

Teemu Jutila

Lämpökeskuksen tilanseuranta

Sovellussuunnittelu ja -toteutus

Opinnäytetyö

Kevät 2011

Tekniikan yksikkö

Automaatiotekniikka

Koneautomaatio



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖN TIIVISTELMÄ

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö
Koulutusohjelma: Automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto: Koneautomaatio

Tekijä: Teemu Jutila

Työn nimi: Lämpökeskuksen tilan seuranta

Ohjaaja: Alpo Anttonen

Vuosi: 2011

Sivumäärä: 51

Liitteiden lukumäärä: 2

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli toteuttaa hakekäyttöisen lämmitysjärjestelmän seurantajärjestelmä.

Suunnittelu aloitettiin tutustumalla lämpökeskuksen tiloihin. Samalla selvitettiin sähkö- ja tiedonsiirtoverkon käyttömahdollisuutta. Työssä selvitettiin digitaalisten lämpötila-antureiden ja anturiverkon käyttömahdollisuuksia.

Työ sisälsi anturiverkon toteutuksen suunnittelun, anturien kytkemisen, sovellusohjelmoinnin ja raportoinnin toteutuksen. Työssä yhdistettiin laitetaso- tiedon integrointi ohjelmakoodiin sekä raportointi internet-selaimen ja tekstiviestin avulla.

Työn lopputuloksena saatiin aikaan seurantasovellus, joka on mahdollista siirtää muihin ympäristöihin.

Asiasanat: anturit, internet, verkko-ohjelmointi, tiedonsiirto

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School Of Technology
Degree programme: Automation Technology
Specialisation: Machine Automation

Author: Teemu Jutila

Title of the thesis: Monitoring a heating network

Supervisor: Alpo Anttonen

Year: 2011 Number of pages: 51 Number of appendices: 2

The purpose of this final thesis was to design and implement a temperature monitoring software that would provide information of the state of the heating network used on detached houses. The fuel used on this particular heating system is woodchips.

The work consisted of different phases. First it was essential to find out and choose thermometers that would be used. After that the structure of sensor network was selected.

The application itself needed to be integrated on this sensor network. The monitoring software was using the local area network while passing the data to the internet or a mobile phone.

All the technical problems could be solved and the solution itself was satisfactory. This work gave precious information to the author of this thesis, concerning the future projects in the field of sensor technique.

Keywords: sensors, internet, network programming, data transfer

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYS

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

1 JOHDANTO	9
1.1 Työn tausta.....	9
1.2 Työn tavoite.....	9
1.3 Työn rakenne	10
1.4 Yrityksen esittely	10
2 LÄMPÖKESKUS	12
2.1 Omakotitalon lämmönlähde.....	12
2.2 Polttoaine.....	13
2.3 Energiamuoto.....	14
3 ANTURITIE TOJEN MITTAUS	15
3.1 Kokoonpano	15
3.1.1 PC-laitteisto.....	15
3.1.2 Anturiverkko.....	16
3.1.3 Lämpötila-anturit	16
3.1.4 Sovellus	17
3.2 Tiedonsiirron vaihtoehdot.....	17
4 SOVELLUS.....	19
4.1 Tiedon lukeminen.....	19
4.1.1 RS-232-sarjaportti.....	20
4.1.2 Syötetiedon muuntaminen ymmärrettävään muotoon	20
4.2 Asetukset	21
4.2.1 Raja-arvot.....	21
4.2.2 Hälytys	22

4.3	Tiedon välittäminen loppukäyttäjän saataville	22
4.3.1	WLAN-verkon käyttäminen.....	22
4.3.2	Sähköpostin ja tekstiviestien käyttäminen	23
4.4	Tiedon raportointi ja esittäminen.....	24
4.4.1	Raportointitietokanta	24
4.4.2	Internetselain	24
5	TYÖN TOTEUTUS.....	25
5.1	Toteutuksen rakenne	26
5.2	Valvontakoneen sovellus	27
5.2.1	Windows-lomakesovellus	27
5.2.2	C# ja .NET Framework	29
5.2.3	Binaaritiedon muunnos	30
5.3	Anturiverkon toimintaperiaate	31
5.3.1	1-Wire-anturiverkko	32
5.3.2	Anturien liittäminen verkkoon.....	34
5.3.3	Anturitiedon lukeminen	35
5.3.4	1-Wire/API-ohjelmointirajapinta	38
5.4	Etätietokanta	39
5.4.1	Tiedon päivitystaajuus.....	39
5.4.2	PHP ja MySQL	40
5.4.3	HTTP-protokollan käyttäminen tiedon välityksessä	41
5.5	Tekstiviesti-ilmoitukset	42
5.5.1	Ulkopuolinen palveluntarjoaja.....	42
5.5.2	SMS Gateway.....	42
5.5.3	Kytkeä valvontasovellukseen	43
6	YHTEENVETO.....	45
6.1	Työn tulokset ja toteutuminen	45
6.2	Pohdinta.....	45
6.3	Jatkokehitysmahdollisuudet.....	46
	LÄHTEET.....	47
	LIITTEET.....	51

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

.NET Framework	Microsoftohjelmoinnissa käytetty ohjelmistokehys, joka tarjoaa luokkakirjastot sekä ajonaikaisen ympäristön hallinnan. (MSDN Library 2009).
1-Wire	Dallas Semiconductor Corporationin kehittämä kommunikointiväylä. (Maxim Integrated Products Inc 2011a).
C#	Microsoftin Windowsohjelmoinnissa käytettävä ohjelmointikieli. (Ecma International 2006).
Hake	Koneellisesti hakettua puuta. (Viirimäki (toim.) 2008, 5).
HTTP	Hypertext Transfer Protocol, hypertekstin siirrossa käytetty protokolla. (Eklin 1999, 440).
RS-232	Laiteriippumaton sarjaliikenteen standardi (Eklin 1999, 304).
SMS	Short Message Service, matkapuhelinverkossa toimiva lyhytsanomapalvelu. (Granlund 2001, 156).
WLAN	Wireless Local Area Network, langaton lähiverkkoyhteys. (Flyktman 2010, 325).
ZigBee	Mikrokontrollereiden käyttämä langaton verkkoprotokolla. (Gislason 2008, 3).

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

KUVIO 1. Traktorikäyttöinen rumpuhakkuri.....	12
KUVIO 2. Metsänhakuun tähteiden kasaus	13
KUVIO 3. Pienpuun korjuuketjut	14
KUVIO 4. DB-9-sarjaliittimen johdinten merkitys.....	19
KUVIO 5. 8-bittisen binääriluvun muunnostaulukko	21
KUVIO 6. Tiedon keräämisen ja raportoinnin periaate.....	26
KUVIO 7. Lämpötilatiedon näyttölomake.....	28
KUVIO 8. Sovelluskehittimen käyttöliittymä	29
KUVIO 9. Esimerkki anturin negatiivisesta lukemasta	30
KUVIO 10. 1-Wire-lämpötila-anturi, joka käyttää loisjänniteliitettä.....	32
KUVIO 11. DS1820-lämpötila-anturin kytkentäkuvio.....	33
KUVIO 12. Anturien kytkentätapa 1-Wire-verkkoon	34
KUVIO 13. RS232/1-Wire-adaptteri.....	35
KUVIO 14. DS1820-anturin sisäinen rakenne	36
KUVIO 15. DS1820 Scratchpad-muistialue.	36

KUVIO 16. DS1820/DS18S20-lämpötila-anturin suorituskäyrä.....	37
KUVIO 17. OneWire API-luokkien käyttäminen	39
KUVIO 18. SMS Gateway	43
KUVIO 19. Tekstiviesti Nokia E63-puhelimessa	44
TAULUKKO 1. Lämpötilan ja digitaalisen tiedon vastaavuudet.....	31
TAULUKKO 2. 1-Wire-verkon anturin 64-bittinen sarjanumero	33
TAULUKKO 3. Näytteenottojen lukumäärät eri taajuuksilla	40
TAULUKKO 4. Tekstiviestin lähetys sähköpostilla.....	44

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Keväällä 2010 käydyissä epävirallisissa keskusteluissa Hakeurakointi Palojärvi Oy:n omistajaosakkaan kanssa, esille tuli tarve saada seurattua lämpökeskuksen toiminnan tilaa esimerkiksi anturitietojen välittämän tiedon avulla. Tässä työssä valvontakohteen esimerkkinä voitaisiin käyttää omakotitalon lämmityksen hakekäyttöisen lämpökeskuksen tilaa.

Lämpökeskusten olemassaolevat seurantajärjestelmät toimivat GSM-pohjaisesti lähettäen hälytysviestin virhetilanteen sattuessa. Keskustelussa ideoitiin tapaa, jolla pystyttäisiin seuraamaan lämpökeskuksen tilaa ennakoivasti, koska tekstiviestihälytyksen saapuessa valvontahenkilölle, poikkeustilanne on jo päällä ja vaatii välitöntä reagointia esim. talven kovien pakkasten aikana.

1.2 Työn tavoite

Toteutuksen toivottiin sisältävän tiedon keräämisen asuinrakennuksen lämmitysjärjestelmän kiertovesiputkista, lähtevän lämpöisen veden sekä paluuveden lämpötilatietojen seurannan. Toteutuksessa toivottiin myös, että tietoa voisi seurata esimerkiksi matkapuhelimen internetselaimen avulla.

Matkapuhelinten internetselaimet ovat kehittyneet viime vuosina erittäin nopeasti, joten tämä vaihtoehto syrjäyttää perinteisen tekstiviestikommunikaation tarpeen tässä tilanteessa.

Tietojen raportointikanavana käytetään julkisessa internetverkossa sijaitsevaa tietokantasovellusta, johon voidaan ottaa yhteys miltä tahansa verkkoon liitetyltä

päätelaitteelta. Tässä tapauksessa tarve on henkilökohtaisen PC:n tai matkapuhelimen kautta.

Yhtenä tavoitteena oli myös saada toteutettua ratkaisu, joka voidaan mahdollisesti siirtää myös toiseen lämpökeskukseen.

1.3 Työn rakenne

Tässä työssä käsitellään lämpökeskuksesta saatavien lämmitysveden tietoja itse rakennetun seurantasovelluksen avulla. Oleellinen osa sovelluksen toimintaa on saada anturien tieto välittymään anturiverkon avulla. Seuraavassa kappaleiden sisältöä:

- ”2 Lämpökeskus” –luvussa käsitellään hakkeen käyttöä lämmitysenergian tarjoajana. Bioenergian raaka-aineen, hakkeen, tuotanto on myös osana kohdeyrityksen toimintaa.
- ”3 Anturitietojen mittaus” –luvussa käsitellään anturitietojen keräämisen teoriaa.
- ”4 Sovellus” –luvussa käydään lävitse sovelluksen tarvitsemia teknisiä tiedonsiirron tarpeita teorian ja käytännön ratkaisuvaihtoehtojen osalta.
- ”5 Työn toteutus”, tässä kuvataan ratkaisun kehittymistä valitun ohjelmointityökalun avulla. Kappaleessa kerrotaan myös vielä tarkemmin anturiverkon ja antureiden toiminnasta. Tärkeänä osana on myös tiedon esitystavan raportointi.
- ”6 Yhteenveto”, viimeisessä luvussa arvioidaan työn tulokset sekä jatkokehitysmahdollisuudet.

1.4 Yrityksen esittely

Hakeurakointi Palojärvi Oy on Kortesjärvellä sijaitseva vuonna 2000 perustettu energiahakkeen tuotantoyritys. Yritys tuottaa energiahaketta puuteollisuudelle kelpaamattomasta korjuujätteestä. Yrityksellä on oma hakkurilaitteisto, joka voidaan

kuljettaa traktorilla asiakkaan haluamaan sijaintiin suorittamaan rankapuun hakettaminen. (Palojärvi 2011.)

Yrityksellä on omia turvesuopeltoja, joista nostettu turve käytetään hyödyksi lähi-alueen lämpökeskusten energiantuotannossa. Turvetta myydään myös ulkopuolisille toimitsijoille. (Palojärvi 2011.)

Yhtenä energiateollisuuden osa-alueena yritys on myös onnistunut kasvattamaan osaamistaan lämmöntuottamisen tarjoajana. Tästä hyvänä esimerkkinä on Korttesjärvellä kahden rivitaloalueen lämmityksen toteuttaminen hakekäyttöisten lämpökeskusten avulla. Toinen alue sijaitsee Korttesjärven keskustan läheisyydessä, jossa hoidettavana on seitsemän rivitalon lämmitysenergian toimittaminen. Toinen lämpökeskus sijaitsee Korttesjärven Ylikylässä, jossa lämmitysenergiaa käytetään yhden rivitalon ja koulurakennuksen lämmittämiseen. (Palojärvi 2011.)

Lämpökeskusten rakennustyöhön on kuulunut kokonaisvaltainen toteuttaminen sekä lämmityksen vaatimien lämpökanavien rakentaminen näihin kohteisiin. Yritys huolehtii näiden lämpökeskusten ylläpidosta sekä lämmöntuottamiseen vaadittavan polttoaineen hankkimisesta. (Palojärvi 2011.)

Yrityksen toimiala on erinomainen esimerkki maatalousvaltaisten alueiden yritystoiminnan muutoksesta rakennemuutoksen seurauksena. (Palojärvi 2011.)

2 LÄMPÖKESKUS

2.1 Omakotitalon lämmönlähde

Energian verotus ja lämmityksessä käytettävän polttoaineen hinta vaikuttavat suurelta osin lämmitysmuodon valinnassa. Sähkön ja turpeen energiaverotusta tullaan korottamaan vaiheittain vuoteen 2015 mennessä. Tämän verosuunnittelun tarkoituksena on hillitä ilmastonmuutokseen vaikuttavia tekijöitä sekä ohjata energian käyttöä kohti uusiutuvia energiavaroja. (Valtiovarainministeriö 2010.)

Pari viimeisintä kylmää talvea ovat myös osoittaneet kuinka raskaasti kuormitettu Suomen sähkönjakelusta vastaava kantaverkko Fingrid on ollut. Tosin teollisuuden ja kotitalouksien sähkönjakelun on vakuutettu olevan turvattu pitkienkin kylmien talvijaksojen aikana. (Ruusunen & Päivinen 2010.)



KUVIO 1. Traktorikäyttöinen rumpuhakkuri (Metsäverkko 2010)

Puu on uusiutuvaa energialähdettä, jonka energiatase on erittäin hyvä. Puun käyttö energianlähteenä ei lisää kasvihuonekaasuja. Lämpökeskuksissa käytettävä

haketettu puu mahdollistaa puulämmityksen automatisoinnin. Hake on koneellisesti haketettua puuta. (Viirimäki 2008, 5.)

2.2 Polttoaine

Hakkeen hankinnassa suurin huomio täytyy kiinnittää polttoaineen puhtauteen ja kuivana säilymiseen. Maatilan lämpökeskusten hake on yleensä tehty rankapuusta, mutta pienemmissä hakejärjestelmissä tulee kiinnittää hakkeen laatuun. Rumpuhakkuria käytettäessä saadaan haketta, joka on tasalaatuista. (Viirimäki 2008, 24.)

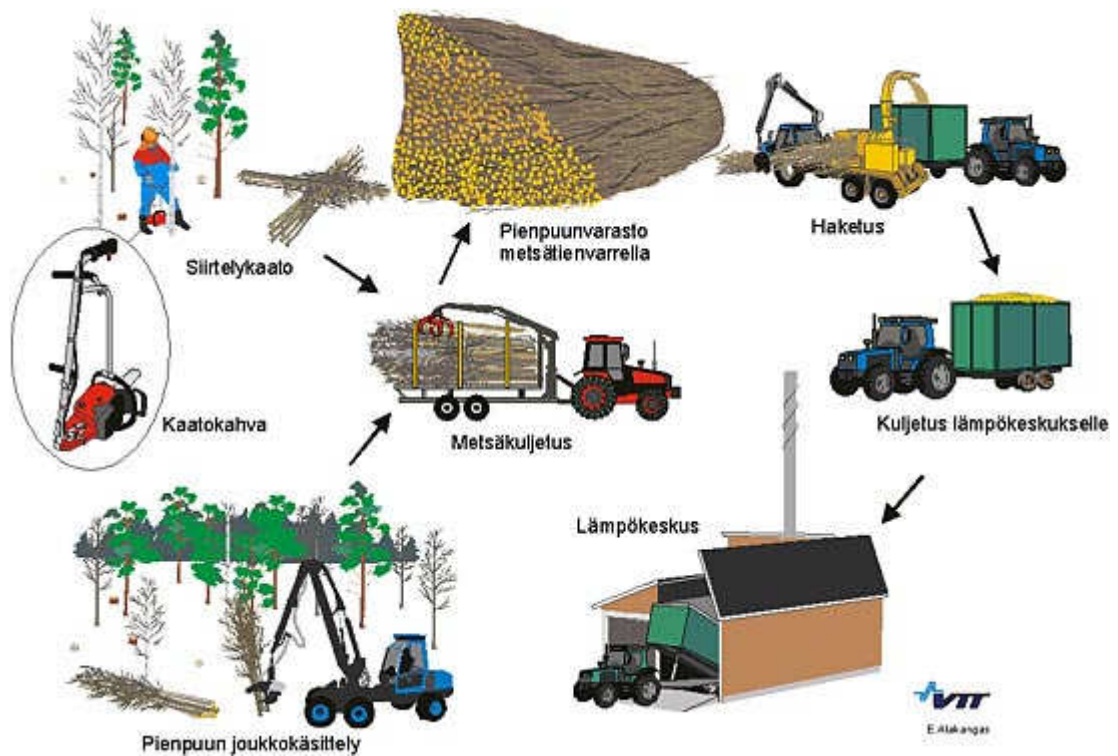


KUVIO 2. Metsänhakuun tähteiden kasaus (Ohmovuori Oy 2008)

Hakkeen varastointiin tulee myös kiinnittää huomiota. Kosteaksi jäänyt hake palaa tehottomasti sekä vaikuttaa heikentävästi kattilan hyötysuhteeseen. Automatisoidussa hakkeen poltossa suositellaan, että hakkeen kosteus on alle 35 %. (Viirimäki 2008, 21.)

2.3 Energiamuoto

Suomessa puuenergian hyödyntäminen on Euroopan kärkitasoa. Puuperäisillä polttoaineilla katetaan noin viidennes energian kokonaiskulutuksesta. (Jokela & Jokela 2010.)



KUVIO 3. Pienpuun korjuuketjut (Helynen et al. 2002, 22)

Kevyeksi polttoöljyksi muunnettuna, keskimäärin kuutiometri metsähaketta vastaa energiamäärältään 80 litraa kevyttä polttoöljyä. Maatilalla, jonka vuotuinen tarve hakeelle on 120 irtokuutiometriä, saadaan lämpöenergiaa 80 MWh, joka vastaa 10 000 litraa kevyttä polttoöljyä. (Viirimäki 2008, 6.)

3 ANTURITIE TOJEN MITTAUS

3.1 Kokoonpano

Yksinkertaisimmillaan anturitietojen keräämiselle tarvitaan PC-laitteisto, anturi-verkko, johon anturit kytketään sekä tiedon keräämiseen tarkoitettu sovellus.

Seuraavassa esitelty kokoonpano voidaan asettaa kotiin, varastoon tai tuotantoti-loihin, edellyttäen sähkö- ja tietoliikenneverkkojen käyttömahdollisuutta.

3.1.1 PC-laitteisto

Tiedon keräämisessä ja tiedonsiirrossa käytetään tavallista PC-laitteistoa. Käyttö-tarkoitukseen käy jo 2 - 4 vuotta vanha laitteisto. Liian tehokkaan ja kalliin laitteis-ton käyttämisestä ei saada toiminnalle mitään lisäarvoa.

Laitteiston yhtenä vaatimuksena on WLAN-verkon käyttö. Kannettavissa tietoko-neissa tämä laite on nykyään sisäänrakennettuna, mutta pöytämallisissa tietoko-neissa tämä on yhä edelleen erikseen asennettava lisälaitte. (Flyktman 2010, 325.)

Sarjaporttiliitännän osalta tulee kuitenkin käyttää nykyään USB adapteria, jolla saadaan otettua sarjaportti käyttöön alle 5 vuotta vanhoissa tietokoneissa. USB portit ovat nykyään syrjäyttäneet perinteiset sarja- ja rinnakkaisportit. (Eklin 1999, 313.)

3.1.2 Anturiverkko

Anturiverkko muodostuu yhteenkytketyistä antureista. Verkko voidaan muodostaa johtoliitosten avulla tai langattomasti. Nykyisessä teollisuuden ja tutkimuksen saralla langattomat anturiverkot ovat nostaneet asemaansa juuri monipuolisten hyödyntämismahdollisuuksiensa sekä minimaalisen virrankulutuksen myötä. (Hännikäinen & Hämäläinen 2009.)

Anturiverkon kautta voidaan kerätä tietoa henkilöpaikannuksen, kotiautomaation, teollisuuden mittaustulosten tai vaikkapa logistiikan kuljetustietojen keräämisessä (Hännikäinen & Hämäläinen 2009).

Tulevaisuudessa anturiverkoille ei tule olemaan yhtä esiin nousevaa tarvetta tai sovellusta, vaan anturiverkot tulevat yleistymään arkielämän tuotteiden ja palveluiden mukana (Hännikäinen & Hämäläinen 2009).

3.1.3 Lämpötila-anturit

Lämpötila-antureiden käyttötarkoitus ei ole rajattu ainoastaan lämpötilan mittaamiseen, vaan niitä käytetään hyväksi mm. virtaus-, säteily- ja kemiallisissa antureissa, joissa mitattava suuruus on verrannollinen lämpötilan muutokseen (Halttunen 2002, 17).

Lämpötila-antureita ovat vastusanturit, termistorit ja termoparit. Näistä tavallisimpia teollisuudessa ovat vastusanturit ja termoparit. (Halttunen 2002, 17.)

Puolijohdeantureissa pii-pohjaiset anturit soveltuvat mitta-alueelle $-50...+150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Piin käyttö antureissa mahdollistaa mikroelektronisten antureiden valmistuksen, jolloin anturiin voidaan integroida älyä, esimerkiksi signaalin muokkauksen ja esikäsittelyn osalta. (Halttunen 2002, 11-12, 31.)

Yleisesti ottaen anturin lähettämä tieto voi olla digitaalista, binääri 1 tai 0, tai analogista, jännitteen, virran tai paineen avulla mitattavaa suuretta. Jännitearvot ovat

0..10 V, virta-arvot voivat olla 4..20 mA sekä pneumaattiset viestit voivat olla 0..6 baarin väliltä. (Lehtonen 2010.)

3.1.4 Sovellus

Anturitietojen mittaamiseen on olemassa valmiita sovelluksia, mutta toteuttamalla oma versio seurantasovelluksesta saadaan luotua pohja jatkossa tapahtuvalle muokkaamiselle. Ohjelmoimalla oma sovellus ei pitäydytä kiinni tietyissä tiedonsiirto-rajapinnoissa eikä myöskään olla pakotettuja käyttämään tiettyä käyttöjärjestelmää (Windows/Linux).

Sovellus on täten helposti muokattavissa ja kytkettävissä eri raportointi- tai tietokantajärjestelmiin. Ajoalustaksi valittiin kuitenkin Microsoft Windows-käyttöjärjestelmä, joten sovellus tullaan ohjelmoimaan C#-ohjelmointikielellä.

3.2 Tiedonsiirron vaihtoehdot

Mittaustulosten tiedonsiirtoa suunniteltaessa mielenkiintoisin toteutuksen vaihtoehto olisi ollut käyttää ZigBee-teknologiaa. Tämän teknologian tarjoama vaihtoehto olisi mahdollistanut vähän virtaa kuluttavien mittausyksiköiden käyttämisen lämpökeskuksen tiloissa. Tässä ratkaisussa mittaussolmut lähettävät tietoa laitteistolle, joka toimii välityspalvelimena mittaussolmujen ja kohdeverkon välillä. (Gislason 2008, 1-2, 53.)

Zigbee-vaihtoehdon käyttö kariutui minimaalisen tiedon ja avun saamiseen suomalaisten toimittajien keskuudesta.

Bluetooth-radiotaajuuslaitteiden käyttäminen toimii parhaiten lyhyen kantaman yhteyksissä. Tämän tekniikan radiokantama vaihtelee lähetystehosta 10 - 100 metrin välillä. Bluetoothin keskilähetystaajuus on n. 2,45 GHz, samalla taajuudella toimivat myös mm. langattomat lähiverkot. Häiriöiden vähentämiseksi lähetysignaaleissa käytetään hajaspektritekniikkaa. (Granlund 2001, 292-294, 235,241.)

GSM-radioverkon kautta toimivaa ohjaustoiminnallisuutta käytetään nykyään esim. lämpöpumppujen etäohjauksessa sekä lämpölaitosten vikatilanhälytyksissä. Tämä vaihtoehto ei kuitenkaan vaikuttanut käyttökelpoiselta tässä tapauksessa halutun jatkuvan tiedon välittämisessä. GSM-tiedonvälitys on soveltuva ratkaisu satunnaisesti tapahtuvan informaation välittämisessä.

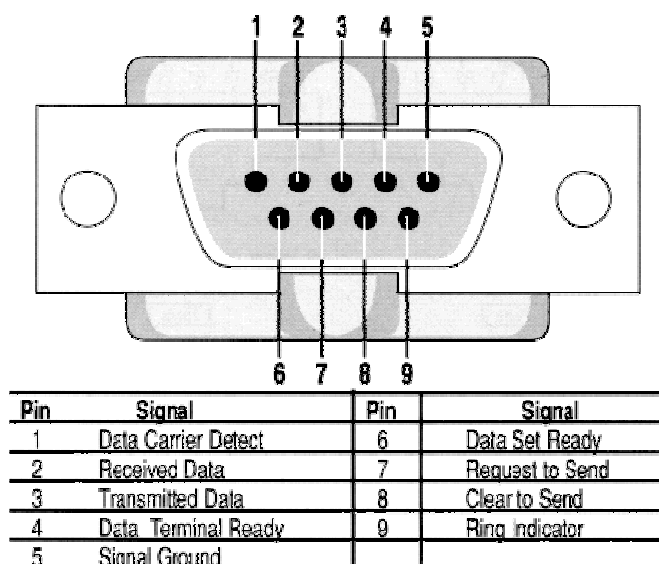
4 SOVELLUS

4.1 Tiedon lukeminen

Tietoliikenteessä sarjaporttia on käytetty aina 1960-luvun alusta lähtien. Sarjaliikennelaitteille on yhä edelleen tarvetta laajalti teollisuuden, kaupan ja lääketieteen alan sovelluksissa. (B & B Electronics 2010.)

Sarjaporttikommunikaatiossa tieto välitetään bitti kerrallaan samaa johdinta pitkin. Kaksisuuntainen kommunikaatio on mahdollista kolmen eri johtimen avulla. Yksi lähetykseen, yksi vastaanottoon sekä yksi johdin maadoitukseen. (Taltech 2011.)

Nykyään melkein mikä tahansa laite tai laitekokonaisuus voidaan kytkeä kehittyneempiin sarjaväyliin, joita ovat USB ja Firewire. Tästä huolimatta perinteiset liitännät säilyttävät kuitenkin asemansa yksinkertaisuutensa vuoksi. (Eklin 1999, 300.)



KUVIO 4. DB-9-sarjaliittimen johdinten merkitys (AGG Software 2011)

Tässä työssä tiedon välitykseen käytetään edelläkuvattua sarjaporttiliikennettä lämpötilatiedon lukemisessa. 1-Wire-anturiverkkoon kytkettyjen lämpötila-antureiden lähettämä tieto on binäärimuodossa.

4.1.1 RS-232-sarjaportti

RS-232 on tietoliikennestandardi, joka esiteltiin ensimmäisen kerran vuonna 1962. Tämä tietoliikennestandardi on yhä edelleen laajalti teollisuuden käytössä. Tämä standardi määrittelee sähköisten signaalien jännitetasot, ajastukset sekä kaapelien pituudet. (Pinouts.ru 2011a.)

Kotitietokoneiden sarjaportti käyttää standardia RS-232C, jossa käytetään 9:ää johdinta. RS232-tiedonvälityksessä käytetään yleensä 7 tai 8 bitin sarjoja. Tiedonsiirron maksiminopeus on 20 kbps. (Pinouts.ru 2011b.)

RS-232C-standardi ilmoittaa tietoliikennekaapelin maksimipituudeksi 15 metriä, mutta kaapelin pituus voi olla huomattavastikin pidempi riippuen kaapelin laadusta ja tiedonsiirtonopeudesta. Kaapelin pituutta saadaan kasvatettua käyttämällä signaalinvahvistinta. (Taltech 2011.)

4.1.2 Syötetiedon muuntaminen ymmärrettävään muotoon

Elektroniikassa tiedonsiirtoon ja lukujen esittämiseen käytettävää lukujärjestelmää kutsutaan binäärijärjestelmäksi. Binäärijärjestelmän kantaluku on 2. Tässä lukujärjestelmässä voidaan esittää mitä tahansa numeroita tilojen 0 ja 1 avulla. Näistä binäärijärjestelmän symboleista käytetään nimitystä bitti. Näiden symbolien vastineita ovat virran tilat +/- tai kytkinten tilat auki/kiinni. (Granlund 1999, 16.)

Tietokoneiden sisäisessä arkkitehtuurissa käytetään juuri tätä binäärijärjestelmää. Bittien 0 ja 1 muodostamista merkkijonoista muutetaan ymmärrettävään muotoon 8 bitin yhdistelmiä, joita kutsutaan tavuiksi sekä 16 tai 32 bitin pituisia merkkijonoa, joita kutsutaan sanoiksi. (Granlund 1999, 16.)

Binäärikoodien esitystavassa eniten merkitsevä bitti on yleensä vasemmalla ja vähiten merkitsevä bitti oikealla. Esimerkiksi binääriluku 10110 muutetaan desimaaliluvuksi $16 + 4 + 2 = 22$ ($2^4 + 2^2 + 2^1$). (Granlund 1999, 16.)

Binaarijärjestelmä luetaan oikealta vasemmalle.								
Binaariluku				1	0	1	1	0
Kertoimet	128	64	32	16	8	4	2	1
2-kertoimet	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0

KUVIO 5. 8-bittisen binääriluvun muunnostaulukko (Bläuer & Katila 2006)

Tässä työssä DS1820-lämpöantureiden välittämä tieto välitetään 9-bitin sarjoina, joiden sisältämä tieto täytyy kääntää selkokieliseen muotoon.

4.2 Asetukset

Koska toteutettavan sovelluksen pääasiallinen tarkoitus on ainoastaan välittää antureiden kautta luettavaa lämpötilatietoa, sovelluksessa on hyvin vähän asetustietoja. Seuraavassa kerrotaan näiden asetustietojen tarkoituksesta.

4.2.1 Raja-arvot

Sovellukseen määritellään lämpötilojen raja-arvot lähtevälle ja tulevalle kiertoveden arvoille. Lähtevän lämmitysveden yläraja on ratkaiseva, koska tämän avulla pystytään valvomaan, mikäli lämmityskattila lämmittää veden liian lämpimäksi. Tämä vikatilanne kertoo lämmityskattilan liian suuresta palamistilanteesta.

Vastaavasti paluuv veden liian alhainen lämpötila kertoo vikatilanteesta lämmitysverkon jossain osassa. Molemmat virhetilanteet on jo kytketty olemassaolevaan lämmityskattilan hälytysjärjestelmään, mutta arvot haluttiin ottaa sovellukseen kuitenkin mukaan.

4.2.2 Hälytys

Lämpötilojen raja-arvoista johtuvat poikkeamat laukaisevat hälytysviestin lähtemisen. Hälytysviesti lähetetään sekä sähköpostiin, että tekstiviesti-ilmoituksena käyttäjän matkapuhelimeen.

Hälytysviestin lähettämistä varten sovellukseen täytyy tallentaa sähköpostin lähettämistä varten tarvittavat sähköpostin tili- ja palvelintiedot. Tekstiviestin lähettäminen kytketään ulkopuolisen palveluntarjoajan viestinlähetysovelmaan.

4.3 Tiedon välittäminen loppukäyttäjän saataville

Tiedon koostamisen ja analysoinnin lisäksi yhtenä tärkeänä ominaisuutena nähdään tiedon välittäminen loppukäyttäjälle. Tiedon välittämisessä julkiseen internet-verkkoon käytetään saatavilla olevaa langatonta lähiverkkoa. Lähiverkon kautta toteutetaan tiedon lähettäminen etätietokantaan, sähköposti- ja tekstiviesti-ilmoitusten lähettäminen.

4.3.1 WLAN-verkon käyttäminen

Tiedonsiirrossa käytetään saatavilla olevaa langatonta lähiverkkoa (WLAN, Wireless LAN). Tämän verkkotekniikan hyödyntäminen mahdollistaa verkon asentamisen paikkoihin, joissa langallisen verkon kaapelointi ei ole mahdollista (Flyktman 2010, 325).

Langattomia verkkoja voidaan rakentaa koteihin ja työpaikoille. Langaton verkko vaatii jokaiselta verkkoon liittyvältä laitteelta sopivan WLAN-sovittimen. (Flyktman 2010, 325.)

Verkko voidaan suojata salasanalla, jolloin verkon luvaton käyttö voidaan estää. Internetin käyttöä varten tarvitaan kaapeleita vain tukiaseman ja internetin välille. (Flyktman 2010, 325.)

Internetin käyttö tarvitsee esimerkiksi jotain seuraavista:

- GPRS tai 3G-yhteys,
- ADSL-modeemi puhelinkaapelissa,
- WLAN-tukiasema langattomalla tiedonsiirrolla (Flyktman 2010, 325.)

Tyypillisin WLAN-verkkolaitteiden tiedonsiirtonopeus on 54 Mb/s. Langattoman verkon nopeus riippuu signaalintehokkuudesta, käyttäjien määrästä sekä linjan häiriöttömyysasteesta. Yleisesti ottaen WLANin radioaaltojen häiriöttömän yhteyden kantama on noin 30 m. (Flyktman 2010, 330, 332.)

Yhteyden toimivuuteen vaikuttavat erityisesti:

- esteiden määrä (paksuus ja materiaali),
- antennien suuntaus tukiasemaa kohden,
- tukiaseman korkeus lattiasta (Flyktman 2010, 332).

Langattoman verkon käyttämisen suurimpia haittapuolia on turvattomuus. Langattoman lähiverkon salaamaton liikenne on helposti kuunneltavissa, lisäksi suojaamaton lähiverkko altistuu luvattomalle käytölle kuuluvuusalueensa sisällä. (Flyktman 2010, 332.)

4.3.2 Sähköpostin ja tekstiviestien käyttäminen

Tässä työssä tehtävästä valvontasovelluksesta haluttiin saada hälytystiedot lähetettyä käyttäjälle joko sähköpostin tai tekstiviestin välityksen avulla. Koska käyttäjillä ei ole aina mahdollisuutta olla tarkistamassa saapuneita sähköpostejaan, tekstiviesti tavoittaa kohteensa paikasta ja ajasta riippumatta.

Tekstiviestistä käytetään myös nimitystä SMS (Short Message Service), joka tarkoittaa GSM-verkkoon liitettyä lyhytsanomapalvelua, jossa voidaan välittää enintään 160 merkin pituisia viestejä. SMSC tai SC (Service Center) on GSM-verkossa toimiva palvelukeskus, joka hoitaa SMS-toimintoja. Kaiken tekstiviestiliikenteen on jossain välissä kuljettava palvelukeskusten kautta. (Granlund 2001, 156.)

Sähköpostiviestin lähettäminen ohjelmallisesti onnistuu, kunhan tiedossa on vain tarvittavat tunnistautumis- ja sähköpostin lähetyksestä hoitavan SMTP-palvelimen tiedot. SMTP-palvelinta tarvitaan lähettämään sähköpostiviestit internetverkon kautta välitettäväksi. (Flyktman 2010, 402.)

4.4 Tiedon raportointi ja esittäminen

Oleellinen osa työn kokonaisuutta on saatujen mittaustulosten esittäminen. Seuraavassa kerrotaan suunniteltua raportointitapaa.

4.4.1 Raportointitietokanta

Lämpötilojen seurannasta saatavat lämpötilatiedot siirretään tietokantaan, joka on julkisen internetverkon tavoitettavissa. Tietokantaan tallennuksen etuna on tiedoista saatavien koostetietojen esittäminen. Tiedoista saadaan kerättyä lämpötilojen keskiarvot, minimi- ja maksimiarvot päivittäin.

Koosteraporttien muotona käytetään www-sivua, jossa tiedot esitetään taulukon ja kuvaajan avulla. Tietokannan käyttämisen etuna on myös se, että vaikka esitystapa muutettaisiinkin, niin itse tiedot ovat tallessa tietokannassa. Raportointisivun käyttöä voidaan rajoittaa tunnistautumisen avulla.

4.4.2 Internetselain

Tiedon tarkastelu on mahdollista suorittaa PC:n tai matkapuhelimen internet-selaimella. Internetselaimet muotoilevat verkkosivut luettavaan muotoon HTML-kielen ohjeiden mukaan. HTML on kansainvälinen standardi, jota kaikki käytössä olevat selaimet tulkitsevat parhaansa mukaan. (Linjama 2001, 12.)

5 TYÖN TOTEUTUS

Työn tekeminen aloitettiin tilanteesta, jossa käytettävästä toteutuksesta ei ollut olemassa mitään esitietoja. Työn toteutuksen kartoittaminen aloitettiin tutustumalla lämpökeskuksen tilaan, jossa lämpökattila sijaitsee. Lämmityskattilan sijainnista sekä kiertovesiputkien sijainnista arvioitiin anturien sijoituspaikkaa. Tässä käytettiin hyväksi vertaamalla olemassaolevien anturien sijoitustapaa.

Pannuhuoneen tilaa tutkimalla kartoitettiin myös PC-laitteiston sijoituspaikkaa sähköverkkoon kytkemisen osalta. Asuinkiinteistössä käytettävän langattoman lähiverkon saatavuutta testattiin Nokia E63-matkapuhelimen langattoman lähiverkon tunnistamistoiminnon avulla. Koska kyseinen pannuhuone on rakennettu kellarinomaisesti maanpinnan tason alapuolelle paksujen betoniseinien sisään, langattoman lähiverkon signaali ei suoranaisesti ollut riittävällä tasolla.

Verkkoyhteyksien yhtenä vaihtoehtona mietittiin HSDPA-modeemin hankkimista, mutta tästä vaihtoehdosta luovuttiin, koska pannuhuoneen verkkoyhteyden toteuttamiseksi tullaan asentamaan antenni läpiviennillä kattorakenteiden lävitse. Pannuhuone tulee jäämään rakennettavan autotallin alle, jolloin pannuhuoneesta vedetty antennijohto langatonta lähiverkkoa varten tulee jäämään sääolosuhteilta suojaan.

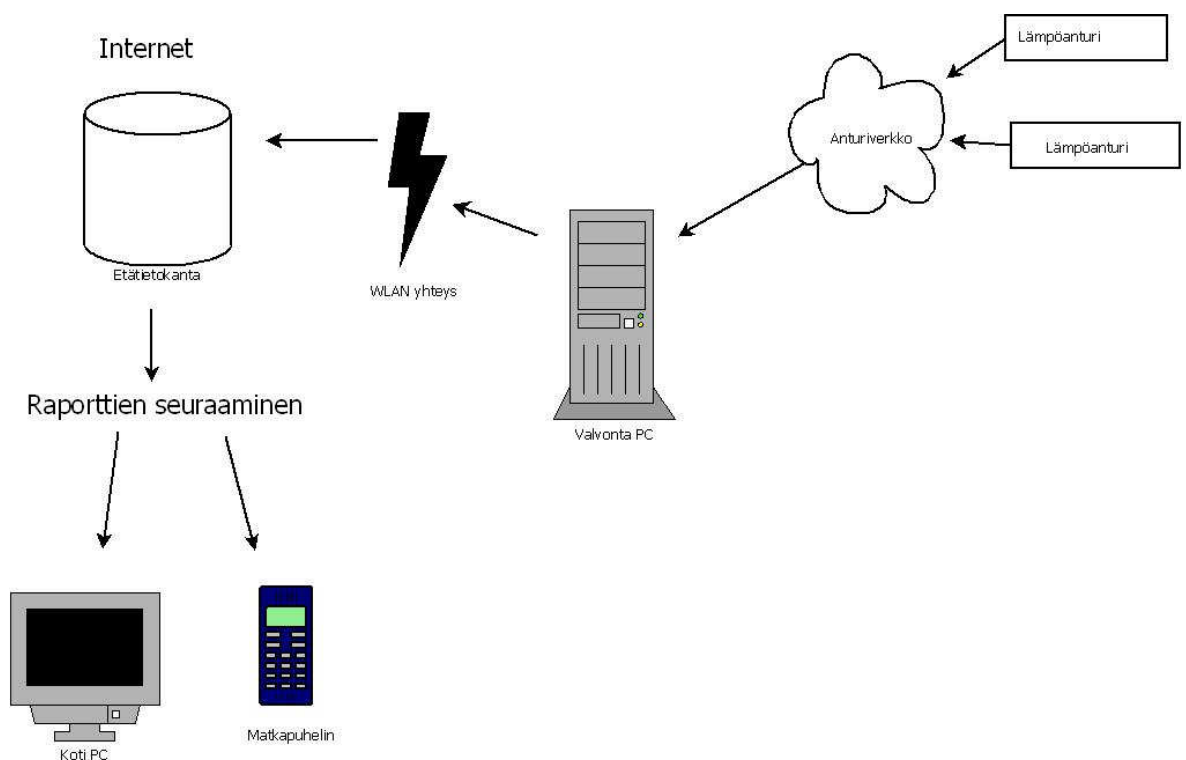
Käyttöolosuhteiden kartoittamisen jälkeen aloitettiin tutkimaan, mitä vaihtoehtoja on antureiden osalta, miten näiden välittämä tieto saadaan siirrettyä ja luettua valvontasovelluksen käytettäväksi. ZigBee-teknologia olisi ollut ihanteellisin vaihtoehto juuri tämän kaltaisen matalan tason tiedon välittämiseen (Gislason 2008, 1.), mutta koska sulautettujen järjestelmien koostamisesta ei ollut osaamista, tämä vaihtoehto oli pakko siirtää sivuun. ZigBee-teknologian tutkimiseen käytettiin aikaa kohtalainen määrä, valitettavasti suomalaiset toimittajat eivät osanneet auttaa tässä asiassa yhteydenotoista huolimatta.

Varsin pian vaihtoehdoksi alkoi hahmottumaan 1-Wire-tekniikan käyttäminen ratkaisussa. Tutustumalla tarkemmin tähän teknologiaan kävi selväksi, että tämä tulisi toimimaan anturiverkon tekniikkana. Tekniikan rajoitukset olivat riittävät tämän työn toteutukselle. Tosin tässä ratkaisussa jouduttiin kuitenkin tyytymään tilanteeseen, jossa anturit kytketään johdotuksen kautta valvontatietokoneeseen.

Tämän anturiverkon toiminnallisuuden myötä tuli selväksi myös antureiden valinta. 1-Wire-anturiverkon lämpöantureiksi seuloutuivat DS1820-lämpötila-antureiden uudemmat mallit. Näiden lämpöantureiden toimintalämpötilat vaihtelevat -55...+125 Celsiusasteiden välillä.

5.1 Toteutuksen rakenne

Toteutuksessa lämpöanturit kiinnitetään lämmityksen kiertoveden lähtevään ja tulevaan putkistoon. Anturit ovat yhteydessä anturiverkkoon. Anturiverkko on kytketty tietokoneen sarjaportin kautta PC-laitteistoon.



KUVIO 6. Tiedon keräämisen ja raportoinnin periaate

PC-laitteistossa oleva sovellus lukee lämpöanturien tiedon digitaalisessa muodossa. Seurantasovellus muuntaa digitaalisen tiedon käyttäjille ymmärrettävään muotoon. Tieto tallennetaan paikalliseen laitteistoon sekä lähetetään WLAN-verkon kautta etätietokantasovellukselle.

Sovellus on kytkettynä myös ohjelmointirajapinnan kautta tekstiviestien lähetyspalveluun. Tekstiviestihälytystä käytetään, mikäli järjestelmä havaitsee lämpötilojen poikkeamia annetuista raja-arvoista. Kriittiset poikkeamat tapahtuvat luultavimmin liian suuresta lämpötilan kohoamisesta.

Raportointitieto saadaan luettua julkisessa internetverkossa olevasta tietokantasovelluksesta. Raporttien ulkoasuna tullaan käyttämään taulukkomuotoa sekä kuvaajaa.

5.2 Valvontakoneen sovellus

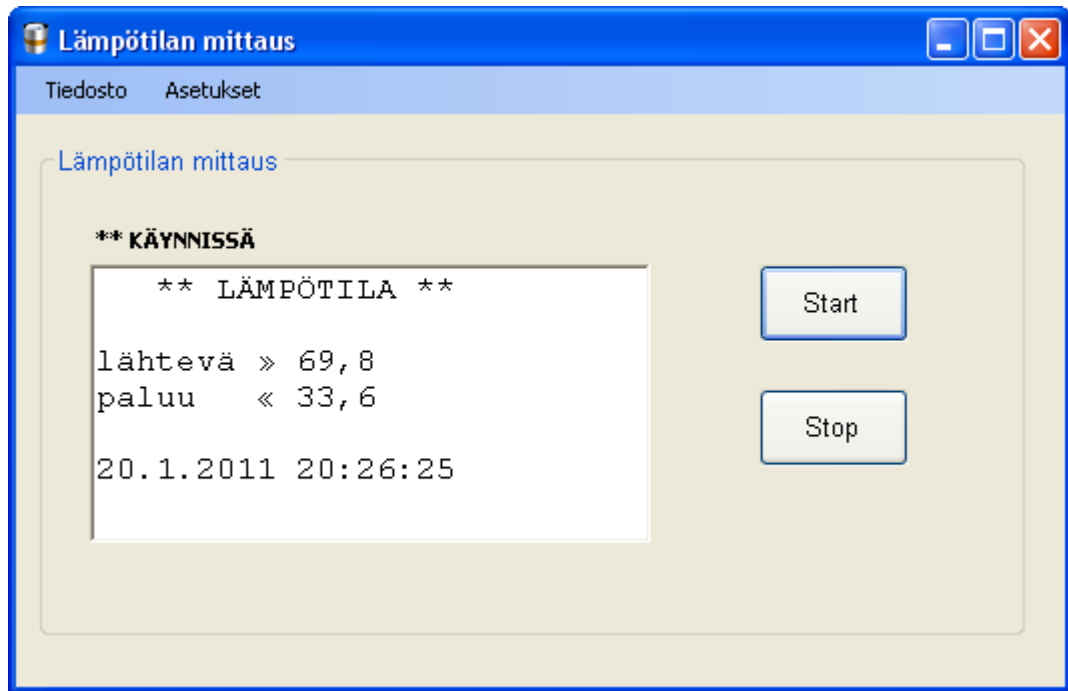
Työn alkuvaiheesta lähtien tarkoituksena oli tuottaa lämpötilatietojen lukemiseen kykenevä sovellus. Perusteluna tälle seikalle oli ohjelmiston täydellisen muokausmahdollisuuden säilyttäminen. Itse ohjelmoitu sovellus pakotti selvittämään eteentulleet ongelmat. Seuraavissa kappaleissa kerrotaan sovelluksen syntyvaiheista, tiedonhankinnasta sekä tässä projektissa käytetystä sovelluskehittäimestä.

5.2.1 Windows-lomakesovellus

Sovelluksen lomakkeiden suunnittelu aloitettiin hahmottelemalla kynällä ja paperilla tarvittavia tietoja sekä miltä lämpötilatietojen näyttölomake tulisi näyttämään.

Tarvittavia lomakkeita ovat:

- lämpötilan lukemisen lomake,
- anturien rekisteröinti sekä raja-arvojen asetus,
- viestitietojen asetus, sähköposti sekä gsm.



KUVIO 7. Lämpötilatiedon näyttölomake

Sovelluskehittämiseksi valittiin Microsoft Visual C# 2010 Express-ohjelmisto. Perusteluina valinnalle olivat ohjelmiston ilmaisuus, C#-kielen tuki, helppokäyttöisyys, olio-ohjelmoinnin täydellinen käyttömahdollisuus sekä Windows alustalle soveltuvat lopputulokset. (Microsoft 2010.)

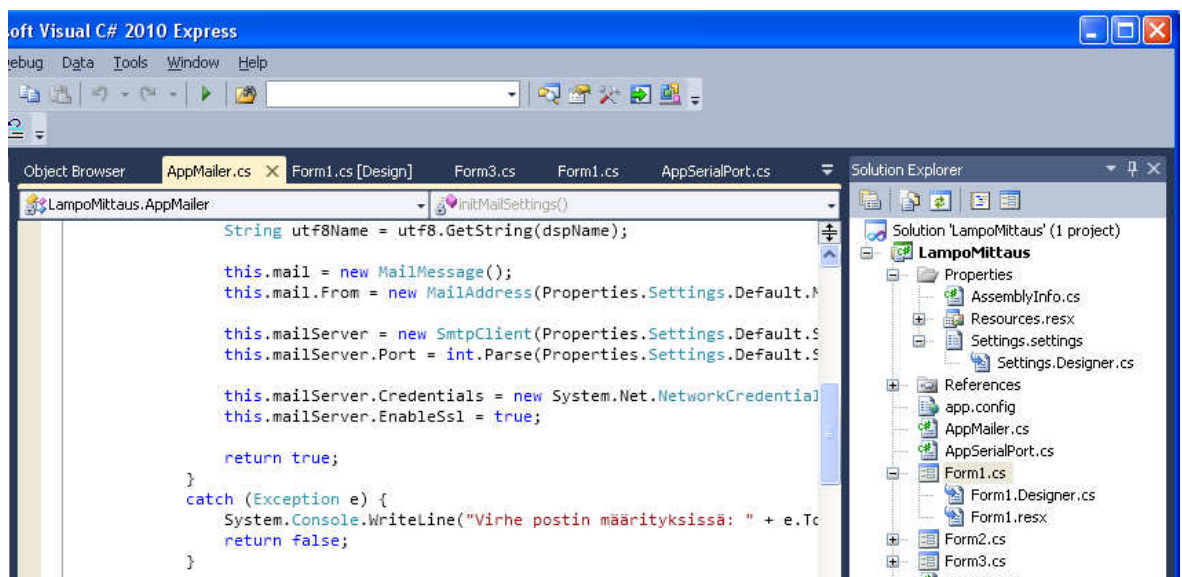
Sovelluksen lomakkeista haluttiin tehdä yksinkertaisia ja helppoja käyttää. Lämpötilatietojen näyttölomake toimi samalla sovelluksen päälomakkeena, jonka kautta siirrytään asetustietoihin.

Asetustietojen tallentamista varten suunniteltiin aluksi XML-dokumentin käyttämistä, mutta itse valmistetusta toiminnallisuudesta luovuttiin, koska tähän tarkoitukseen voidaan käyttää sovelluksen asetustiedostoa. Tämä asetustiedosto tallentaa määritteensä XML-dokumentin muodossa, näiden tietojen hakemiseen ja asettamiseen löytyy ohjelmakoodista valmiit menetelmät.

5.2.2 C# ja .NET Framework

Microsoft julkaisi ensimmäisen yleisen julkaisuversion C# (lausutaan C Sharp) ohjelmointikielestä heinäkuussa 2000 yhdessä .NET Framework-sovelluskehityksen alkuna. Tämän ohjelmointikielen tarkoituksena on olla yksinkertainen, nykyaikainen ja yleiskäyttöinen olio-ohjelmointikieli. (Ecma International 2006, xix, 15.)

Kielen syntaksi muokattiin sellaiseksi, että muista ohjelmointikielistä siirtyminen olisi helppoa, kuten C- ja C++-kielistä. Muistin ja prosessoritehon taloudellinen käyttö oli yhtenä tarkoituksena, kuitenkin kilpailematta esim. C-kielen suorituskyvyn kanssa. (Ecma International 2006, xix.)



KUVIO 8. Sovelluskehittimen käyttöliittymä

Windows-ohjelmoinnin apuna käytetään .NET Framework-komponenttia, joka mahdollistaa sovellusten ohjelmoinnin ja niiden ajamisen kehitysvaiheessa. Tämän sovelluskehityksen tarkoituksena on tarjota yhtenäinen olio-ohjelmointiympäristö, jossa suoritus voidaan ajaa paikallisesti tai verkon kautta. (MSDN Library 2009.)

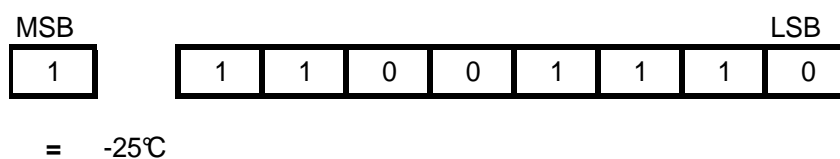
.NET Framework sisältää kaksi pääkomponenttia, Common Language Runtime (CLR) sekä ohjelmoinnissa tarvittavia luokkakirjastoja. CLR on .NET Frameworkin perusta. Se hoitaa koodin ajonaikaisen suorituksen, tarjoaa muistin ja säikeiden

käytöstä huolehtimisen sekä pakottaa koodin oikeellisuuteen. Luokkakirjastot tarjoavat valtavat määrät valmiita oliopohjaisia komponentteja, joita voidaan käyttää hyväksi niin konsolisovellusten, web-sivujen kuin Web service-palveluiden ohjelmoinnissa. (MSDN Library 2009.)

5.2.3 Binaaritiedon muunnos

DS1820-sarjan digitaalinen lämpötila-anturi ilmoittaa lämpötilansa Celsius-asteina 9-bittisen binääriluvun muodossa. Lämpötilan mittaustarkkuuden heitto on $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ astetta asteikolla -10°C - $+85^{\circ}\text{C}$ astetta. Tässä 9 -bittisessä luvussa eniten merkitsevä bitti kertoo onko kyseessä positiivinen vai negatiivinen luku. Lämpötila lasketaan lopusta 8-bitin luvusta muuntamalla binääriluku desimaalimuotoon. (Systonix 2010, 4.)

Anturin sisällä lämpötilatieto luetaan ja käsitellään 2-tavuisen rekisterin muodossa. Tämä tarkoittaa kahta rekisteritietoa, joissa molemmissa on 8-bittiä käytettävissä. Negatiivisten lämpötilatietojen osalta täytyy binääriluvuille suorittaa 2-komplementti. Tässä täytyy kuitenkin ottaa huomioon $0,5^{\circ}\text{C}$ asteikko, kun muunnetaan lopullinen esitys desimaalimuotoon. (Farnell 2011, 4.)



KUVIO 9. Esimerkki anturin negatiivisesta lukemasta

Kuvion 9 osoittama binääriluku muunnetaan negatiivisen lämpötilan tiedoksi käyttämällä 2-komplementtilukujen laskentatapaa. 2-komplementti tarkoittaa laskenta-toimenpidettä, jossa binääriluvun bitit käännetään päinvastaiseen asentoon ja suoritetaan desimaalikonversio tästä uudesta binääriluvusta (Männikkö 2000).

Kuvion 9 osoittama binääriluku muunnetaan seuraavasti kääntämällä bittien asennot toisinpäin ja suorittamalla näistä desimaalimuunnos. Koska lämpötilan hyppä-

ykset tapahtuvat 0,5 asteen asteikolla, tämä desimaaliluku täytyy vielä kertoa kertoimella 0,5 sekä vielä lisätä tai vähentää 0,5 astetta riippuen merkitsevän bitin asennosta.

Binääriluvun 1100 1110 komplementtiluku on 0011 0001. Normaalisti tämän luvun desimaaliesitys on $(32 + 16 + 1) = 49$. Yleensä binäärilukusarjassa oikeanpuolimmaisimman luvun potenssi on 0. Tässä tapauksessa 0:s bitti saa potenssiksi -1, seuraava 0:n, seuraava 1:n ja niin eteenpäin. Eli laskenta tapahtuisi vasemmalta oikealle allaolevan mukaan.

$-(0 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1}) = -(16+8+0,5) = -24,5$ ja koska alkuperäinen lähtötilanne oli negatiivinen, tästä vähennetään vielä -0,5 astetta, eli lopputulos on -25 astetta.

TAULUKKO 1. Lämpötilan ja digitaalisen tiedon vastaavuudet

LÄMPÖTILA	DIGITAALINEN TIETO (binääri)	DIGITAALINEN TIETO (heksadesimaali)
+85,0°C	0000 0000 1010 1010	00AAh
+25,0°C	0000 0000 0011 0010	0032h
+0,5°C	0000 0000 0000 0001	001h
0°C	0000 0000 0000 0000	0000h
-0,5°C	1111 1111 1111 1111	FFFFh
-25,0°C	1111 1111 1100 1110	FFCEh
-55,0°C	1111 1111 1001 0010	FF92h

* käynnistettäessä lämpötilarekisterin arvo resetoidaan +85°C asteeseen

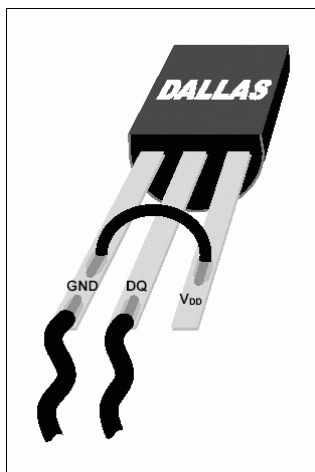
5.3 Anturiverkon toimintaperiaate

Seuraavassa kerrotaan tässä työssä käytetyn anturiverkon perusteista sekä anturien kytKentätavasta. Omana kappaleenaan kerrotaan tämän työn tärkeimmästä osasta, eli kytkeytymisestä antureiden välittämän tiedon rajapintaan.

5.3.1 1-Wire-anturiverkko

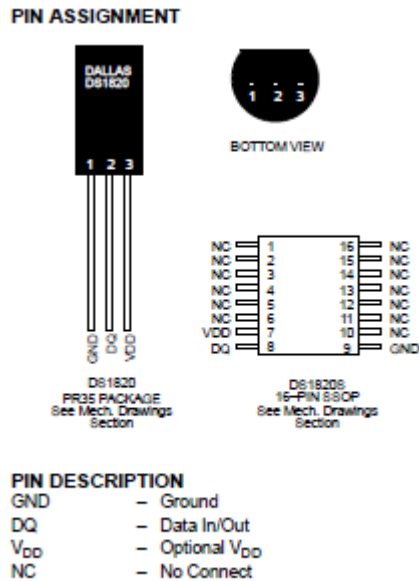
1-Wire on Dallas Semiconductor Corporationin kehittämä kommunikointiväylä, joka käyttää yhtä ainoaa johdinta tiedon ja käyttövirran välittämiseen. 1-Wire-liitännät ovat usein kytkettyjä esimerkiksi lämpötilan mittauksen ja digitaalimuunnoksen komponentteihin. (Maxim Integrated Products Inc. 2011a.)

Vuonna 1984 perustettu Dallas Semiconductor Corporation saavutti nopeasti johtavan teknisen valmistajan maineen puolijohteiden ja mikrosirupohjaisten järjestelmien valmistajana. Yritys siirtyi Maxim Integrated Productsin omistukseen vuonna 2001. Maxim-nimeä käytetään uusista tuotteista, mutta Dallas Semiconductorin nimi on säilytetty vanhemmissa brändeissä. (Maxim Integrated Products Inc. 2011b.)



KUVIO 10. 1-Wire-lämpötila-anturi, joka käyttää loisjänniteliitäntää (Maxim Integrated Products Inc 2002)

1-Wire-väylän loisvirran käyttö mahdollistaa anturiverkon asentamisen tilaan, jossa erillisen virtalähteen käyttäminen ei ole mahdollista. Toinen etu tässä tavassa on se, että lämpötila-anturin ROM-piiri voidaan lukea ilman virtalähdettä. Mikäli käyttölämpötila tulee ylittämään +100 astetta, tulisi käyttää erillistä virtalähdettä, koska tässä lämpötilassa kommunikoinnin ylläpito häiriintyy jännitevuotojen vuoksi. (Systonix 2010, 3.)



KUVIO 11. DS1820-lämpötila-anturin kytkentäkuvio (Systronix 2010, 1)

Jokainen 1-Wire-anturiverkossa oleva lämpötila-anturi sisältää yksilöllisen 64-bittisen koodin, joka on tallennettu anturin ROM-piirille. Ensimmäiset 8 bittiä sisältävät tiedon anturin valmistusperheestä. Seuraavat 48 bittiä sisältävät uniikin sarjanumeron. Viimeiset 8 bittiä sisältävät tarkistusnumeron (CRC), joka muodostetaan alun 56 bitistä. (Farnell 2011, 6.)

TAULUKKO 2. 1-Wire-verkon anturin 64-bittinen sarjanumero

64-bittinen ROM tunnistekoodi

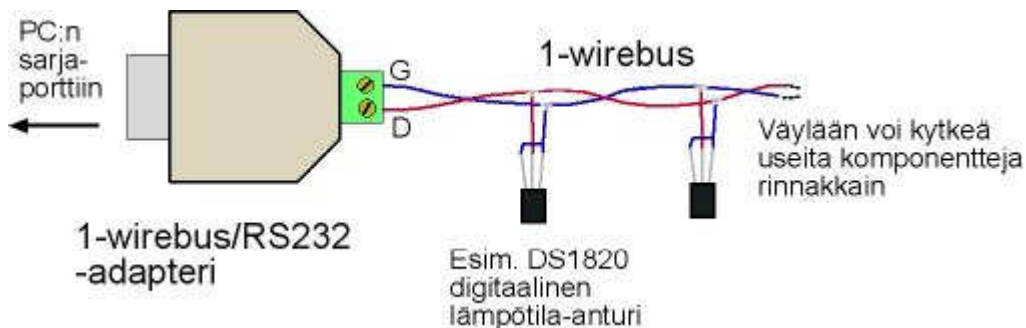
8-bittinen CRC	48-bittinen sarjanumero	8-bittinen laiteperhetunnus
----------------	-------------------------	-----------------------------

Laitteistoa, joka toimii 1-Wire-anturiverkon tietojen kerääjänä kutsutaan Master Controlleriksi. Anturiverkko kytketään tietokoneeseen RS-232-sarjaportin tai USB-adapterin avulla. Anturiverkossa olevia monitoroivia tiedonkeräyspisteitä (antureita), kutsutaan Slave-laitteiksi. (Hobbyboards 2009a.)

5.3.2 Anturien liittäminen verkkoon

1-Wire-tekniikalla rakennetun anturiverkon maksimipituus voi olla jopa 300 metriä. Verkkoa rakennettaessa tulee ottaa huomioon sähkölinjojen aiheuttama mahdollinen häiriö. 1-Wire-anturiverkkoon on mahdollista kytkeä jopa yli 100 laitetta, mutta tällöin täytyy ottaa huomioon signaalin lukemiseen kuluva vasteaika. (Hobbyboards 2009b, 2009c.)

Verkon maksimipituudesta löytyi ristiriitaista tietoa eri lähteistä katsottuna. Lyhimmillään verkon pituudeksi mainittiin 15 m ja pisimmillään 300 m.



KUVIO 12. Anturien kytkentätapa 1-Wire-verkkoon (Tietopetri 2011)

1-Wire-väylän rakentaminen aloitettiin tutkimalla, miten anturiverkon adapteri tulotaisiin toteuttamaan. Vaihtoehtoina olisi ollut piirilevyn hankkiminen, johdinten tinaaminen ja liittimen kotelointi itse tai hankkimalla 1-Wire-väylää varten erikseen tehty adapteri. Valmiin adapterin hankintaan päädyttiin, koska tällä tavalla saatiin säästettyä aikaa ja anturiverkon koostamiseen päästiin liikkeelle suhteellisen nopeasti.

Adapteriksi päätettiin hankkia Embedded Data Systemsin valmistama RS232/1-Wire-adaptteri. PC-laitteistojen todelliset RS232-portit kykenevät tarjoamaan riittävän käyttöjännitteen 1-Wire-anturiverkon laitteille (Embedded Data Systems 2011).



KUVIO 13. RS232/1-Wire-adapteri (Embedded Data Systems 2011)

Anturien kytkentä suoritettiin käyttämällä loisivirran mahdollisuutta. Anturien kytkentätapa ilmenee kuviosta 10.

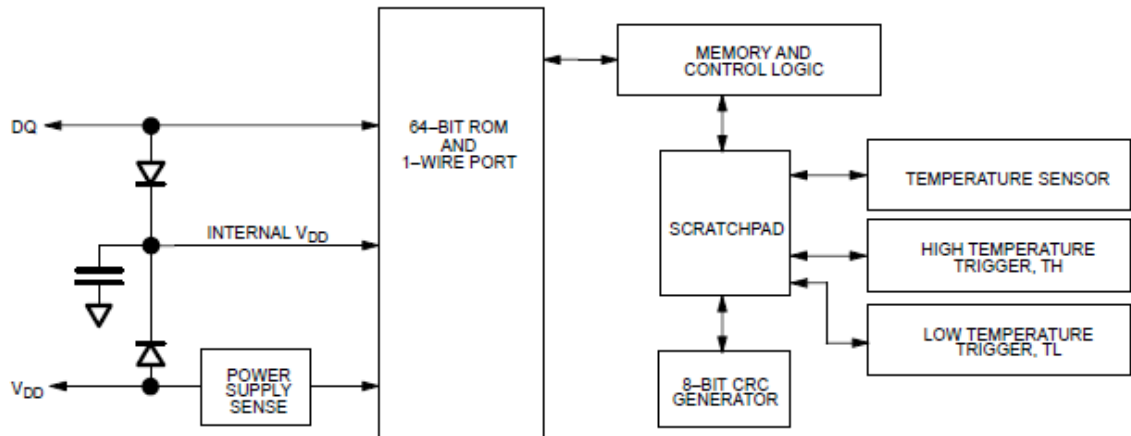
5.3.3 Anturitiedon lukeminen

DS1820 lämpötila-anturin kolme tärkeintä datakomponenttia ovat:

1. 64-bittinen ROM,
2. lämpötila-anturi,
3. lämpötilahälytyksen käynnistäjätiedot TH ja TL. (Systronix 2010, 2.)

Ennen kuin lämpötila-anturin muistin tiedot tai anturin komennot ovat käytettävissä, isäntälaitteen tulee kutsua jotain viidestä ROM-käskystä

1. ROM:in lukeminen,
2. ROM:in täsmäytys,
3. ROM:in etsintä,
4. ROM:in ohittaminen,
5. hälytystiedon hakeminen. (Systronix 2010, 2.)



KUVIO 14. DS1820-anturin sisäinen rakenne (Systronix 2010, 2)

Kappaleessa 5.1 kerrottiin, miten anturin välittämä digitaalinen tieto muunnetaan desimaaliluvuksi. Lämpötilatiedon tarkkuus voidaan kuitenkin laskea tarkemmalla tasolla, kuin tuossa kappaleessa mainittu 0,5 asteen tarkkuus. Tähän tarvitaan scratchpad-osan tietoja.

SCRATCHPAD	BYTE
TEMPERATURE LSB	0
TEMPERATURE MSB	1
TH/USER BYTE 1	2
TL/USER BYTE 2	3
RESERVED	4
RESERVED	5
COUNT REMAIN	6
COUNT PER °C	7
CRC	8

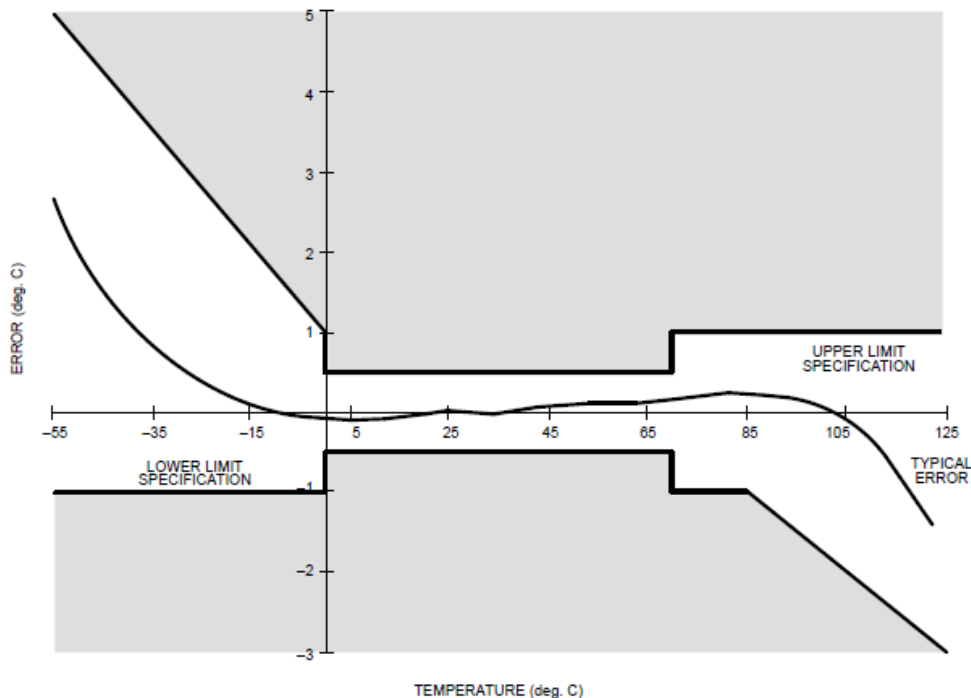
KUVIO 15. DS1820 Scratchpad-muistialue (Systronix 2010, 8).

Kun scratchpad on luettu, TEMP_READ-arvohaetaan supistamalla 0,5 bitti (bitti 0) lämpötilatiedosta. Lämpötilan tarkkuuden laskentaan käytetään COUNT_REMAIN- ja COUNT_PER °C -rekistereitä. Lämpötilatieto saadaan laskettua seuraavasta kaavasta.

$$TEMPERATURE = TEMP_READ - 0.25 + \frac{COUNT_PER_C - COUNT_REMAIN}{COUNT_PER_C} \quad (1)$$

jossa	TEMP_READ	on	rekisteristä luettu lämpötila-arvo
	COUNT_PER_C	on	laskutoimitusten lukumäärä astetta kohden
	COUNT_REMAIN	on	rekisteriin jäljelle jäänyt lukema

Lämpötila-anturien suorituskäyrän avulla voidaan todeta valittujen digitaalianturien olevan sopivia tähän työhön tarkoitettuun lämpötilanmittaukseen. Kuvion 16 suorituskäyrästä voidaan havaita lämpötilanmittauksen virheen olevan suurin alueella, kun taas yläpään lämpötilojen osalta heitto on korkeintaan -1 astetta. Positiivisten arvojen osalta mittauksen epätarkkuus on korkeintaan noin 0,5 astetta aina +105 asteeseen saakka.



KUVIO 16. DS1820/DS18S20-lämpötila-anturin suorituskäyrä (Systronix 2010, 27)

5.3.4 1-Wire/API-ohjelmointirajapinta

Varsin pian ohjelmointityön aloittamisen jälkeen kävi ilmi, että antureiden lukeminen sarjaportin kautta ei ollutkaan suunnitellun suoraviivaista toimintaa. Vaikka tiedossa oli lämpötila-antureiden olevan digitaaliantureita, antureiden ROM-piirin tarvitsemien käskyjen välittäminen tuotti ongelmia. Tässä vaiheessa työtä aloitettiin etsimään ohjelmointirajapintakomponenttien saatavuutta.

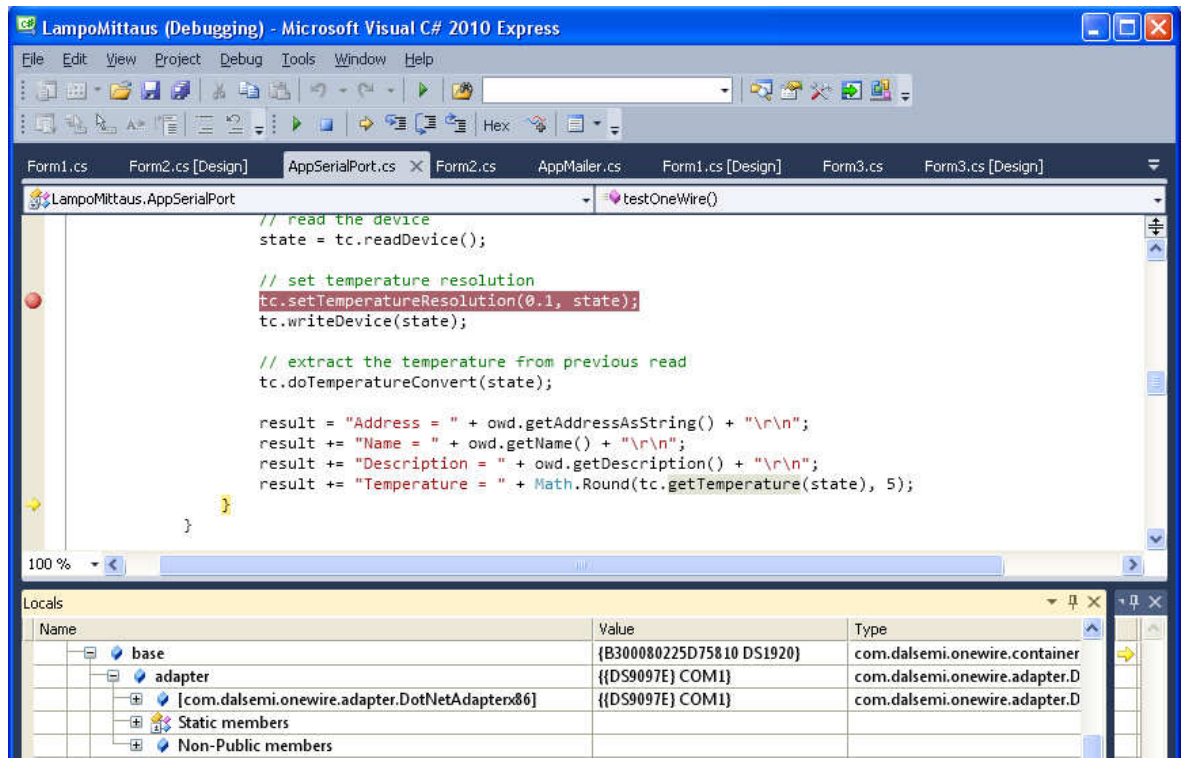
Koska tämän työn yhtenä tavoitteena oli aikaansaada räätälöitävissä olevan ohjelmakoodin aikaansaaminen, ratkaisuksi etsittiin C#-ohjelmakoodiin liitettävissä olevaa ratkaisua.

Lopulta ratkaisu löytyi Maxim Integrated Productsin tarjoaman ohjelmointipaketin avulla. Tämä paketti sisälsi 1-Wire-laitteiden ajurit Windows-ympäristölle, dll-laajennokset VB.NET- sekä C#-ohjelmointikielille. Tässä sovelluskehittäjille suunnatussa paketissa olivat mukana myös käytettyjen luokkien dokumentaatio sekä esimerkkejä luokkien käyttämisestä. (Maxim Integrated Products Inc 2011c.)

Tässä vaiheessa tuotteistettu valinta RS232/1-Wire-adapterin suhteen oli onnistunut. Sovelluskehityspaketin mukana tulleet Windows-ajurit tunnistivat valitun adapterin, jonka jälkeen lämpötila-antureiden lukeminen alkoi onnistua.

1-Wire-adapterin ajureiden mukana tulleella monitorointiohjelmalla pystyttiin testaamaan anturiverkon toiminta sekä antureiden kytkentä. Huolimatta sovelluskehityspaketin mukana tulleesta dokumentaatiosta ja ohjelmointiesimerkeistä, käyttöönotto vaati koodin kokeilemista ja testaamista.

Koska dll-laajennospaketti oli kirjoitettu alunperin Java-ohjelmointikielillä, luokissa käytetyt tietotyypit vaativat vielä Visual J#-ohjelmointikielen tuen ottamisen mukaan. Tämä puolestaan pakottaa käyttämään .NET Frameworkista vanhempaa 2.0-versiota.



KUVIO 17. OneWire API-luokkien käyttäminen

5.4 Etätietokanta

Tässä osiossa kerrotaan tekniikoista, jotka liittyvät raportointitietokantaan sekä raportoinnissa käytetyn www-raportin luomisessa käytettävästä ohjelmointikielestä. Tässä kerrotaan myös, miten valvontasovellus välittää tiedot raportointitietokannalle.

5.4.1 Tiedon päivitystaajuus

Sovelluksen käyttöönottovaiheessa tiedon päivitystaajuus voi olla tiheämpi. Alkuvaiheessa päivitystaajuus asetetaan lukemaan lämpötilatiedot kerran 60 sekunnissa. Tiheämpi näytteenottoaajuus antaa myös tarkemmat keskiarvolukemat vuorokautta kohden.

Päivitystaajuus on suhteessa tietokannan kasvavaan kokoon. Tämän vuoksi jatkossa tullaan kokeilemaan tietojen päivitystä kerran 5 minuutissa. Taulukosta 3

nähdään näytteenottojen lukumäärä 60 sekunnin ja 5 minuutin (300 s) näytteenot-
totaajuuksilla.

TAULUKKO 3. Näytteenottojen lukumäärät eri taajuuksilla

Näytteenottotaajuus		
	1/60 s	1/300 s
1 h	60	12
1 vrk	1440	288
1 kk	43200	8640

5.4.2 PHP ja MySQL

Tietojen siirtäminen tapahtuu paikallisesta valvontakoneesta käyttäen http-protokollan kautta lähetettäviä viestejä. Viestit välitetään kutsumalla www-sivua, joka tallentaa kutsun saadessaan tiedot MySQL-tietokantaan. Tietojen raportoinnissa käytetään php-skriptikielellä kirjoitettua yhteenvetosivua, joka lukee tiedot MySQL-tietokannasta. PHP ja MySQL ovat ilmaisia, mutta tavallisesti palveluntarjoajat veloittavat tietokannan käytöstä erikseen vuosimaksun.

PHP on www-sovellusten ohjelmointikieli, jota voidaan kirjoittaa suoraan html-sivujen sisään. PHP-koodi ajetaan aina palvelimella samalla kun sitä kutsutaan osana html-sivua. Käännetty koodi tulkitaan osaksi www-kieltä (Heinisuo 2004, 16.)

PHP-kieli sisältää kaikki ohjelmointikielille tutut rakenteet, kuten silmukat, ehdot, muuttujien ja funktioiden käytön. PHP on oliopohjainen kieli, jolloin kaikki ohjelma-koodi voidaan myös kirjoittaa luokkien kautta perinteisten funktioiden sijaan. PHP on monipuolisesti laajennettavissa erilaisten saatavilla olevien ohjelmakirjastojen avulla. (Heinisuo 2004, 17.)

MySQL-relaatiotietokantapalvelin julkaistiin ensimmäisen kerran vuonna 1995. Nykyisin tätä tietokantaa käyttävät hyväkseen monet tunnetut yritykset ja järjestöt kuten NASA, Google ja Cisco. (Gilmore 2005, 511.)

Oman www- ja tietokantapalvelimen asentaminen olisi ollut ylimitoitettua työn tarkoitukseen sekä kustannuksiltaan ei olisi ollut järkevääkään, koska tiedot haluttiin julkisen verkon kautta saatavaksi. Tämän vuoksi päädyttiin käyttämään palvelua, joka tarjoaa näiden molempien tekniikoiden (PHP ja MySQL) tuen jo valmiiksi. Palvelu hankittiin helsinkiläiseltä Planeetta Internet Oy:ltä.

5.4.3 HTTP-protokollan käyttäminen tiedon välityksessä

Tässä työssä käytettävä tiedonvälitystapa, HTTP-protokolla, on yksi osa TCP/IP-mallia, johon suurin osa nykyään käytetyistä tietoverkoista perustuu. Tietokone-tekniikassa protokollilla tarkoitetaan standardeja ja sääntöjä, joiden avulla mahdollistetaan hallittu tietokoneiden välinen kommunikaatio. TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) on alkujaan kehitetty Yhdysvaltain puolustusministeriön toimesta. (Eklin 1999, 435;437.)

HTTP tarjoaa hypertekstin siirtomahdollisuuden ja se on myös yksi tärkeimmistä protokollista TCP/IP-mallin sisällä. Muut mallin sisältämät protokollat liittyvät sähköpostin, tiedoston siirtojen ja etäpäätyöskentelyn mahdollistamiseen. (Eklin 1999, 440.)

HTTP määrittelee, millä tavalla www-palvelimen kanssa kommunikoidaan ja miten internetselaimet toimivat palvelinten kanssa. HTTP:n yleisimmät komennot ovat GET ja POST, jotka lähetetään samalla kun internetselain hakee sivun www-palvelimelta. Näiden kutsujen erona on ainoastaan on, että GET-komento hakee ainoastaan www-sivun, mutta POST-komennon mukana pystytään välittämään lomaketietoja. (Hart, Kauffman, Sussman, Ullman 2006, 175-176.)

Sovelluksen sisäisessä ohjelmakoodissa voidaan käyttää HTTP-kutsua, jonka mukana välitetään tietokannan vastaanottamat lämpötilatiedot.

5.5 Tekstiviesti-ilmoitukset

Tämän työn kohteena olevaan sovellukseen haluttiin saada liitettyä tekstiviestin kautta välitettävät hälytystiedot. Seuraavassa kerrotaan tämän tietoliikenne-rajapinnan kytkemisestä ohjelmakoodiin.

5.5.1 Ulkopuolinen palveluntarjoaja

Koska tarve oli ainoastaan yksisuuntaiselle tekstiviestikommunikaatiolle, ratkaisua lähdettiin miettimään ulkopuolisen palveluntarjoajan kautta.

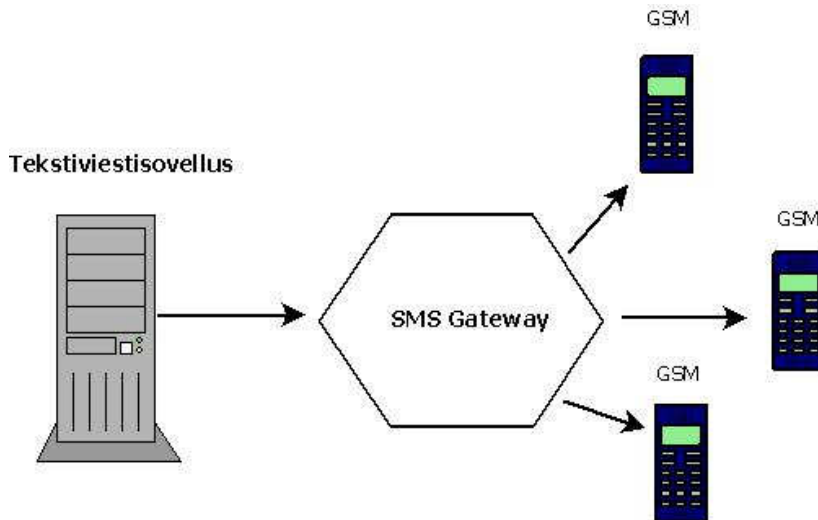
Muista vaihtoehdoista kuitenkin tarkasteltiin samalla erillisten GSM-modeemien käyttömahdollisuutta, mutta aiemmin tehty päätös WLAN-verkon käytöstä puolsi erillisen palveluntarjoajan palvelun hankkimista.

Tekstiviestien välityksessä olisi ollut mahdollista käyttää myös tietokoneeseen liitetyn erillisen matkapuhelimen käyttöä. Matkapuhelimen käskyttäminen tekstiviestin osalta olisi onnistunut sarjaportin ja AT-komentojen avulla. Erillisten komponenttien lukumäärän lisääminen olisi kasvattanut vikaantumisherkkyden kasvua.

Palvelu hankittiin vantaalaiselta Zoner Oy:ltä. Useista eri suomalaisista vastaavista palveluntarjoajista valinta Zonerin osalta tehtiin selkeiden www-sivujen sekä niiltä löytyneen selkeästi ilmoitetun hinnoittelun osalta.

5.5.2 SMS Gateway

Yksi oleellinen ongelma tekstiviestiliikenteessä on eri yhtiöiden käyttämät erilaiset tiedonsiirtoprotokollat. Kappaleessa 4.3.2 mainitussa tekstiviestien välittämiseen tarvittavalla palvelukeskuksella (SMSC) on omanlaisensa tiedonsiirtoprotokollansa. Tekstiviestin välittämisessä protokollasta toiseen käytetään välityspalvelinta eli toiselta nimeltään SMS Gatewaytä. (Developer's Home 2011.)



KUVIO 18. SMS Gateway

Sovelluskehittäjien kannalta SMS Gatewayn käyttö helpottaa asioita liityttäessä ainoastaan yhteen rajapintaan, joka hoitaa tekstiviestien välityksen eri operaattoreiden välillä. Yksinkertaisimmillaan liityntä voidaan tehdä käyttäen http-protokollaa. Tosin tässä liityntätavassa menetetään esim. kuvaviestin lähetyksmahdollisuus. (Developer's Home 2011.)

5.5.3 Kytkeä valvontasovellukseen

Kytkeytyminen tekstiviestikommunikaatioon valitun palveluntarjoajan sovellukseen tapahtuu käyttämällä joko HTTP- tai SMTP-protokollaa (Zoner 2011). Tässä työssä käytetty lähetystapa käyttää SMTP-protokollaa, eli viestin lähetystä sähköpostin kautta.

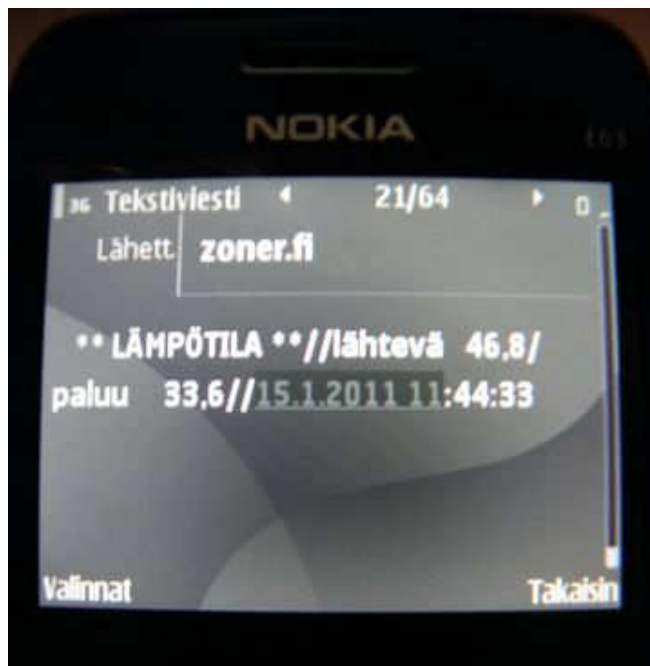
Perusteluna sähköpostin kautta tapahtuvalle liittymälle oli se, että käyttämällä http-kutsuja molemmat http:n välitystavat POST tai GET olisivat olleet mahdollisia. Näin oltaisiin jouduttu aina lähettämään viestin mukana kulkevat parametrit selko-kielisenä. Tässä viestissä olisivat kulkeneet mukana myös palvelun käyttämiseen tarvittava käyttäjätunnus ja salasana.

C#-ohjelmakoodissa http-kutsun tai sähköpostin lähetykset ovat kohtalaisen suoraviivaisia toteuttaa. Tekstiviestipalveluun lähetettävä sähköposti on seuraavan muotoinen. Kaksi ensimmäistä parametria liittyvät tekstiviestin muotoon ja käytettyyn merkistöön.

TAULUKKO 4. Tekstiviestin lähetykset sähköpostilla (Zoner 2011)

Parametri	Arvo
Content-Type	text/plain
Charset	ISO-8859-15 / ISO-8859-1 / UTF-8
Email to	smtp@sms.zoner.fi
Subject	* ei merkitystä *
Body	username:käyttäjänimi password:salasana numberfrom:zoner.fi numberto:35840123456 reply:email@omaosoite.fi text:Viesti tähän

Sähköpostin sisältö, eli Body-osassa, määritellään myös vastausosoite. Tämä on hyvä määrittää, koska tällä tavalla tekstiviestin lähetyksestä saadaan vielä kuittaus viestin lähetyksen onnistumisesta.



KUVIO 19. Tekstiviesti Nokia E63-puhelimessa

6 YHTEENVETO

6.1 Työn tulokset ja toteutuminen

Tämän työn tavoitteena oli aikaansaada lämmityskeskuksen pannuhuoneeseen sijoitettava valvontasovellus. Tekniset valmiudet onnistuttiin saavuttamaan ja lämpötilatietojen lukeminen, välittäminen ja raportointi saatiin onnistumaan. Alusta alkaen yksi tärkeimmistä tavoitteista oli onnistua luomaan rajapinta anturien välittämän tiedon ja oman ohjelmakoodin välille.

Valvontasovelluksen kokonaisuutta ei kuitenkaan ehditty siirtämään ja testaamaan oikeassa ympäristössä toimivaksi. Työ tullaan viemään loppuun saakka kuluvan kevään aikana.

6.2 Pohdinta

Työ oli erittäin mielenkiintoinen toteuttaa, koska vastaavanlaisesta anturitietojen lukemisesta ei ennestään ollut kokemusta työn tekijällä eikä tilaajalla. Työssä perehdyttiin digitaaliantureiden rakenteeseen ja käyttöön yhden mallin osalta.

Työssä tuli esille tekniikoita, jotka vaikuttavat jatkossakin tutustumisen arvoiselta. Langattomien anturiverkkojen käyttäminen kotona ja teollisuudessa on varsin mielenkiintoinen aihealue.

Työssä onnistuttiin yhdistämään ympäristön välittämä mitattava suure ohjelmointirajapinnan kautta käsiteltäväksi. Työssä yhdisteltiin useita eri tekniikoita ja ohjelmointikieliä.

6.3 Jatkokehitysmahdollisuudet

Työn jatkokehitysmahdollisuuksille on jo tällä hetkellä olemassa todellinen tarve. Työn toteutuksen aikana keskusteluissa on jo tullut esille lämpökeskusten energiankulutuksen seuranta sekä lämpöä välittävien lämpökanavien hukkalämpöprosentin selvittäminen.

Langattoman anturiverkon käyttömahdollisuuden selvittäminen avaisi rajattomasti vastaavankaltaisten anturien kautta seurattavien tietojen käyttömahdollisuuksia. Vastaavasti laitteiden ohjauksen liittäminen anturien välittämän tiedon mukaan toisi lisää syvyyttä ratkaisuihin.

Laiteohjauksen liittäminen anturien, tekstiviestien ja logiikoiden kautta toimivaksi on mielenkiintoinen aihealue. Sulautettujen PC-laitteistojen sekä logiikoiden käyttömahdollisuuksien selvittämistä ja hyödyntämistä täytyy ehdottomasti jatkaa tästä työstä saatujen positiivisten tulosten vuoksi.

LÄHTEET

- B & B Electronics 2010. The Serial Revolution: Establishing Global Access to Serial Ports. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 24.1.2011]. Saatavana: http://www.bb-elec.com/tech_articles/serial_revolution.asp
- Bläuer, H. & Katila, J. 2006. Elektroniikan kalvosarja. [Verkkojulkaisu]. Turku: Varsinais-Suomen tekniset opettajat r.y. [Viitattu 10.1.2011]. Saatavana:<http://www.kasityo.com/PDFmateriaali/ELEKTRONIIKANOHJELMA789.pdf>
- Developer's Home 2011. SMS Tutorial: What is an SMS Gateway? [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 24.1.2011]. Saatavana: http://www.developershome.com/sms/sms_tutorial.asp?page=smsGateway
- Ecma International 2006. Standard Ecma-334: C# Language Specification. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 20.1.2011]. Saatavana: <http://www.ecma-international.org/publications/files/ECMA-ST/Ecma-334.pdf>
- Eklin, T. 1999. Inside PC – Laitte-elektroniikka ja ohjelmointi. 1 p. EDITA: Oy Edita Ab
- Embedded Data Systems 2011. HA2 – RS232 1-Wire Host Adapter. [Verkkojulkaisu] [Viitattu 22.1.2011]. Saatavana: http://www.embeddeddatasystems.com/HA2--RS232-1-Wire-Host-Adapter_p_16.html
- Farnell 2011. DS18S20 High-Precision 1-Wire Digital Thermometer. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 22.1.2011]. Saatavana: <http://www.farnell.com/datasheets/76928.pdf>
- Flyktman, R. 2010. Suuri PC-käsikirja – Windows 7. Helsinki: Readme.fi
- Gilmore, W.J. 2005. PHP5 & MySQL ohjelmointi. Suomentaja Arto Kuvaja. Helsinki: Readme.fi
- Gislason, D. 2008. Zigbee Wireless Networking. Burlington (MA): Elsevier Inc
- Granlund, K. 1999 Tietoliikenne.1 p. Jyväskylä: Teknolit Oy

- Granlund, K. 2001 Langaton tiedonsiirto. 1 p. Jyväskylä: Docendo Finland Oy
- Hart, C., Kauffman, J., Sussman, D., Ullman, C. 2006. Beginning ASP.NET 2.0 with C#. Indianapolis, IN 46256. Wiley Publishing, Inc.
- Halttunen, J. 2002. 7504020 Mikroanturit. [Verkkójulkaisu]. Tampere: Tampereen Teknillinen Yliopisto. [Viitattu 10.1.2011]. Saatavana: http://www.mit.tut.fi/7504020/Materiaalit/Mikroanturit_02.pdf
- Heinisuo, R. 2004. PHP ja MySQL: Tietokantapohjaiset verkkopalvelut. Helsinki: Talentum
- Helynen, S., Flyktman, M., Mäkinen, T., Sipilä, K. & Vesterinen, P. 2002. Bioenergian mahdollisuudet kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus. VTT Tiedotteita 2145
- Hobby Boards 2009a. 1-Wire basics. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu 10.1.2011]. Saatavana: http://www.hobbyboards.com/catalog/howto_basics.php
- Hobby Boards 2009b. Network topology. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu 10.1.2011]. Saatavana: http://www.hobbyboards.com/catalog/howto_network_topology.php
- Hobby Boards 2009c. Other considerations. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu 10.1.2011]. Saatavana: http://www.hobbyboards.com/catalog/howto_other_considerations.php?referer=howto_network_topology.php
- Hännikäinen, M. & Hämäläinen, T.D. 2009. Langaton anturiverkko tositoimiin. Prosessori 9, 50-51
- Jokela, T. & Jokela, J. 2010. Energiaa metsästä. Metsäalan ammattilehti 6, 7.
- Lehtonen, M. 2010. Kurssimateriaali. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. ICT-yksikkö. Vain sisäisessä käytössä.
- Linjama, T. 2001. XHTML. 1 p. Jyväskylä: Docendo Finland Oy
- Maxim Integrated Products Inc 2002. DS18B20-PAR/DS18S20-PAR/DS1822-PAR Advantages for Remote Temperature Sensing. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu 22.1.2011]. Saatavana: <http://pdfserv.maxim-ic.com/en/an/AN203.pdf>

- Maxim Integrated Products Inc 2011a. 1-Wire. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 7.1.2011]. Saatavana: http://www.maxim-ic.com/company/dallas/1_wire.cfm
- Maxim Integrated Products Inc 2011b. Dallas Semiconductor Innovation. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 7.1.2011]. Saatavana: http://www.maxim-ic.com/company/dallas/1_wire.cfm
- Maxim Integrated Products Inc 2011c. iButton®: 1-Wire® SDK for Windows. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 22.1.2011]. Saatavana: <http://www.maxim-ic.com/products/ibutton/software/windowsdk/index.cfm>
- Microsoft 2010. Microsoft Visual Studio Express – Build cutting edge Windows applications. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.1.2011]. Saatavana: <http://www.microsoft.com/express/Windows>
- MSDN Library 2009. .NET Framework Conceptual Overview. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.1.2011]. Saatavana: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/zw4w595w.aspx>
- Männikkö, T. 2000. Johdatus ohjelmointiin. [Verkkajulkaisu]. Jyväskylän yliopisto. [Viitattu 24.1.2011]. Saatavana: <http://www.mit.jyu.fi/opetus/Ciao/ciao128.htm>
- Ohmovuori Oy 2008. Haketus. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 20.1.2011]. Saatavana: <http://www.ohmovuori.fi/haketus.htm>
- Palojärvi, E. 2011. Palojärven Hakeurakointi Oy. Haastattelu 29.1.2011
- Pinouts.ru 2011a. RS-232 (EIA-232) serial interface connector pinout. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 24.1.2011]. Saatavana: http://pinouts.ru/SerialPorts/RS232_pinout.shtml
- Pinouts.ru 2011b. PC serial port (RS-232 DE9) connector pinout. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 24.1.2011]. Saatavana: http://pinouts.ru/SerialPorts/Serial9_pinout.shtml
- Puhakka, A. 2010. Energiapuun korjuu. [Verkkajulkaisu]. Metsäverkko [Viitattu 20.1.2011]. Saatavana: http://virtuoosi.pkky.fi/metsaverkko/Energiapuu/Energiapuun_korjuu/kuvasivut/traktorikayttoinen_hakkuri.htm
- Ruusunen, J. & Päivinen, R. 2010. Lehdistöiedote: Sähkön kulutus nousee talvella lähes lamaa edeltävälle tasolle. [Verkkajulkaisu]. Fingrid. [Viitattu 13.1.2011]. Saatavana: <http://www.fingrid.fi/portal/suomeksi/uutiset/lehdistotiedotteet/?bid=1188>

- Systronix 2010. DS1820 1-Wire Digital Thermometer. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 22.1.2011]. Saatavana: <http://www.systronix.com/Resource/ds1820.pdf>
- Taltech 2011. Introduction to RS232 Serial Communications. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 24.1.2011]. Saatavana: http://www.taltech.com/TALtech_web/resources/intro-sc.html
- Tietopetri Oy 2011. 1-Wirebus/RS232 adapteri. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 10.1.2011]. Saatavana: <http://www.tietopetri.fi/rsadap.html>
- Valtiovarainministeriö. 2010. Tiedote 113/2010: Energian verotus energiasisältöön ja päästöihin perustuvaksi. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 13.1.2011]. Saatavana: http://www.vm.fi/vm/fi/03_tiedotteet_ja_puheet/01_tiedotteet/20100916Energi/name.jsp
- Viirimäki, J. (toim.). 2008. Maatilan hakelämmitysopas. Helsinki: Metsäkeskukset
- Zoner Oy 2011. HTTP API V.1.07 [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 26.1.2011]. Saatavana: https://sms.zoner.fi/pdf/http_api.pdf

LIITTEET

LIITE 1: DS18S20 digitaalisen lämpötila-anturin yleiskuvaus (sivu 1/22)

LIITE 2: RS232/1-Wire adapterin yleiskuvaus



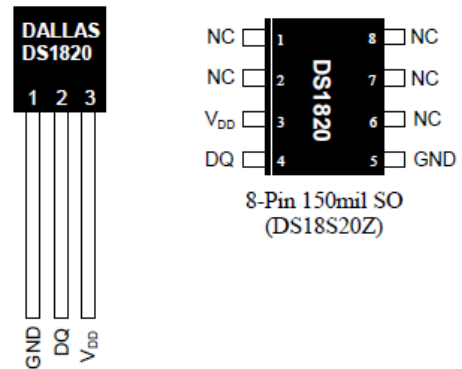
www.maxim-ic.com

DS18S20 High-Precision 1-Wire Digital Thermometer

FEATURES

- Unique 1-Wire[®] interface requires only one port pin for communication
- Each device has a unique 64-bit serial code stored in an onboard ROM
- Multidrop capability simplifies distributed temperature sensing applications
- Requires no external components
- Can be powered from data line. Power supply range is 3.0V to 5.5V
- Measures temperatures from -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$ (-67°F to $+257^{\circ}\text{F}$)
- $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ accuracy from -10°C to $+85^{\circ}\text{C}$
- 9-bit thermometer resolution
- Converts temperature in 750ms (max.)
- User-definable nonvolatile (NV) alarm settings
- Alarm search command identifies and addresses devices whose temperature is outside of programmed limits (temperature alarm condition)
- Applications include thermostatic controls, industrial systems, consumer products, thermometers, or any thermally sensitive system

PIN ASSIGNMENT



(BOTTOM VIEW)

TO-92
(DS18S20)

PIN DESCRIPTION

GND - Ground
DQ - Data In/Out
V_{DD} - Power Supply Voltage
NC - No Connect

DESCRIPTION

The DS18S20 Digital Thermometer provides 9-bit centigrade temperature measurements and has an alarm function with nonvolatile user-programmable upper and lower trigger points. The DS18S20 communicates over a 1-Wire bus that by definition requires only one data line (and ground) for communication with a central microprocessor. It has an operating temperature range of -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$ and is accurate to $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ over the range of -10°C to $+85^{\circ}\text{C}$. In addition, the DS18S20 can derive power directly from the data line ("parasite power"), eliminating the need for an external power supply.

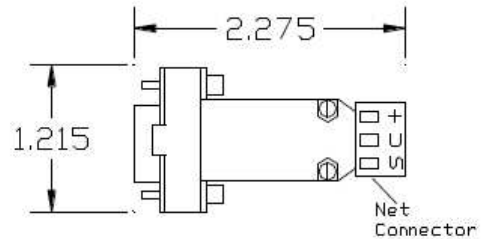
Each DS18S20 has a unique 64-bit serial code, which allows multiple DS18S20s to function on the same 1-Wire bus; thus, it is simple to use one microprocessor to control many DS18S20s distributed over a large area. Applications that can benefit from this feature include HVAC environmental controls, temperature monitoring systems inside buildings, equipment or machinery, and process monitoring and control systems.

<http://www.EmbeddedDataSystems.com>

FEATURES

- RS232 to 1-Wire adapter.
- FCC Class-B Certified; FCC ID "M5ZHA2".
- Up to 100 Feet, 10 devices.
- No external power required on true RS232 ports.
- External power connector for non-standard ports.
- Supports 1-Wire communication protocol.
- TMEX compatible using DS9097E driver.
- Power boost provision for DS1820, DS1920 temperature conversion requirements.
- DB9 connector.

PACKAGE OUTLINE



DESCRIPTION

The HA2 is a RS232 to 1-Wire adapter. Designed to mate with the DB9 RS232 port of a PC, this RS232 powered converter provides the necessary level conversion from RS232 to 1-Wire device levels. The HA2 can drive up to 10 1-Wire devices at cable lengths of up to 100 feet. The HA2 is recommended for applications where FCC Class-B certification is required. The HA2 requires very little power; and when the host PC can provide standard RS232 levels, all the required power is derived from the DTR line. In cases where the DTR is not available or the RS232 port is non-standard (low power notebook), the HA2 can be powered externally. External power is applied between the power (+) and the DB9 shroud ground at the PC. Boost current for DS1820, DS1920 temperature conversion is provided by RTS switching so that parasitic temperature conversion is supported. The HA2 is partially supported by the EDS OneSix DDE server driver. (The HA2K is fully supported by the EDS OneSix DDE server.)



Connector pin-out; power ("no dot"), common ("Gold Dot") and signal ("Silver Dot").

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage		6	12	16.6	Volts
Supply Current		5	8	10	mA
Boost conversion current		1		2	mA

1-Wire® is a registered trademark of Maxim. OneSix™ is a trademark of Point Six, Inc.