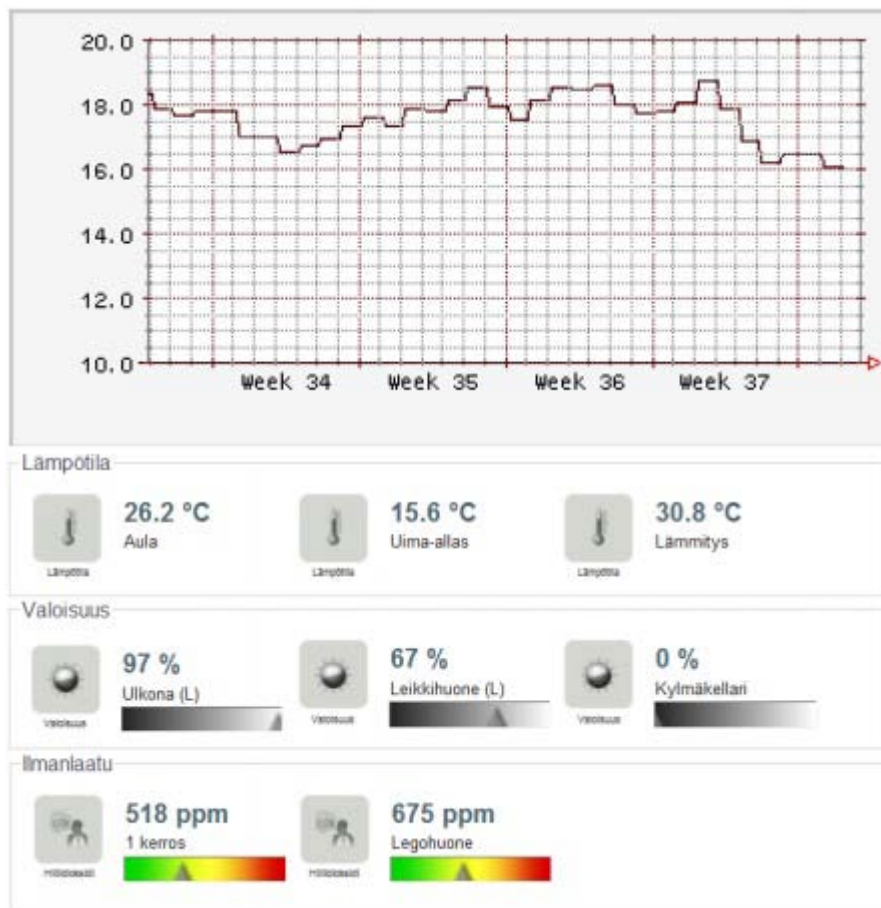
### 3.3.2 Integroinnin yhteenveto

Langattomat anturit ovat vielä tänä päivänä harvinaisia laitteita yleiskäyttöön. Suurin osa langattomista antureista on tehty vaativiin olosuhteisiin tai ympäristöön, jonka vuoksi niiden hinta on korkea.

EBTS-kodinohjausjärjestelmä asennetaan yleensä uudiskohteisiin. Johdollisten anturien asentaminen on helppoa ja luotettavaa. Ne ovat suhteellisen edullisia laitteita. Pienkohteiden ympäristö ja olosuhteet ovat myös sellaisia, mihin johdollisten anturien asentaminen on yleensä mahdollista.



Langattomien radioverkkojen tekniikka ja luotettavuus ei ole lähellekään johdollisten anturien luokkaa. Kaupallisia luotettavia antureita ei vielä ole markkinoilla. Jos on välttämätön tarve saada langattomia antureita pienkohteeseen, ne joutuu osittain itse rakentamaan tai ostamaan kalliin ratkaisun. Toisaalta jos langattomuutta haluaa antureihin jälkeempään, ei ole vielä kovin järkevää väkisin liittää sitä EBTS-järjestelmään. EBTS-järjestelmä sisältää oman ohjelmiston, joka lukee anturitietoja. Kuvassa 17 näkyy, kuinka ohjelmisto näyttää anturien mittaustiedot.



KUVA 17. EBTS-ohjelmiston mittaustiedot (6)

Langattomien anturien integrointi EBTS-järjestelmään tuo myös omat rajoituksensa, mikäli anturitiedot halutaan integroida itse järjestelmään. EBTS-mittausyksikkö rajoittaa myös sen, mitä tietoa yksikköön voidaan lähettää. Kaikista järkevin vaihtoehto olisi rakentaa itse langaton verkko tai lähetin-

vastaanotinpari. Rakennettaessa langaton anturiverkko järkevin käytettävä tekniikka olisi ZigBee-radioverkko.

## 4 LANGATTOMAT ANTURIT

Anturiksi kutsutaan laitetta, joka muuttaa fyysikaalisen, biologisen tai kemiallisen sisääntulon optiseksi tai sähköiseksi signaaliksi. Normaali anturi on laite, joka reagoi johonkin muutokseen ja muuttaa mitattavan signaalin verrannolliseksi signaaliksi. (14, s. 4.)

Langattomat anturit on alun perin kehitetty armeijan käytettäväksi. Langattomia antureita on tarkoitettu käytettäväksi paikoissa, joissa johtojen vetäminen on mahdotonta tai ympäristö muuten haastava. (14, s. 5.)

Langattomien anturien toimintaperiaate on samanlainen kuin ilman johtoja. Langaton anturi havainnoi ympäristön vaihteluja ja lähettää tiedon keskusyksikölle langattomasti. Ympäristöä havainnoivaa langatonta anturia sanotaan tietoa kerääväksi laitteeksi. Tiedon siirtymiseksi tarvitaan langattomasti toimivalle anturille myös vastaanotin, joka käsittelee anturitietoa. Sitä kutsutaan tietoa käsitteleväksi laitteeksi. (14, s. 7.)

Johdollinen anturi tarvitsee yleensä vahvistinelektroniikan. Vahvistinelektroniikan vuoksi se tarvitsee syöttöjännitteen, joka välittyy johtoja pitkin. (14 s. 6.) Langaton anturi eli tietoa keräävä laite sisältää virtalähteen sekä radiolähettimen, joka lähettää tiedon tietoa keräävälle laitteelle eli vastaanottimelle. Langaton anturi voi muodostua lähettimestä (anturi) sekä vastaanottimesta (tietoa keräävä laite).

### 4.1 Langattomat anturiverkot

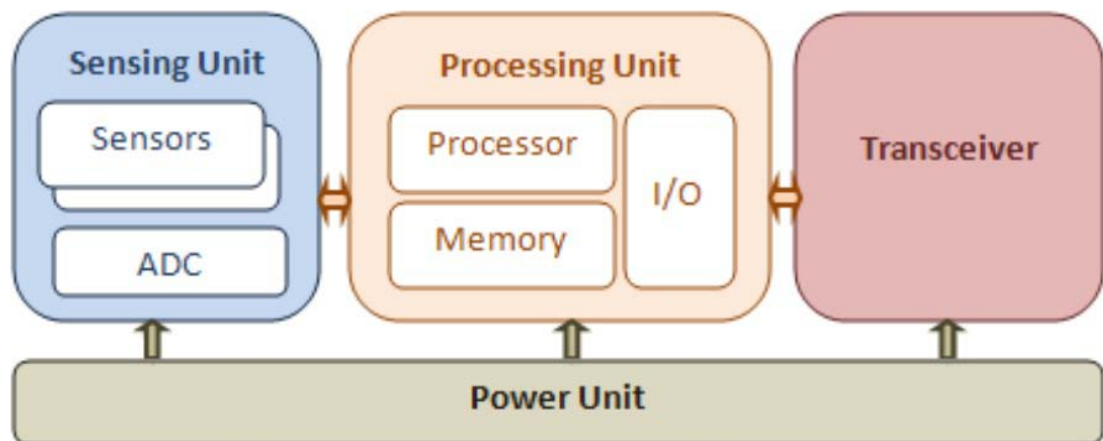
Langaton anturiverkko on yksi vaihtoehto anturien ja EBTS-keskuksen välille. Langattomalla anturiverkolla saataisiin rakennettua kattavin langaton anturiverkko omakotitalokohteisiin.

IEEE 802.15.4 -standardi on mahdollistanut langattomien anturiverkkojen syntymisen. Standardi määrittelee tekniikan lyhyen kantaman langattomaan kommunikointiin (14, s. 9). Alempana on kerrottu langattoman anturiverkon

toimintaperiaate, joka olisi kattavin vaihtoehto langattomien anturien integroimiseen.

#### 4.1.1 Anturinoodit

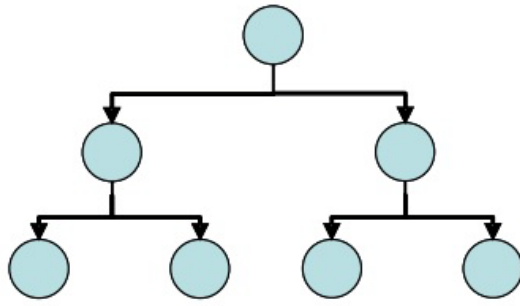
Langaton anturiverkko sisältää noodeja, joiden tarkoitus on kerätä mittaustietoja, käsitellä mittaustiedot ja lähettää ne keskusyksikölle. Anturinoodit muodostuvat radiolähettimestä, mikroprosessorista, Flash- ja SRAM-muisteista ja useammasta anturista, jotka havainnoivat ympäristöä. Kuvassa 18 on anturinoodin rakenne. (14, s. 7.)



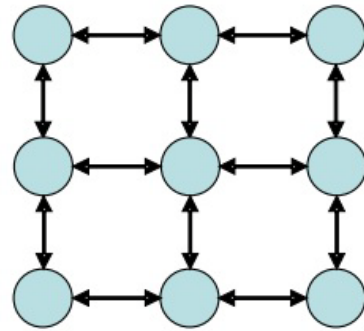
KUVA 18. Anturinoodin rakenne (15, s. 1)

#### 4.1.2 Anturiverkon rakenne

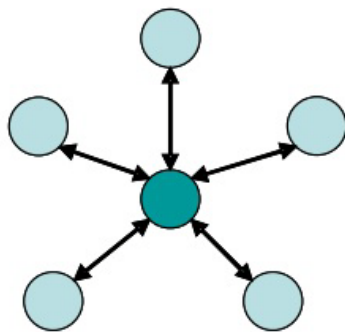
Langattoman anturiverkon voidaan ajatella muodostuvan anturi- ja kerääjänoodeista. Samat havainnot tehneet anturinoodit kiinnostavat kerääjänoodia, joka on yhteydessä loppukäyttäjään. Langattoman anturiverkon perusmuotoja ovat, tähtiverkko, hajautettu verkko, puuverkko ja yhtenäinen verkko (kuva 19). Anturiverkon idea on, että se sisältää useita antureita, jotka pystyvät käsittelemään ja lähettämään tietoa eteenpäin. Anturiverkko on siis laajempi, useamman langattoman anturin sisältämä verkko. (14, s. 9–10.)



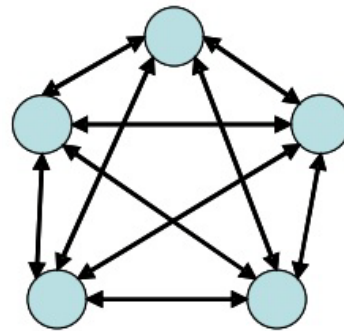
Puuverkko



Hajautettu verkko



Tähtiverkko



Täysin yhtenäinen verkko

KUVA 19. Anturiverkon perusmuotoja (23, s. 9)

## 4.2 Langattomat siirtotiet

Langattomassa siirtotieässä on useita toimivia tekniikoita, joita voidaan käyttää anturien langattomaan tiedonsiirtoon. Langattomista tekniikoista kerrotaan perustiedot, hyvät ja huonot puolet sekä sen, onko tekniikkaa järkevää käyttää omakotitalon anturitietojen lähettämiseen langattomasti.

Tärkeitä ja rajoittavia tekijöitä tulee paljon eteen langattomassa tiedonsiirrossa. Tiedonsiirtonopeuden ei tarvitse olla kovin suuri anturitietoja lähettäessä, mutta kantavuus on tärkeä tekijä. Omakotitalon rakenne vaihtelee puutaloista aina kivitaloihin, joten langattoman tekniikan kantavuus on tärkeä osa-alue. Langattomista laitteista puhuttaessa myös tekniikan virrankulutus täytyy ottaa huomioon.

Langattomia antureita selvitellessäni ja tutkiessani törmäsin useasti sanontaan ”halpaa ja hyvää langatonta anturia on mahdoton löytää”. Langattomista antureista on tarkoitus tutkia ja pohtia, mikä olisi paras vaihtoehto langattomaan tiedonsiirtoon anturitiedon ja EBTS-keskuksen välille.

#### **4.2.1 ZigBee**

ZigBee on vähävirtainen lyhyen kantaman tietoliikenneverkko, joka on rakennettu IEEE 802.15.4 -standardiprotokollan päälle. WPAN on lyhyen kantaman radioverkko, joka kuuluu IEEE 802.15 -standardiin. (16.)

Zigbee-tekniikka soveltuu moniin eri kohteisiin, joissa ei vaadita suurta kantomatkaa ja tiedonsiirtonopeutta. Mahdollisia käyttökohteita ovat mm. rakennus- ja kodinautomaatio, teollisuus, valaistuksen ohjaus ja LVI-valvonta ja ennen kaikkea sensoriverkot (katso 3.1). (17.)

ZigBee toimii maailmanlaajuisesti 2,4 GHz:n lisenssivapaalla ISM (Industrial Scientific Medical) -taajuusalueella, jossa tiedonsiirtonopeus on suurin 250 kbit/s. Zigbee toimii myös alueellisesti Amerikassa (915 MHz), jossa tiedonsiirtonopeus on 40 kbit/s sekä Euroopassa (868 MHz) tiedonsiirtonopeudella 20 kbit/s. IEEE 802.15.4 kantamatkan määritelmä on 10-100m, mutta sopivilla suunta-antenneilla kantomatka voi olla useita kilometrejä esteettömässä tilassa. Virrankulutus on erittäin pieni, 1 mA–100 mA, ja pariston kestoajaksi luvataan 100 tunnista yli 1000 tuntiin. (17.)

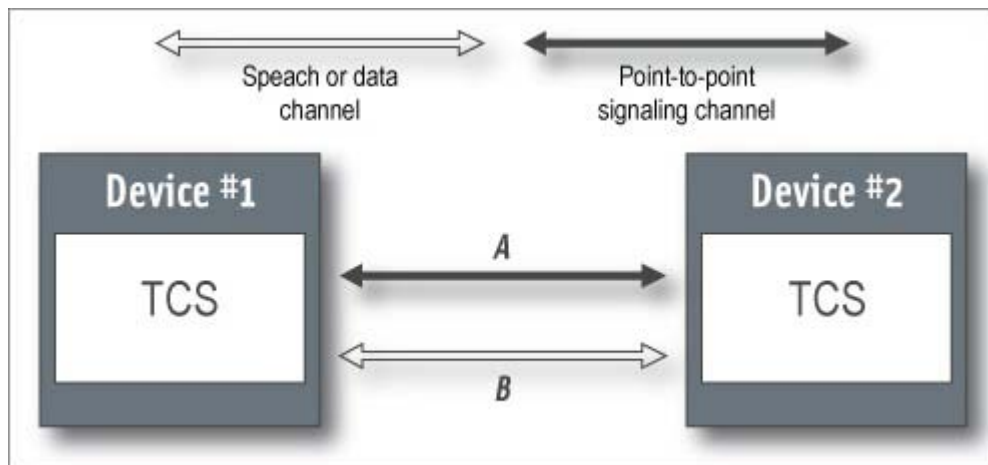
#### **4.2.2 Bluetooth**

Bluetooth kuuluu IEEE 802.15 -standardiin, joka on myös lyhyen kantaman radioverkko. Bluetooth -standardin suunnittelussa on otettu huomioon helpokäyttöisyys, yhteensopivuus, nopea tiedonsiirto sekä maailmanlaajuinen toimivuus. Se soveltuu hyvin pieniin laitteisiin: mm. matkapuhelimet, GPS ja kodinelektroniikka. Bluetooth-tekniikan pääkohde on ollut johtojen korvaaminen mobiililaitteiden välillä. (18.)

Myös Bluetooth toimii 2,4 GHz ISM-taajuusalueella, jonka modulaationa on GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying). Kantavuudeksi luvataan 10–100 m ja tiedonsiirtonopeudeksi 3 Mbit/s. (19.) Bluetooth radioyksiköiden lähetysteho riippuu siitä, mihin luokkaan se kuuluu. Radioyksiköt jaetaan kolmeen eri luokkaan (arvot ovat maksimi arvoja):

- Luokka 1: lähetysteho 100 mW ja siirtoetäisyys 100 m
- Luokka 2: lähetysteho 2,5 mW ja siirtoetäisyys 10 m
- Luokka 3: lähetysteho 1 mW ja siirtoetäisyys 10 cm (ei ole hyödynnetty käytännön sovelluksissa). (18.)

Bluetooth-standardi mahdollistaa kahdeksan laitteen lisääminen samaan verkkoon. Bluetooth laitteiden roolit ovat isäntä (Master) ja orja (Slave). Bluetooth laitteistot sopisivat hyvin anturitietojen lähettämiseen, jossa anturi olisi (Slave) ja vastaanotin (Master). Pienimmillään Bluetooth verkko sisältää kaksi laitetta, jolloin yhteys toimii Point-to-Point-periaatteella (kuva 20). Bluetooth-laite olisi hyvä anturitiedon välittämiseen, koska sitä voidaan käyttää myös ad hoc-tyyppisesti eli ei ole tarvetta erillisille tukiasemalle. (18.)



KUVA 20. Point-to-point-yhteyden periaate (20)

Bluetoothilta on tulossa myös uusi versio, nimeltään Bluetooth Low Energy. Sen kantavuudeksi luvataan 200 m, joka on puolet enemmän kuin normaali-

lissa Bluetoothissa. Tiedonsiirtonopeudeksi luvataan 1 Mbit/s ja virrankulutukseksi puolet normaalista Bluetoothista, 15 mA. (21.)

### **4.2.3 WLAN**

WLAN (Wireless Local Area Network) on IEEE 802.11 -standardiin perustuva langaton lähiverkkotekniikka. WLAN on kehitetty alun perin korvaamaan langallinen lähiverkko. Ainoa kaapeloitava osuus on tukiasemalta verkkolaitteelle, mutta antureita ajatellen tekniikalla voidaan toteuttaa myös täysin langaton vaihtoehto, käyttämällä ad hoc- tai point-to-point-verkkoa. WLANin kaupallinen nimitys on Wi-Fi. (22.)

WLAN tekniikka toimii 2,4 GHz tai 5 GHz taajuudella. Standardin uusin versio on 802.11n, jonka tiedonsiirtonopeus on 450 Mbit/s ja kantavuus 200 metriä. (22.)

WLAN on tarkoitettu pääsääntöisesti laitteille, jotka sisältävät virtalähteen ja niitä ladataan jatkuvasti tai ainakin päivittäin. Anturiverkkoa tai antureita ajatellen WLAN tekniikka ei ole paras ratkaisu sen virrankulutuksen vuoksi.

### **4.2.4 Yhteenveto**

Vertailussa olevat tekniikat ovat mielestäni varteenotettavimmat vaihtoehdot antureiden tai anturiverkkojen langattomaan tiedonsiirtoon. ZigBee ja Bluetooth tekniikat kuuluvat ns. WPAN verkkoon eli lyhyen kantaman radioverkkoon.

Jokaisessa tekniikassa tiedonsiirtonopeus on riittävä. Kaikissa on myös hyvä kantavuus, mutta kantavuudessa pitää huomioida myös talon rakenteet. Kaikissa järjestelmissä riittää tiedonsiirtonopeus ja kun kantavuudet ovat lähellä toisiaan, tärkein ja ratkaisevin ominaisuus verrattavista tekniikoista on virrankulutus. ZigBee ja Bluetooth Low Energy soveltuvat parhaiten anturitietojen siirtämiseen virrankulutuksen ansiosta. Taulukossa 6 on vertailtu langattomat siirtotiet.



TAULUKKO 6. Langattomien tiedonsiirtoteiden vertailu

<b>Tekniikka</b>	<b>Tiedonsiirtonopeus</b>	<b>Kantavuus</b>	<b>Virrankulutus</b>
ZigBee	250 kb/s	100 m	Erittäin pieni
Bluetooth	3 Mb/s	100 m	Pieni
Bluetooth Low Energy	1 Mb/s	200 m	Erittäin pieni
WLAN	450 Mb/s	200 m	Suuri

Käytettäessä point-to-point-yhteyttä, Bluetooth tekniikka on ominaisuuksiltaan varteenotettavin vaihtoehto. Ainoa heikkous on suuri virrankulutus. WLAN-yhteyttä ei mielestäni ole järkevää käyttää langattomissa antureissa sen suuren virrankulutuksen vuoksi. Tulevaisuudessa Bluetooth Low Energy on hyvä vaihtoehto anturitietojen lähettämiseen point-to-point-yhteydellä tai se mahdollistaa jopa kattavan anturiverkon.

Mikäli halutaan rakentaa anturiverkko EBTS-järjestelmään, silloin paras käytettävä tekniikka on ZigBee. Tekniikka on suunniteltu myös sensoriverkkojen käyttöön. ZigBeessä on erittäin pieni virrankulutus ja sen tiedonsiirtonopeus riittäisi varmasti. Bluetooth Low Energy on toinen vaihtoehto sitten, kun se tulee markkinoille. Siinä on parempi kantavuus ja se on erittäin mielenkiintoinen vaihtoehto tulevaisuudessa anturitietojen välittämiseen.

## 5 POHDINTA

Aloittaessani opinnäytetyön tekemisen työnimi ei ollut selvillä. Aluksi pohdittiin ja käytiin läpi työn tilaajan ja ohjaavan opettajan kanssa, mitä työ voisi sisältää ja mitä siinä voitaisiin huomioida. Aloitusvaiheessa mietittiin, että valitaan yksi sähköjärjestelmä ja lisätään siihen tiettyjä antureita. Tarkoitus oli selvittää kahden eri järjestelmän välinen integrointi. Työtä tehdessäni huomasin, että kahden järjestelmän välisessä integroimisessa ei ole järkeä. Työn eteneminen ja kuvaus muuttui jo alkuvaiheessa. Vertailin älyjärjestelmiä, minkä pohjalta työn tilaaja voi pohtia, mikä on järkevin ratkaisu sähkörytyn kannalta.

Painettaessa katkaisinta syttyy valo ja pistorasioissa on virtaa. Siinä oli aikaisemmin ajatukseni sähköjärjestelmästä. Tämän perusteella voidaan sanoa, että sähköjärjestelmä ja varsinkin älyjärjestelmät olivat itselleni täysin tuntemattomia aiheita. Kohti tuntematonta menoa on aina haastavaa ja opettavaa, ja sen sai kokea myös tässä opinnäytetyössä.

Ennen kuin voidaan kirjoittaa kynästä, pitää tietää, mitä kynällä tehdään. Aloittaessani tutkimaan älyjärjestelmiä piti minun aluksi perehtyä normaalin sähköjärjestelmän periaatteisiin. Huomattuani varsin nopeasti, että normaali sähköjärjestelmä on varsin yksinkertainen ja looginen ratkaisu, aloin tutkia älyjärjestelmiä. Älyjärjestelmien vertailuun valitsin kolme eri järjestelmää. Työn tilaajalle VALOhome-järjestelmä oli entuudestaan tuttu järjestelmä, jonka valitsin mukaan. KNX-järjestelmän valitsin sen tunnettavuuden ja historian vuoksi mukaan. EBTS-järjestelmä on uusi tulevaisuuden älyjärjestelmä, joka vaikutti heti alussa mielenkiintoiselta vaihtoehdolta.

Alkaessani tutkia järjestelmiä ihmettelin, miksi älyjärjestelmät ovat vielä varsin tuntemattomia. Suurin syy tähän on mielestäni se, että niistä ei löydy tarpeeksi tietoa tavallisille kuluttajille. Jokainen haluaa, että talossa sähköistys toimii ongelmitta ja luotettavasti. Voiko asiakas haluta älyjärjestelmää taloonsa, jos siitä ei tiedä entuudestaan eikä siitä löydy tietoa? Tutkimustulosten

pohjalta työn tilaaja pystyy paremmin kertomaan asiakkaille selkeämmin ja kattavammin mahdollisista sähköjärjestelmien vaihtoehtoista.

Työssä suuri haaste oli kerätä älyjärjestelmistä tietoa. VALOhome- ja EBTS-järjestelmä ovat vielä sen verran uusia järjestelmiä, että niistä on tarjolla tietoa erittäin niukasti, eikä kirjallisuuttakaan ole vielä saatavilla. Jälkeenpäin voin todeta, että oli hyvä, kun joutui näkemään vaivaa tietojen eteen. Tällä tavoin opin työstä enemmän ja näin, että tiedon kerääminen ei aina ole yksinkertaista, vaikka käytössä on Internet.

Langattomien anturien integrointi EBTS-järjestelmään selvitettiin ja pohdittiin mahdollisia vaihtoehtoja. Itselleni tuli täysin yllätyksenä, että langattomia antureita on saatavilla erittäin niukasti ja ne ovat vielä todella kalliita. Langattomien anturien testaaminen ja integroiminen EBTS-järjestelmään olisi ollut erittäin mielenkiintoinen projekti, mutta halpaa ja epäluotettavaa työtä ei ole kannattavaa tehdä huonoista lähtökohdista.

Vaikka ns. virallinen käytännön työ jäi tekemättä, siitä huolimatta työ oli mielestäni haastava. Tutustuessa uuteen aiheeseen on vaikea kirjoittaa ja tehdä selvitystä, jos siitä ei ole tietoa. Tietoa saadakseen on perehdyttävä aiheeseen perin pohjin ja selvitettävä tieto käytännön kautta. Valtaosan tiedoistani sain perehtymällä sähköjärjestelmien periaatteisiin käytännössä ja kyselemällä asiantuntevilta henkilöiltä. Insinööriyön jälkeen olen vielä sitä mieltä, että älykkäämmät sähköjärjestelmät eivät tule yleistymään kovin nopeasti pienkohderakennuksiin. Älykkäämmät sähköjärjestelmät ovat vielä suurimmalle osalle tuntemattomia ja perinteinen sähköjärjestelmä on osoittautunut järkeväksi ja toimivaksi ratkaisuksi.

## LÄHTEET

1. Piikkilä, Veijo - Liukku, Harri - Parviainen, Kari 2006. KNX Finland ry. Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. 5., korjattu painos. ZVEI: Saksan sähköteknisen teollisuuden ja elektroniikkateollisuuden keskusjärjestö ry.
2. Synkronointi. Saatavissa: [http://cs.stadia.fi/~nikue/hajautetut/hajautetut2005k\\_ilta/HTML/slides/synkronointix.pdf](http://cs.stadia.fi/~nikue/hajautetut/hajautetut2005k_ilta/HTML/slides/synkronointix.pdf). Hakupäivä 7.7.2010
3. Virtanen, Tuomas 2006. Pienkohteiden EIB/KNX-järjestelmän suunnittelu ja toteutus. EVTEK-ammattikorkeakoulu, insinöörityö.
4. Connecting the eibPort to the Internet. Saatavissa: [http://www.babtec.de/fileadmin/Dateien/pdf/eibPort\\_internet\\_eng.pdf](http://www.babtec.de/fileadmin/Dateien/pdf/eibPort_internet_eng.pdf). Hakupäivä 14.10.2010.
5. KNX Finland r.y. 2010. Saatavissa: <http://www.knx.fi/>. Hakupäivä 7.7.2010.
6. EBTS-EKE Building Technology Systems. 2010. Saatavissa: <http://ebts.fi>. Hakupäivä 20.6.2010.
7. Leminen, Jari 2010. Liiketoimintajohtaja, EBTS. Haastattelu 4.8.2010.
8. Jyrkkä, Kari 2009. Salaus ja koodaustekniikat. Opintojakson T764403 Salaus- ja koodaustekniikat (3op) luentomateriaali. Saatavissa: <http://www.oamk.fi/~kajyrkka/kotisivut/salaus/osa1.ppt>. Hakupäivä 20.10.2010.
9. Virtuaalinen sosiaali- ja terveystalokeskus: tietoturva. 2010. Saatavissa: <http://www.sosiaalikollega.fi/asiakkaat/SSL.pdf/>. Hakupäivä 5.10.2010.

10. SSL-yhteyden muodostamisen päävaiheet. Saatavissa:  
[http://www.cibernarium.tamk.fi/tietoturva2/SSL\\_yhteys.htm](http://www.cibernarium.tamk.fi/tietoturva2/SSL_yhteys.htm). Hakupäivä 5.10.2010.
11. Salausmenetelmät. 2010. Saatavissa:  
<http://www.secmeter.com/salausmenetelmat.html>. Hakupäivä 20.10.2010
12. Valohome kodin sähköjärjestelmä. Saatavissa:  
[http://www.valohome.fi/VALO\\_tekninen\\_esite\\_lowres.pdf](http://www.valohome.fi/VALO_tekninen_esite_lowres.pdf). Hakupäivä 28.9.2010.
13. Lehto, Aki 2010. VALOhome. Haastattelu 28.10.2010.
14. Tanhuanpää, Juha. Langattomat anturit. Tutkielma. Saatavissa:  
<http://www.ele.tut.fi/teaching/ele-3350/langatonsens.pdf>. Hakupäivä 23.11.2010.
15. Rutlidge, Sarah. Node Architecture. Saatavissa:  
<http://www.lancs.ac.uk/postgrad/rutlidge/pdf/ch2.pdf>. Hakupäivä 24.11.2010.
16. Mespek Uutiset MaxStream ZigBee Series 2. 2010. Saatavissa:  
[http://www.mespek.com/u\\_maxstream\\_zigbee2.html](http://www.mespek.com/u_maxstream_zigbee2.html). Hakupäivä 30.11.2010.
17. Zigbee Alliance FAQ. 2011. Saatavissa:  
<http://www.zigbee.org/About/FAQ.aspx>. Hakupäivä 30.11.2010.
18. Wireless Platform – Bluetooth. 2007. Saatavissa:  
[http://wirelessplatform.savonia.fi/index.php?option=com\\_content&task=category&sectionid=5&id=19&Itemid=32](http://wirelessplatform.savonia.fi/index.php?option=com_content&task=category&sectionid=5&id=19&Itemid=32). Hakupäivä 1.12.2010.

19. Compare with other technologies. 2010. Saatavissa:  
<http://www.bluetooth.com/English/Technology/Works/Pages/Compare.aspx#1>. Hakupäivä 1.12.2010
  
20. Telephony Control Protocol. 2010. Saatavissa:  
<http://www.bluetooth.com/English/Technology/Works/pages/rfcomm.aspx>.  
Hakupäivä 1.12.2010
  
21. SIG Press Releases. 2010. Saatavissa:  
<http://www.bluetooth.com/English/Press/Pages/PressReleasesDetail.aspx?ID=4>. Hakupäivä 2.12.2010
  
22. Wi-Fi Alliance: Discover and Learn. 2011. Saatavissa: [http://www.wi-fi.org/discover\\_and\\_learn.php](http://www.wi-fi.org/discover_and_learn.php). Hakupäivä 1.12.2010
  
23. Luoma, Jani 2008. Langattomille anturiverkoille soveltuvat MAC-protokollat. Jyväskylän yliopisto, Pro Gradu -tutkielma. Saatavissa:  
[https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/18648/URN\\_NBN\\_fi\\_jyu-200806135460.pdf?sequence=](https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/18648/URN_NBN_fi_jyu-200806135460.pdf?sequence=). Hakupäivä 2.12.2010