

En beskrivelse af standarder indenfor kommunikation i
huset

Kommunikation i huset

Teknologi overblik

Abstract

Dette dokument er en del af projektet om priselastisk elforbrug projektet og er med til at give et overblik over teknologier brugt til kommunikation i huset.

Dokumentet giver en beskrivelse af de mest benyttede teknologier herunder trådløse teknologier som Z-Wave, ZigBee og EnOcean; trådede teknologier som LON, Konnex, Ethernet og powerLine teknologier som X10. Desudes beskrives applikations protokollen CHAIN.

Document ID HE-CTC/Kommunikation i huset 2006 11 19.doc
--

Author Klaus Sønderkov Nielsen	Document version 1.0	Status Final	Last updated 2009-08-31
-----------------------------------	-------------------------	-----------------	----------------------------

Approved by: (Søren Hansen) (See revision history on next page)	Date
--	------

Revisions Historie

Version	Init.	Dato	Beskrivelse	Accept	Init.
0.1	KSN	2006.08.14	Første version af dokumentet	W	SH
0.2	KSN	2006.09.21	Anden version af dokumentet	W	SH
1.0	KSN	2006.11.16	Rettet til for afslutning	W	SH

Forkortelse i Accept-kolonne: F = Formel Inspektion, W = Gennemgang, N = Ingen review

Contributors

Name	Initials
Per Roos, Siemens A/S	PR
Per Nielsen, Siemens A/S	PN
Søren Hansen, Danfoss A/S	SH
Klaus Sønderkov Nielsen, Danfoss A/S	KSN

The document was created in: MS Word 2003

The document is based on template: Danfoss HE-CTC Paper 060622.dot

Figures are created in PowerPoint and inserted as PowerPoint Slides.

Indholdsfortegnelse

1. Introduktion.....	5
1.1 Formål med dokumentet	5
1.2 Overblik – en læser guide	5
1.3 Opsummering.....	5
1.4 Referencer.....	6
2. Kommunikation i huset	8
2.1 Prissignalet.....	8
2.2 System arkitektur	8
2.3 Succes kriterier	9
<i>Del I: Trådløse standarder.....</i>	<i>10</i>
3. Z-Wave	11
3.1 Specifikationer	11
3.2 Sikkerhed	11
3.3 Udbredelse og modenhed.....	11
3.4 Pris og pristrends	12
3.5 Anvendelighed for fleksibelt elforbrug	12
4. ZigBee / IEEE802.15.4	13
4.1 Specifikationer	13
4.2 Sikkerhed	13
4.3 Udbredelse og modenhed.....	14
4.4 Pris og pristrends	14
4.5 Anvendelighed for fleksibelt elforbrug	14
5. Konnex RF	15
5.1 Specifikationer	15
5.2 Sikkerhed	16
5.3 Udbredelse og modenhed.....	16
5.4 Pris og pristrends	16
5.5 Anvendelighed for fleksibelt elforbrug	16
6. IPv6 / IEEE802.15.4	17
6.1 Specifikationer	17
6.2 Sikkerhed	17
6.3 Udbredelse og modenhed.....	17
6.4 Pris og pristrends	17
6.5 Anvendelighed for fleksibelt elforbrug	17
7. EnOcean	18
7.1 Specifikationer	18
7.2 Sikkerhed	18
7.3 Udbredelse og modenhed.....	18
7.4 Pris og pristrends	18
7.5 Anvendelighed for fleksibelt elforbrug	18
8. WLAN.....	19
8.1 Specifikationer	19
8.2 Sikkerhed	19
8.3 Udbredelse og modenhed.....	19
8.4 Pris og pristrends	19
8.5 Anvendelighed for fleksibelt elforbrug	19
<i>Del II: Trådede standarder</i>	<i>21</i>
9. Konnex.....	22
9.1 Specifikationer	22
9.2 Sikkerhed	22
9.3 Udbredelse og modenhed.....	22
9.4 Pris og pristrends	22
9.5 Anvendelighed for fleksibelt elforbrug	22

10. LON	23
10.1 Specifikationer	23
10.2 Sikkerhed	23
10.3 Udbredelse og modenhed.....	23
10.4 Pris og pristrends	23
10.5 Anvendelighed for fleksibelt elforbrug	24
11. Ethernet / IP.....	25
11.1 Specifikationer	25
11.2 Sikkerhed	25
11.3 Udbredelse og modenhed.....	26
11.4 Pris og pristrends	26
11.5 Anvendelighed for fleksibelt elforbrug	26
Del III: PowerLine kommunikation	27
12. X10	28
12.1 Specifikationer	28
12.2 Sikkerhed	28
12.3 Udbredelse og modenhed.....	28
12.4 Pris og pristrends	28
12.5 Anvendelighed for fleksibelt elforbrug	29
13. CHAIN.....	30
13.1 Specifikationer	30
13.2 Sikkerhed	30
13.3 Udbredelse og modenhed.....	30
13.4 Pris og pristrends	30
13.5 Anvendelighed for fleksibelt elforbrug	30
14. Konnex.....	31
14.1 Specifikationer	31
14.2 Sikkerhed	31
14.3 Udbredelse og modenhed.....	31
14.4 Pris og pristrends	31
14.5 Anvendelighed for fleksibelt elforbrug	31
15. LON	32
15.1 Specifikationer	32
15.2 Sikkerhed	32
15.3 Udbredelse og modenhed.....	32
15.4 Pris og pristrends	32
15.5 Anvendelighed for fleksibelt elforbrug	32
Del IV: Andre standarder	33
16. Andre standarder	34
16.1 BlueTooth.....	34
16.2 DECT.....	34
16.3 Insteon	34
16.4 HomePlug	34
16.5 BACnet	34
17. Kommunikation til måleren	35
17.1 IEC 62051/TC13	35
17.2 EN1434-3/M-Bus	35
Del V: Konklusion.....	36
18. Anbefaling	37
18.1 Trådløse teknologier	37
18.2 PowerLine teknologier.....	37
18.3 Trådede teknologier	37
18.4 Kommunikation til måleren	38

1. Introduktion

Dette dokument indeholder et overblik over standard protokoller som kan bruges i forbindelse implementation af priselastisk elforbrug i private boliger.

1.1 Formål med dokumentet

Formålet med dette dokument er:

- At give et overblik over kommunikationsstandarder i hjemmet
- At udvide beslutningsgrundlaget for valg af standard til priselastisk elforbrug
- At give en anbefaling til standard til priselastisk elforbrug

Det er ikke formålet med dette dokument at:

- At træffe en beslutning om hvilken standard der skal anvendes
- At give en fuld beskrivelse af alle standarder
- At beskrive i detaljer hvordan prissignalet kommer til huset
- At beskrive prissignalet i detaljer

1.2 Overblik – en læser guide

Del I: Trådløse standarder

Giver et overblik over de trådløse standarder, der er fundet relevante at beskrive.

Del II: Trådede standarder

Giver et overblik over de valgte trådede standarder, der er fundet relevante at beskrive.

Del III: PowerLine kommunikation

Et overblik over de standarder som benytter PowerLine kommunikation, der er fundet relevante at beskrive

Del IV: Andre standarder

Giver et kort overblik over andre standarder som umiddelbart ikke har interesse samt standarder til kommunikation mellem udstyr og måleren.

Del V: Konklusion

Giver en samlet konklusion og anbefaling

1.3 Opsummering

Der findes allerede en del standarder får kommunikation i huset, som meget nemt kan anvendes til kommunikation af et prissignal til elektriske apparater med henblik på at implementere priselastisk elforbrug.

Af de standarder der allerede findes på markedet, er det standarderne for trådløs kommunikation og PowerLine der er de mest interessante, da disse ikke kræver nye/ekstra kabler i huset.

Af disse er det hhv. den trådløse Z-Wave og Konnex PowerLine der er de mest modne og mest udbredte inden for Home Automation.

For at få mest muligt ud af priselastisk elforbrug er det vigtigt at det er prissignalet der stilles til rådighed for de enkelte apparater, og ikke blot tænd, sluk og lignende kommandoer, men hele prissignalet. Derved kan de enkelte producenter af udstyr udnytte deres applikationsviden til bedst muligt, til at implementere priselastisk elforbrug, uden tab af komfort for brugeren. Ved at stille hele signalet til rådighed for de enkelte apparater, undgår man at skulle ændre i den centrale enhed hver gang et nyt produkt skal kunne tilkobles.

1.4 Referencer

Dokument ID	Titel og andet dokument information
[R1]	Projektbeskrives opgave 4060706, Delopgave 4 – Kommunikation i huset
[R2]	ZigBee Specifikationen R06
[R3]	Analyse dokument for prisfølsomt elforbrug i massemarkedet. Projekt: Demand response web. Siemens
[R4]	Projektbeskrives opgave 4060706, Delopgave 3 – Kommunikationsveje til huset
[R5]	http://www.Z-WaveAlliance.com
[R6]	http://www.Konnex.com
[R7]	http://www.lonmark.org

1.5 Definitioner og forkortelser

IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers, en international non-profit, professionel organisation for udbredelse af teknologi relateret til elektricitet.
IETF	Internet Engineering Task Force, et standardiseringsorgan for dataprotokoller som holdt sit første møde i 1986. Har specificeret IPv4, IPv6, http, etc.
EIB	European Installation Bus
IEC	International Electrotechnical Commission, den internationale standard og conformity vurderings organ for elektronikteknologi.
ETSI	European Telecommunications Standards Institute er en uafhængig, non-profit standardiserings organisation i telekommunikationsindustrien (producenter og netværks udbydere) i Europa. De står for regulering af det europæiske radio spektrum på samme måde som FCC står for det i Nordamerika.
FCC	Federal Communications Commission er stiftet af den amerikanske regering i 1934 og står for at regulere al ikke statslig brug af radio spektrum (herunder radio og tv) og mellemstatslig telekommunikation (kablet og satellit) samt international kommunikation der stammer fra eller ender i USA.
OEM	Original Equipment Manufacture, en virksomhed som producere produkter eller komponenter som bliver solgt af en anden virksomhed.
OSI	Open System Interconnection reference model er en lagdelt abstrakt beskrivelse for kommunikation og computer netværks protokol design udviklet som en del af Open Systems Interconnection initiativet. Det er også kaldet OSI syv lags modellen.
Twisted Pair	er en fælles betegnelse for et trådet kommunikationsmedie, hvor to leder er viklet rundt om hinanden med det formål at minimere elektromagnetisk interferens.
RF	Radio Frequency er den del af det elektromagnetiske spektrum hvor elektromagnetiske bølger kan blive generet af en vekselstrøm ført ud på en antenne. På disse elektromagnetiske bølge kan et digitalt signal moduleres (f.eks. ASK, FSK, DSSS, FHSS) hvorved man kan overføre data fra en RF sender til en eller flere modtagere.
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications er en ETSI standard for digitale trådløse telefoner i private net i hjemmet eller i virksomheder. DECT kan også bruges til data overførelser.
CSMA	Carrier Sense Multiple Access er en media access mekanisme hvor en node sikre sig at der ikke er trafik på et delt fysiske medie før noden påbegynder transmission. CSMA er brugt hvor der kommunikeres på et delt medie som RF eller en elektrisk bus.
ASK	Amplitude Shift Keying, en modulationsform som repræsenterer digitale data som variation af carrier bølgens amplitude.
FSK	Frequency Shift Keying, en frekvens modulationsform hvor det modulerede signal skifter output frekvens mellem forud definerede værdier.
DSSS	Direct-Sequence Spread Spectrum, en modulations teknik som optager mere båndbredde end signalet som skal transmitteres og derved har et kodnings gain.

FHSS	Frequency Hopping Spread Spectrum, en spread spectrum metode som med hyppige skift mellem mange frekvenser som både transmitter og modtager er enige om.
IrDA	Infra red Data Association, definerer et fysisk kommunikationens protokol for overførsel af data over en kort afstand ved hjælp af infrarødt lys.
SoC	System on Chip, også kendt som en "single chip" løsning som er integrer mikro kontroller og radio interface i in chip.
NIC	Network Interface Card, et stykke computer hardware designet for at kommunikation over et computer netværk. Det er lag 2 i OSI modellen.
Point-to-Point	En netværks topologi hvor to apparater taler direkte med hinanden.
Mesh	Er en routing mekanisme som gør det muligt at have et netværk. Et mesh netværk router beskeder fra en node til en anden ved hjælp af andre noder i netværket. Størrelsen af et mesh netværk bliver målt i hop.
Self-healing	En mekanisme der gør det muligt for et Mesh netværk at reorganisere ruter hvis en rute bliver uanvendelig.
Source routing	En rutningsmekanisme som består i at akkumulere adresser på hops mellem sender og modtager.
AODV	Ad-hoc On-demand Distance Vector, re-aktiv routing protokol som kun etablerer ruter på opfordring.
DYMO	DYnamic Manet On-demand, videreudvikling af AODV med en simplere implementering
MANET	Mobile Ad-hoc NETwork, et trådløst ad-hoc netværk der har selvkonfigurerende mobile routere,
CCM*	Counter with CBC-MAC, en autorisation krypterings algoritme designet til at give bade autorisation og fortrolighed.
CBC-MAC	Cipher Block Chaining Message Authentication Code, brug af en block cipher til at generere en autorisations kode for beskeden.
AES	Advanced Encryption Standard, er en blok cipher med en fast blok størrelse på 128bit med en nøgle af forskellige størrelser (128, 192 eller 256 bit).
WEP	Wired Equivalent Privacy , en krypterings standard til WLAN
WPA	WiFi Protected Access, en krypterings standard til WLAN som tilbyder bedre sikkerhed end WEP

2. Kommunikation i huset

Kommunikation i huset har traditionelt været punkt-til-punkt kommunikation mellem en IrDA fjernbetjening og husets media udstyr som TV, Video, DVD og lyd. I nogle high-end type huse og mere velhavende hjem er der blevet installeret avanceret lysstyring via et bussystem, således at man kan programmere kontakter til at tænde og slukke lys forskellige steder i huset. Der er udendørs sensorer som termometer og regnmålere som kommunikerer måledata tilbage til en central enhed enten via et kabel eller en proprietær trådløs protokol, typisk i 433MHz båndet.

På det seneste er det blevet populært med mere avancerede trådløse stjerne og mesh netværk til styring af strømudtag, hvor der er et antal fjernstyrede stik indsatser og en fjernbetjening der kan tænde, slukke og dæmpe. Disse simple netværk er primært beregnet til lys styring.

Der er termostatløsninger til varmestyring af for eksempel gulvvarme, hvor man har en termostat i hvert rum som melder rumtemperaturen tilbage til en central enhed som tænder og slukker for enten pumpen til den elektriske eller vandbårne gulvvarme.

Udover denne kommunikation mellem sensorer, fjernbetjening og aktuatorer er det også blevet mere almindeligt at husstande har bredbånd og flere computere hvilket har givet et boom i hjemmenetværk. I den spæde begyndelse af hjemmenetværk var det Ethernet løsningen som blev brugt men siden hen er det trådløse WLAN blevet langt billigere og mere populært.

Udviklingen af Home Automation har i starten været begrænset til simpel styring af lys og indeklima. Det har været og er for den størstedels vedkommende individuelle systemer som benytter en proprietær protokol. Systemer som kan integreres og tale sammen på tværs af fabrikanter har ikke været så fremtrædende, da standarder som kunne gøre dette har primært været brugt til det kommercielle marked (f.eks. hoteller, kontorer, supermarkeder) og har været for dyrere til konsum markedets produkter.

Home Automation er længst fremme i Nordamerika, hvor man længe har benyttet PowerLine teknologi som X10 til kommunikation mellem apparater. Over de seneste år har der været fokus på de trådløse teknologier og flere standarder har set dagens lyse, som Z-Wave og ZigBee. Nogle af de trådede standarder, som Konnex, har også en trådløs variant. Det må forventes at de trådløse teknologier vinder yderligere frem indenfor Home Automation da de let kan installeres i eksisterende huse og der ikke skal trækkes yderligere ledninger.

Anvendelse af PowerLine teknologi går mere i retning af multimedia overførelse mellem mediacenter og afspilningsenheden som kan være TV eller radio end Home Automation.

2.1 Prissignalet

Prissignalet kommer til huset i et format beskrevet i delopgave 3 [R4] og skal fordeles til apparater som kan have glæde af denne information. Båndbredde til protokoller i huset er begrænset og har ikke den samme kapacitet som på Internettet og apparater som skal modtage data har ikke de samme kræfter som en PC eller Internet router. Derfor skal signalet distribueres på en måde således at apparaterne kan håndtere data.

2.2 System arkitektur

Prissignalet kommer ind i huset ved en central enhed koblet på omverdenen hvor den kan hente pris data fra fx Nord Pool, alt dette er beskrevet i [R4]. Derfra er der et antal muligheder:

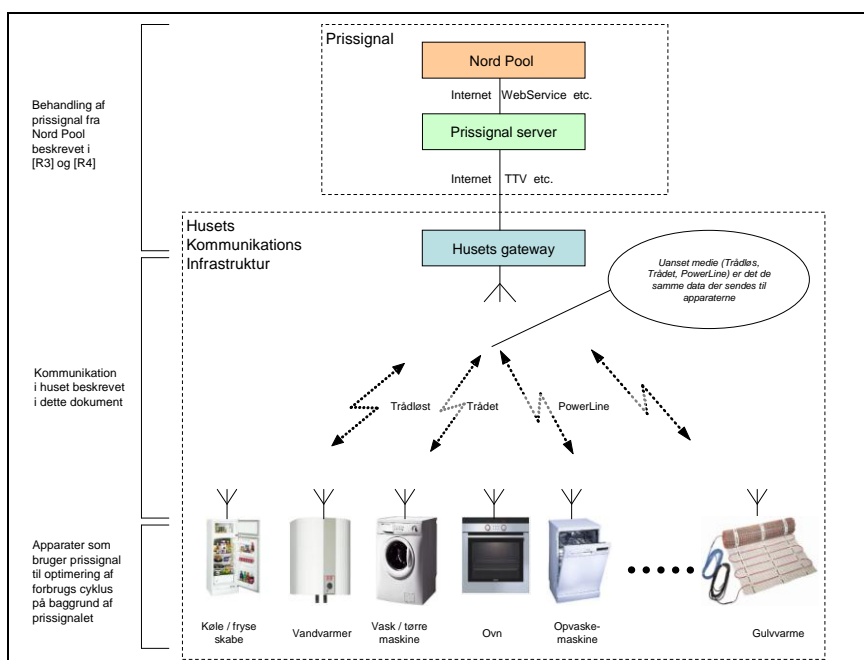
1. Pris data forbliver i den centrale enhed og den centrale enhed tænder og slukker for apparater
2. Distribution af alle prisdata til alle apparaterne når de modtages
3. Prisdata forbliver i den centrale enhed som tilbyder en service om distribution af prisdata til apparater

Mulighed 1 har fordelen at data og kontrol er et sted, problemet er at den centrale enhed ikke har specifik applikations viden om de apparater den ønsker at styre. For eksempel vil det være svært for en central enhed at bestemme hvornår et køleskab skal være tændt eller hvad der er et fornuftigt set punkt. Denne enhed kræver desuden opgradering af softwaren

hver gang man ønsker at tilføje en ny type apparat, hvilket ikke er hensigtsmæssigt, da det ville kræve koordinering mellem producent af apparat, og producent af centralenheden.

Mulighed 2 har den fordel at al data er distribueret til apparaterne og da disse kender applikationen vil det være naturligt at apparaterne bedst kan afgøre hvordan prisdata skal bruges. Dog er de fleste embedded applikationer stærkt begrænset i deres hukommelse, en hel dags prisdata vil optage en del hukommelse og sandsynligvis har apparaterne ikke kapacitet til at gemme al denne information.

Mulighed 3 er den mest interessante da den giver mulighed for at data kan blive gemt på en central enhed med flere kræfter i form af hukommelse og processer. Enhederne kan enten abonnere på prisdata eller forespørge om prisdata for et specifikt tidsrum. Denne metode er desuden den mest fleksible, da apparater med tilstrækkelig regnekraft, bare kan hente alle data på en gang, og dermed agere ud fra en samlet plan, og simple apparater kan hente data for et begrænset tidsrum, og agere ud fra dette.



Figur 1 Kommunikations overblik

I ovenstående figur er et overblik over den overordnede kommunikations arkitektur, prissignalet og generering af dette er beskrevet i [R3]. Ved at bruge mulighed 3 i ovenstående struktur vil "Husets gateway" få prissignalet fra en central server som beskrevet i [R4]. Gatewayen stiller en prissignal service til rådighed for husets apparater som kan få prissignal data i de bider som hvert enkelt apparat kan håndterer. Hvorledes apparaterne benytter prissignalet til at optimere strømforbruget er derefter op til apparaterne. Det kunne for eksempel være et køleskab som vælger at køle ekstra ned et par timer før morgenmaden og dermed kan undgå at køle når skabet åbnes og elpriserne er højere.

2.3 Succes kriterier

Et klart succeskriterium for priselastisk elforbrug er at det ikke kræver udlægning af nye kabler i de huse hvor priselastisk elforbrug ønskes brugt, da dette vil være tidskrævende og økonomisk urentabelt. Derfor er det først kriterium "no new wires". For det andet skal det være muligt at koble apparaterne på de systemer der allerede er i huset, til fx "homeautomation". For at der ikke skal ofres unødigt tid på at få teknologien til at fungere er det vigtigt at vælge en teknologi der er moden til anvendelse.

Del I: Trådløse standarder



3. Z-Wave

Z-Wave teknologien er udviklet af Zensys A/S i slutningen af 90'erne hvor teknologien blev brugt i Zensys slutbruger produkter. I dag udvikler Zensys ikke slutbruger produkter men er teknologi leverandører til OEM'er. I 2004 blev Z-Wave Alliance stiftet af Leviton, Universal Electronics, Intermatic, Wayne Dalton og Danfoss sammen med Zensys.

3.1 Specifikationer

Z-Wave er en SoC løsning med en almindelig FSK radio der opererer i 868MHz båndet i Europa og i 915MHz båndet i Nordamerika. Der er to kommunikations hastigheder til rådighed nemlig 10kb/s og 40kb/s. Rækkevidden er inden døre 25-30 meter blandt andet afhængig af kvaliteten på produkternes antenne og placering, og den bygning hvori produkterne anvendes.

Z-Wave platformen tilbyder et robust self-healing Mesh netværk som tillader kommunikation til apparater der er op til 4 hop væk. Det betyder at det er muligt at have et stabilt netværk med en diameter på 125-150 meter. Routeingsmekanismen mellem noderne er source routing og alle afsendte pakker bliver acknowledged af modtageren, hvis acknowledge udebliver bliver pakken sendt op til 3 gange i alt.

På applikations niveau har Zensys defineret et kommando klasse framework som gør det muligt for en OEM at opbygge en applikation som kan tale med en anden OEMs applikation. Det gør det også muligt for tredjeparts leverandører at udvikle værktøjer og kontrol enheder til Z-Wave netværk.

En Z-Wave applikations pakke har en størrelse på 64 byte hvoraf 48 er brugerdata. I netværket kan der være op til 232 noder. Netværket bliver startet af en central kontroller som uddeler adresser til nye noder i den rækkefølge de bliver tilføjet netværket.

Et Z-Wave netværk har et unikt homeId som specificerer netværket, det betyder at det er muligt at have flere separate Z-Wave netværk indenfor rækkevidde uden at pakker fra det ene netværk forstyrre det andet. Netværket står ikke åbent for tilføjelse af noder, hvis en node skal tilføjes åbnes der et kort vindue hvor 1 node kan tilføjes; dette betyder at man ikke umiddelbart kan få uvedkommende adgang til netværket.

3.2 Sikkerhed

Det er ikke muligt for noder at blive en del af et Z-Wave netværk uden at kontrollere har givet tilladelse hertil. En node som ikke er del af netværket kan ikke sende pakker til noder som er på netværket. En bruger skal give kontrollere input om at tilføje nye noder, dette kan normalt ikke gøres uden at have fysisk adgang til kontrollere.

Udover det korte vindue åbnet for tilføjelser af noder er der er ikke integritet check eller autorisation af noder som bliver tilføjet netværket hvilket derved er op til applikationen. Z-Wave netværket er ej heller beskyttet mod replay angreb. Der er ingen kryptering og dermed ingen fortrolighed.

3.3 Udbredelse og modenhed

Z-Wave er blevet udviklet i Danmark men har haft størst fokus på det nordamerikanske marked hvor der er vundet væsentlige markedsandele. Årsagen til fokus på det nordamerikanske marked har været at interessen for Home Automation er længere fremme med teknologier som X10 (power line kommunikation).

Aktiviteterne i Europa er stigende og der er allerede nogle produkter baseret på Z-Wave teknologi på det europæiske marked og flere er på vej allerede inden udgangen af 2006 blandt andet kommer Merten på markedet med produkter vist på "Light+Building" tidligere i 2006.

Zensys har kontinuerligt forbedret hardware og software. Nuværende hardware er 2. generations chips, hvor specielt strømforbrug og fysisk størrelse er blevet forbedret. Softwaren er også løbende forbedret og applikations laget er blevet udvidet som flere virksomheder har udviklet produkter og kommet med feedback.

Medlemmer af Z-Wave Alliance er:

- Principal Members (8)
 - Leviton, Universal Electronics, Intermatic, Wayne Dalton, Danfoss, Zensys, Intel og Monster Cable

- Members (84)
 - Carrier, Cooper Wiring Devices, Exhausto, Honeywell, Logitech, Merten, Powerlynx, med flere

3.4 Pris og pristrends

I skrivende stund er chip prisen på 2-5 USD per chip afhængig af aftale og styk tal. Roadmap viser SoC til under 1USD indenfor 2 år.

3.5 Anvendelighed for fleksibelt elforbrug

Z-Wave teknologien er veletableret og produkter er tilgængelige med fokus på Home Automation. Indgangsvinklen for prissignalet kunne være en kommando klasse som kunne foreslås Zensys. Den informationsmængde som prissignalet behøver, kan sagtens være i en Z-Wave besked.

4. ZigBee / IEEE802.154

ZigBee er en industri alliance som blev stiftet i 2002. ZigBee har marketingmæssigt haft stor succes og har til dels været med til at gøre sensor netværk alment kendt. Dog har det været svært for ZigBee at demonstrerer en succesfuld teknisk løsning. Den første ZigBee specifikation blev offentliggjort i december 2004, dog har det ikke været muligt at certificere sit slutbruger produkt og dermed kunne benytte ZigBee logoet. Derudover har specifikationen ikke levet helt op til de forventninger der er blevet stillet hvilket har gjort at det er usikkert hvilke applikationer der faktisk er ZigBee.

4.1 Specifikationer

ZigBee er baseret på en IEEE standard 802.15.4 chip. Der er flere leverandører af denne type chips. IEEE 802.15.4 standarden understøtter to frekvensbånd nemlig 2.4GHz og 868/915MHz. ZigBee har fokuseret mest på 2.4GHz og derved er der flest 2.4GHz radioer på markedet (*af chip leverandører kan nævnes TI, Freescale, Integration, Jennic*), af 868/915MHz radioer er der p.t. kun én leverandør (*ZMD*). Der er både transiverer på markedet og SoC. I 2.4GHz båndet er bit raten på 250kb/s, hvor den i 868/915MHz er henholdsvis 20kb/s og 40kb/s.

ZigBee har et netværkslag som tilbyder et Mesh netværk med teoretisk 65.535 noder, dog er det grundet den nuværende adresse allokeringsmekanismen meget svært at bygge netværk med mere end 100 noder. Routningsmekanismerne som bliver brugt er Cluster Tree og AODV, når der skal routes til end devices bruges cluster tree, men blandt routere og koordinator benyttes AODV. Noder som skifter plads i træet skifter også netværksadresse, dette er gældende både for end devices og routere. At noder skifter adresse afhængig af placering gør at de noder som skal tale med noder der har skiftet adresse skal være opdateret med den nye adresse, hvilket blandt andet giver race conditions når opdateringer skal ske. Ydermere vil det være umuligt at være sikker på hvilken node der tales med da denne kan være en anden node som har fået en 'brugt' adresse.

En IEEE802.15.4 pakke har maksimal brugerdata størrelse på 127 bytes herfra skal så trækkes hvad ZigBee bruger til deres overhead. ZigBee har et stort antal parametre som kan justeres så ZigBee overhead kan variere, det er dog primært sikkerheds indstillingerne som kan påvirke omfanget af overhead. Afhængig af ZigBee konfigurationen varierer brugerdata mellem 60 og 90 bytes.

På nuværende tidspunkt er der kun én applikationsprofil tilgængelig som er Home Control Lightning. I applikationsprofilerne specificeres ZigBee parametre som har indflydelse på eksempelvis netværkets topologi og sikkerhed. Der er ikke interoperabilitet mellem applikationsprofiler, der forventes at komme yderligere profiler i fremtiden; blandt andet er der profiler på vej til Home Automation, Commercial Building Automation og Industrial Plant Monitoring. Det er muligt at oprette en privat profil, denne vil dog ikke interoperable med andre applikationer overhovedet.

4.2 Sikkerhed

ZigBee sikkerhed er bygget op som en værktøjskasse. Hver stakprofil har et sikkerhedsniveau som derudover kan blive konfigureret med yderligere parametre (*som netværks sikkerhed, antal af netværks nøgler, antal frame counters*) i en applikations profil. Et ZigBee netværk er identificeret ved et PAN id og radio kanal som gør det muligt at køre forskellige parallelle netværk.

Autorisation af noder sker via et Trust Center (koordinatoren) som også uddeler netværks nøgler. Det er også muligt at have link nøgle for at give hop-by-hop sikkerhed. Netværksnøgle bruges til at skabe fortrolighed med en 128-bit CCM*/AES kryptering. ZigBee har frame counters som giver beskyttelse mod replay angreb.

I residential mode er sikkerhedsniveauet sat til 0x05, hvilket betyder kryptering sker med en 32 bit netværksnøgle hvilket giver pakke integritet på netværks laget. Det er usikkert om der optræder et trust center i residential mode, og generelt er der en del usikkerhed om hvorledes sikkerheden reelt er implementeret i de kommercielle ZigBee stakke. Det kan forventes at, i fremtidige versioner af ZigBee specifikationen er sikkerhedsdelen væsentlig anderledes end først specificeret.

4.3 Udbredelse og modenhed

Da det p.t. ikke er muligt at få ZigBee logoet på sit produkt er der ingen ZigBee produkter på markedet. ZigBee har dog gjort det muligt at have en privat applikations profil, men da alle disse ligeledes er uden logo er det ikke muligt at danne sig et samlet overblik over hvor mange ZigBee applikationer der reelt er.

Stakken blev som sagt offentliggjort i december 2004, men da den teknisk ikke har været tilstrækkelig attraktiv har de fleste OEMer valgt enten at benytte en proprietær og modificeret udgave af ZigBee eller valgt en anden netværksprotokol.

ZigBee Alliancen har række store og mellemstore virksomheder som medlemmer herunder et lille udsnit:

- Promoters (13)
BM SpA, Ember, Freescale, Honeywell, Huawei, Mitsubishi, Motorola, Phillips, Samsung, Schnieder Electric, Siemens, ST Microcontrollers, Texas Instruments
- Members (113)
Atmel, Danfoss, Develco, Eaton, Grundfos, Invensys, Johnson Controls, LG, Microchip, NTS, OKI, Renesas, Trane, Yokogawa med flere

4.4 Pris og pristrends

I skrivende stund er chip prisen for en IEEE802.15.4 mellem 3 og 6 USD afhængig af leverandør, aftale og styk tal. Der er også flere leverandører af ZigBee stakke og som regel har chip leverandøren indgået et samarbejde med en stak leverandør således at stak og chip passer sammen. Det er ikke umiddelbart muligt at vælge et andet mix af chip og stak da det kræver speciel tilpasning af stakken til hver enkelt chip type.

I fremtiden regnes der med at prisen vil falde yderligere da det er en standard med flere chip leverandører og derved konkurrence samtidig med at det globale styk tal forventes at stige.

4.5 Anvendelighed for fleksibelt elforbrug

For distribution af prissignalet vil det være muligt at have en privat profil. En privat profil vil umiddelbart ikke være interessant da de produkter som skal modtage signalet er fra forskellige producenter og ikke umiddelbart kan modtage data fra en privat profil. Der er en mulighed for at en privat profil kan blive optaget i ZigBee specifikationen og dermed blive interessant, dog kræver det at der er flere medlemsvirksomheder som bakker op om profilen og at der kan skabes konsensus om specifikationen. Det kan forventes at en optagelse af en offentlig profil vil tage 8-24 måneder.

En anden mulighed er at prissignalet bliver optaget som en funktionalitet i det nye ZigBee Cluster Library (*en samling af clusters af apparater/funktionalitet*). For at en funktionalitet som distribution af prissignalet kan blive optaget i ZigBee Cluster Library skal der være et tilstrækkeligt antal medlemsvirksomheder som ønsker denne funktionalitet; samtidig med at det skal sandsynliggøres at der er applikationer der vil benytte denne funktionalitet. Når en funktionalitet er optaget i ZigBee Cluster Library skal den refereres i en ZigBee applikations profil for at være anvendelig, hvor der ligeledes skal skabes konsensus. Det forventes at applikationsprofilerne bliver opdateret løbende (*6-12 måneders interval*).

5. Konnex RF

Konnex (KNX) er en standardiseret (EN50090), OSI-baseret netværks kommunikations protokol til bygningsautomation specialiseret i automatiseret proceskontrol dedikeret til Home og Building Automation. KNX giver et decentralt og distribueret netværk på forskellige fysiske lag, herunder RF, Twisted Pair og PowerLine. KNX organisationen er en sammenlægning af 3 europæiske bygningsautomatiserings systemer:

- European Installation Bus (EIB)
EIB teknologier på twisted pair og PowerLine som er gået med i KNX specifikationen
- European Home Systems Protocol (EHS)
EHS powerline teknologi er gået med i specifikationen
- BatiBus
BatiBus twisted pair teknologi er gået med i specifikationen

Konnex Association blev stiftet i 1999 af Bosch Telecom GmbH, DeltaDore S.A., Électricité de France, Elektrolux AB, Hager Holding GmbH, Merten GmbH&Co.KG, Siemens AG, Division A&D ET, Siemens Building Technology Ltd og Landis&Stæfa Division. Målet med sammenlægningen af de tre eksisterende europæiske bus standarder er at samle erfaringer i en standard for Home og Building Automation. I maj 2000 blev det endelige logo for Konnex Association fastlagt, hvilket var det officielle startskud til KNX standardiserings arbejdet.

KNX systemet er i direkte konkurrence til LON; begge systemer er udviklet til bygningsautomation. Der er dog grundlæggende forskelle i hvorledes planlægning, realisering, anvendelse og service bliver udført. Salgskanaler er forskellige derudover er Konnex en åben standard med deltagelse af over 100 firmaer, hvorimod LON er defineret af Echelon.

5.1 Specifikationer

RF er blevet fuldt specificeret af Konnex Association og gør trådløs kommunikation mulig i det europæiske 868MHz frekvensbånd. Radioen er en standard FSK radio med asynkron transmission og duplex bidirektionel og uni-directional kommunikation. Centerfrekvensen er 868,30MHz for short-range apparater med en duty-cycle begrænsning på 1% og har en datarate på 32kHz. MAC laget er baseret på en CSMA mekanisme. Det fysiske og data link laget er specificeret generelt i CEN TC294 til elmålere for at være i stand til at dele hardware platform.

For andre varianter af det fysiske lag: Twisted Pair se afsnit 9 på side 22 og for PowerLine varianten se afsnit 14 på side 31.

KNX arkitekturen er lagdelt hvor der øverst i arkitekturen ligger fælles objekt definitioner, bestående af datapoints som repræsenterer systemets proces og kontrol variable. Datapoints er grupperede i funktionelle blokke som er relaterede til applikationsområder og generel brug (f.eks. dato og tid). For logisk at binde datapoints over netværket er der tre underliggende binding metoder: fri, struktureret og tagged. Disse binding metoder kan bindes sammen med adresserings metoder.

Adresserings er bygget op med en logisk topologi og individuel adressering, hvor adresseområde på 65.536. Den logiske topologi er bygget op af subnet med hver 256 adresser på en linie som kan grupperes med op til 16 linier i en hovedlinie i et område og et helt domæne kan formes af op til 15 områder med en back-bone linie.

På RF er interferens mellem to forskellige installationer begrænset ved at benytte en udvidet adresse metode som binder individuelle adresse og gruppe adresse til ét unikt apparat id.

En gruppe adresse er på 16-bit hvilket gør det muligt at have 64k grupper per installation, hver med ubegrænsede lokale adresser.

En standard Konnex pakke kan afhængig af adresseringsmetode have op til 14 bytes brugerdata. Det udvidede pakkeformat kan have op til 248 bytes brugerdata. En forbindelse til et apparat kan også være forbindelsesorienteret for at overføre bulk data, som f.eks. til distribution af binære applikations filer.

Hvis to noder som ønsker at tale samme ikke kan se hinanden må der indsættes retransmittere som gentager beskeder og øger netværkets rækkevidde. For ikke at gentage beskeder i det uendelige og oversvømme netværket er der en route counter som for afsendelse har værdien 6, for hver retransmission tælles counteren en ned. For yderligere ikke at gentage beskeder unødvendigt har hver retransmitter en historie af de seneste 7 beskeder den har gentaget, så hvis

beskeden har været gentaget indenfor de seneste 7 beskeder vil den ikke yderligere blive gentaget. For at sikre at pakke modtaget ikke er korrupte er der et frame check som fungerer som et CRC tjek.

5.2 Sikkerhed

Der er ingen sikkerhed bygget ind i Konnex specifikationen.

5.3 Udbredelse og modenhed

Der er produkter på markedet som benytter Konnex RF; produkterne er set men hvorvidt de bliver markedsført i større stil er uvist. Der har endnu ikke været observeret reklamemateriale for disse produkter i Danmark.

5.4 Pris og pristrends

For at få Konnex RF til at virke skal der bruges en standard microcontroller, en FSK radio og diverse eksterne komponenter, hvilket kan erhverves for omkring 3 USD per styk ved 100.000 stk.. Derudover skal der bruges en software stak som kan købes hos Weinzierl Engineering GmbH, denne ligger i størrelsesordenen 40.000 EUR, der kan indgås aftale om andre licens metoder som er billigere.

5.5 Anvendelighed for fleksibelt elforbrug

Konnex er interessant for priselastisk elforbrug da det er en europæisk standard med deltagelse af en række store spillere (Siemens, Bosch, Elektrolux, Merten osv.) som producerer de apparater som ønskes informeret om prisen på el.

Ydermere er standarden målrettet mod Home Automation og giver mulighed for at kommunikere over flere forskellige typer kommunikationsmedie.

6. IPv6 / IEEE802.15.4

IP standarden bliver udviklet af IETF, som er den organisation som udvikler Internettet. En gruppe i IETF, kaldet 6LowPan, har påtaget sig at specificere hvorledes IPv6 kan lade sig gøre over et IEEE802.15.4 fysisk netværk. Arbejdet blev påbegyndt i 2004 med en OEM (Invensys) i spidsen og med deltagelse af flere andre virksomheder som Microsoft, Sun, Samsung og Danfoss.

IETF er en åben organisation, det er gratis at deltage på mailing lister. Løsninger bliver diskuteret og vedtaget på 4 årlige møder hvor der er et deltager gebyr på ca. 500,- USD. Da det er relativt billigt at deltage er der stor deltagelse fra universiteter og forskningsinstitutioner.

6.1 Specifikationer

6LowPan benytter samme chip teknologi som ZigBee se derfor afsnit 4.1 for en beskrivelse af det fysiske lag.

Udover det fysiske lag er stakken markant anderledes end ZigBee, de tekniske specifikationer af netværkslaget er baseret på IETF standarder og 6LowPan specificere ikke et applikations lag.

6LowPan specificerer et mesh netværk og IPv6 transport lag. Af routing er der i øjeblikket forslag om at benytte enten en optimeret version af AODV eller DYMO.

6.2 Sikkerhed

Det er endnu ikke bestemt hvilket niveau af sikkerhed der skal implementeres, det er dog sikkert at det ikke er muligt at implementere den fulde IPsec.

6.3 Udbredelse og modenhed

6LowPan gruppen er stadig i sin vorden, og standard er ikke klar, der er blevet produceret et dokument som beskriver problemet med at implementere IPv6 over IEEE802.15.4 og et der beskriver frame formatet.

Der er nogle eksempel stakke som viser at det kan lade sig gøre at have et IEEE802.15.4 netværk med en IPv6 protokol.

6.4 Pris og pristrends

Det er samme pris niveau som for ZigBee da det er det samme chip set, se derfor afsnit 4.4. Da specifikationen ikke er konkluderet endnu er det ikke muligt at få en kompliant stak. Der er dog potentiale for at der er simple sikkerheds mekanismer så chips i fremtiden kan optimere deres sikkerhed.

6.5 Anvendelighed for fleksibelt elforbrug

En klar fordel ved 6LowPan er at der tales IP hvilket betyder at prissignalet kan hentes direkte af apparatet på en fjernserver såfremt der er en Internet gateway mellem 6LowPan og Internettet.

Problemet med 6LowPan er at der ikke er specificeret et applikations lag og dermed gør det usikkert hvad der bliver implementeret i applikationen.

Der kan eventuelt startes en applikationsgruppe som kunne se på hvorledes f.eks. http, soap eller anden applikation kan fungere over et 6LowPan netværk.

7. EnOcean

Firmaet er oprettet af forhenværende Siemens ansatte i 2001 som et spin-off af Siemens forskningslaboratorium. EnOcean er finansieret af venture kapital fra blandt andre SAM Private Equity, Wellington Partners, 3i, Siemens Venture Capital og Baytech Venture. EnOcean har en medarbejderstab på ca. 25 og de får produceret deres moduler på en Siemens fabrik i Leipzig.

7.1 Specifikationer

Designet til produkter hvor ende punkter er uden mains forsyning. Kontakter og sensorer (*senderen*) er normalt forsynet af en energy harvesting mekanisme, som for eksempel solceller, piezo, elektrodynamik. Aktuatoren vil være mains forsynet, en aktuator kunne være et relæ til eksempelvis lys eller varme.

EnOcean har valgt at benytte en ASK radio med en frekvens på 868.3MHz og en maksimum sendestyrke på 10mW. Dataraten er på 92 kb/s.

En EnOcean pakke er på 14 bytes, hvoraf et maksimum af 6 bytes kan være bruger data. Hvert ende punkt sender 3 pakker ved hvert kontakt tryk, hvilket er med til at have en højere sandsynlighed for at en af pakkerne når frem.

Et datagram kan blive videresendt én gang, det vil sige at en node kan være maksimalt et hop væk fra sin modtager. Med en maksimal indendørs rækkevidde på 30 meter kan netværks radiusen maksimalt være 60 meter.

7.2 Sikkerhed

Det er ikke muligt at kryptere en EnOcean pakke, dels har noderne ikke energi til at udfører en kryptering og dels har pakkerne en størrelse hvor det ikke er muligt at tilføje yderligere overhead. Der er implementeret en check sum som sikre at pakker ødelagt af støj ikke føres videre til applikationen.

7.3 Udbredelse og modenhed

EnOceans stak er færdig implementeret og solgt kommercielt. Blandt andet kan nævnes Thermokon som har implementeret en solcelle drevet termostat og tilhørende relæ, til at slukke og tænde for varmen.

Der er en lang række bygninger hvor der anvendes EnOcean teknologi, primært offentlige prestigefulde byggerier.

7.4 Pris og pristrends

Hvert modul koster i øjeblikket mellem 200 og 300 DKK ved et styktal på 1.000 enheder om året. Der er en pris reduktion på vej da EnOcean er i den sidste fase med en ASIC, som gerne skulle medvirke til en væsentlig prissænkning.

7.5 Anvendelighed for fleksibelt elforbrug

EnOceans teknologi er rettet mod batteriløse apparater og de produkter som ønskes oplyst om elprisen er mains forsynet. Derudover er protokollen stærkt begrænset da man højst kan sende 6 bytes i en pakke hvilket kræver at apparaterne spørger ofte på prissignalet og prissignalet kan komprimeres tilstrækkeligt.

8. WLAN

WLAN, Wireless LAN (Wireless Local Area Network), er en betegnelse for et trådløst lokalt netværk, hvor de enkelte computere opretter forbindelse til netværket via radiobølger i stedet for kabler. Backbone-nettet er normalt kabelbaseret, med et eller flere Access Points, der forbinder de trådløse klienter med resten af netværket. Rækkevidden af et trådløst netværk af WLAN-typen kan begrænse sig til et enkelt lokale, eller strække sig over større geografiske områder med flere bygninger, fx et universitet. WLAN benytter IEEE802.11a/b/g-standarden til datatransmission.

8.1 Specifikationer

Der er 3 færdige IEEE standarder for WLAN nemlig 802.11a/b/g. 802.11a operer i 5GHz båndet og har en data rate på 54mb/s hvor 802.11b/g begge operer i 2.4GHz båndet. 802.11b har en datarate på 11mb/s hvor 802.11g kan klare 54mb/s.

802.11g er et super set af 802.11b og netværk som køre 802.11g kan altid køre 802.11b.

Sammenlignet med andre trådløse teknologier til Home Automation har WLAN et relativt højt strømforbrug. En af årsagerne til det højere strømforbrug er at RF output power er på maksimum 18dBm i Europa hvorimod IEEE802.15.4 og andre low band radio sender ved 0dBm.

WLAN kort til PC er relativt billige men er ikke umiddelbart anvendelige for en embedded løsning da disse chip som regel ikke har et baseband. På en PC ligger WLAN baseband i driveren og denne bliver downloaded til kortet hver gang PCen bliver genstartet.

8.2 Sikkerhed

Efterhånden som trådløse netværk har vundet indpas, er sikkerhed blevet et stadig større problem. Kommunikation mellem klient og Access Point kan i princippet opfanges af enhver indenfor netværkets rækkevidde, så man er nødt til at kryptere signalerne, så de bliver uforståelige for uvedkommende. Til dette formål anvendtes oprindeligt WEP-standard (Wired Equivalent Privacy), men denne viste sig at have adskillige alvorlige huller i sikkerheden, så i stedet udviklede man senere WPA-standard (WiFi Protected Access), som tilbyder langt større sikkerhed, og derfor er den nok mest udbredte krypteringsstandard til WLAN i dag.

Sikkerhed på transportlaget se afsnit 11.2 på side 25 om IPsec.

8.3 Udbredelse og modenhed

Tidligere var et trådløst netværk en så bekostelig affære, at det kun blev brugt hvor installationen af et kabelbaseret LAN var meget besværlig eller umulig, hvilket bl.a. kunne være tilfældet i fredede, gamle bygninger. I dag er trådløse netværk faldet så meget i pris, at WLAN bruges både i virksomheder og i private hjem i stadig større udstrækning. Denne udvikling hænger også sammen med stigningen i salget af bærbare computere, som i højere grad end stationære computere kan drage nytte af et trådløst netværk. Det er primært 802.11b/g som bliver benyttet, 802.11a har på grund af den højere frekvens en kortere rækkevidde.

Nyere PDAer har indbygget WLAN.

8.4 Pris og pristrends

Selvom WLAN kort til PC, Laptops og PDA er relativt billige er chipsæt til embedded løsninger relativt dyre; de koster stadig omkring 60,- EUR ved 10.00 stk.. Ovenpå dette skal så lægges en IP stak, som enten kan fås gratis som open source eller man kan købe en således at man kan få support og opgraderinger af softwaren.

8.5 Anvendelighed for fleksibelt elforbrug

Teknologien er tilstede i mange hjem, men kræver en applikation da WLAN/IP kun tilbyder det fysiske lag og et transportlag. Det er nødvendigt at have f.eks. sockets, http, web services/soap for at kunne distribuere data til

apparaterne. De apparater som PSO ønsker at tale med er sandsynligvis ikke på WLAN da der ikke findes tilstrækkelig attraktive embedded WLAN løsninger, ej heller findes der home automation standarder der bygger på WLAN.

Apparaterne som skal benytte prissignalet skal have regnekraft til at håndtere XML filer og de tungere protokoller som SOAP og Http, hvilket vil kræve langt mere processorkraft end der er tilstede i dag. Større processorkraft sammen med de dyre WLAN chips vil ikke være noget som apparat producenter er villige til at betale. Derudover er det højere strømforbrug som måske vil placere apparaterne i en dårligere energiklasse.

Del II: Trådede standarder



LONMARK[®]
INTERNATIONAL



9. Konnex

Konnex Twisted-Pair specifikationen er adopteret fra EIB og BatiBus. For yderligere information om Konnex se afsnit 5 på side 15.

9.1 Specifikationer

Der er to standarder for Konnex bus netværk, TP0 er arvet fra BatiBus og TP1 fra EIB. Både data og begrænset strømforsyning foregår via ét kabel par, apparater med lavt strømforbrug kan blive forsynet af bussen. Kommunikationen foregår asynkront og med half-duplex, bi-directionalt. TP0 har en data rate på 2.400 bit/s hvor TP1 er på 9.600 bit/s. Begge medier implementere desuden CSMA/CA og en line topologi bliver benyttet.

Yderligere information om Konnex specifikationen se afsnit 5.1 på side 15.

9.2 Sikkerhed

Der er ingen sikkerhed specificeret i Konnex.

9.3 Udbredelse og modenhed

Der findes en lang række produkter, primært på det tyske marked hvor de er installeret i større bygninger og flere nybeggerier samt highend private hjem. Kabling er dyr at installere og de Konnex apparater ligger også i den dyre ende. Derudover er installationerne primært til styring af lys.

9.4 Pris og pristrends

For at benytte Konnex busen skal man have en RS-485 driver som koster ca. 0.60 EUR dertil skal der benyttes en microcontroller til at køre driver til et par USD. En hardware løsning kommer til at ligge i 2-3 USD. Derudover skal man bruge en software stak som kan købes hos Weinzierl Engineering GmbH til omkring 40.000 EUR, der kan indgås aftale om anden licens metode som er billigere.

9.5 Anvendelighed for fleksibelt elforbrug

Konnex twisted pair har været på markedet et stykke tid og der er produkter tilgængelige, dog kræves der at der trækkes kabler i de hjem som skal benytte denne standard. Konnex specifikationen har flere fysiske lag (se afsnit 5 og 14) hvorved der kan udvikles én applikation som kan benytte forskellige fysiske lag. Hvis der i de huse hvor priselastisk elforbrug ønsker at teste anvendelighed allerede har installeret en Konnex bus, vil det være naturligt at inkludere denne teknologi.

10. LON

LonWorks er udviklet af det amerikanske firma Echelon tilbage i 1988. LonWorks eller i daglig tale LON (Local Operating Network) er en teknologi, hvor alle oplysninger omkring systemet er tilgængelige for alle interesserede producenter, herunder eksempelvis den protokol systemet bygger på. Echelon har med andre ord udviklet teknologien, som så stilles til rådighed for producenterne. I Danmark, er der en række producenter af apparater til LonWorks, og på verdensplan er der flere tusinde.

LON er en platform for kontrol netværk til brug i primært bygningsautomation. LonMark interoperabilitet blev stiftet i 1994 for at sikre interoperabilitet blandt applikationer.

10.1 Specifikationer

Der kommunikeres på RS-485 (bustopologi) med en hastighed på 74kb/s (TP/FT-10). LonTalk protokollen og alle lag af LON stakken er specificeret af Echelon. I fri topologi (FTT) er rækkevidden på 500 meter hvorimod med brug af bus topologi kan rækkevidden være op til 2.200 meter.

Der kan være op til 127 nodes per subnet og der er maksimalt 255 subnets per domain. Netværket kan på øverste niveau have 256 grupper per domain; en node kan godt være medlem af flere grupper. Pakker kan blive adresseret til en enkel node, en gruppe af noder eller til alle noder i netværket. En LonTalk fysisk adresse er hierarkisk struktureret. Hver node i et LON netværk har en 48-bit unik id som i LonTalk terminologi kaldet neuron. Neuron ID'en er tildelt under produktionen ændres ikke på noget tidspunkt.

En node adresse bliver tildelt ved installationen. Node adressen bliver brugt til routeing da den er mere effektiv routeing med node adresse er mere effektiv end den fysiske adresse. En node adresse består af 3 dele nemlig et Domain ID, Subnet ID og en node ID. Noder skal være i det samme domain for at udveksle beskeder. Subnettet består af en samling noder som er på den samme kanal eller sæt af kanaler koblet samme ved hjælp af repeaters. Subnet ID'er er brugt til mere effektiv routeing af beskeder i større netværk. Node ID'en identificer individuelle noder i et subnet.

En gruppe er en logisk samling af noder i et domain og de er identificeret ved hjælp af en gruppe adresse. Grupper er begrænset til 64 noder, hvis gruppebeskeder skal bekræftes hvis der ikke ønskes bekræftelse er der ingen begrænsning på gruppestørrelsen. En node kan være medlem af op til 15 grupper.

En LON pakke kan have forskellige brugerdata størrelser afhængig af hvilken type data, en netværks variable kan have en maksimal størrelse på 31 bytes, en applikations besked kan være op til 228 bytes hvorimod en datafil kan være på 2^{32} bytes.

10.2 Sikkerhed

I LON er der implementeret autorisation af noder. Autorisation er sat op ved hjælp af en netværksmanagement kommando ved installation. Autorisationen foregår ved en "Challenge Response" mekanisme. Det foregår ved at den node som skal autoriseres modtager en 64-bit tilfældig tal som skal krypteres med en 48-bit nøgle. Hvis noden der har afsendt det tilfældig tal kan dekryptere tallet korrekt er noden blevet autoriseret.

10.3 Udbredelse og modenhed

LON har været ude i mange år og er blevet en standard i mange kommercielle og industrielle applikationer. Nogle ganske få nybyggede private hjem har LON. Standarden bruges primært til bygningsautomatisering af kommercielle bygninger som hoteller og kontorer.

10.4 Pris og pristrends

For at benytte LON skal man købe en Neuron processor hos Echelon til omkring 2-3 USD, derudover skal man som ved Konnex have en RS-485 driver til ca. 0.60 EUR og diverse komponenter (EEPROM, krystal etc.) til omkring 1-2 EUR. Så i alt kommer en løsning til at ligge i 4-6 EUR. FTT løsningen er væsentlig dyre end RS-485.

10.5 Anvendelighed for fleksibelt elforbrug

Da de fleste apparater i hjemmet ikke benytter LON er protokollen ikke så anvendelig, dog kunne LON over power line være mere interessant se derfor afsnit 15.

11. Ethernet / IP

Ethernet er en stor familie af frame-baserede computer netværks teknologier for lokal netværk (LANs). Ethernet definerer et antal af kabel og signal standarder for det fysiske lag, to metoder til netværks adgang på MAC/Data link laget og ét adresse format.

Ethernet er standardiseret i IEEE802.3 og har en stjerne-topologi, den mest brugte fortrådning af LAN teknologi er twisted pair som er blevet brugt siden 1990'erne.

Ideen bag Ethernet var oprindeligt at computere kommunikerede over et delt coaxial kabel som et broadcast medie. Metoden havde ligheder med et radio system selvom der er forskelle så som det er muligt at detektere kollisioner i et kablet broadcast netværk. Det delte kabel giver en kommunikations kanal som lignede æteren (*ether*) og deraf navnet Ether-net.

11.1 Specifikationer

Fra det tidlige simple koncept af Ethernet kom en kompleks netværks teknologi der I dag er den absolut mest anvendte netværksteknologi. Coaxial kablet er senere erstattet med point-to-point links forbundet via hubs eller switches for at reducere installations omkostninger, øge robustheden og gøre det muligt at lave point-to-point administration og fejlfinding. StarLAN var det først skridt for Ethernet fra coaxial kablet bus til en hub-administreret, twisted pair netværk.

Over det fysiske lag kommunikere Ethernet stationer med hinanden ved at sende datapakker, med undtagelse af broadcast adresser, der er individuelt sendt og leveret. Som med andre IEEE 802 LAN har hver Ethernet station en 48-bit MAC adresse som er brugt til at specificere modtager og afsender af hver datapakke. Enheder accepterer normalt ikke pakker adresseret til andre netværks stationer. Netværkskort kommer med en global unik adresse men denne kan bliver overskrevet enten for at undgå en adresseændring hvis kortet er erstattet eller for at bruge en lokal administrativ adresse.

Selvom der er sket store ændringer i Ethernet fra coaxial kabel bus der kørte 10 Mbit/s til point-to-point links kørende ved 1 Gbit/s og mere, deler alle generationer af Ethernet det samme frame format og derfor det samme interface til de overliggende lag og kan forbindes med det samme. De er desuden bagudkompatible.

Gigabit Ethernet data link laget kapsler pakker med en frame header, som inkluderer MAC adressen og anden header information, og et 32-bit Frame Check Sequence (*FCS*) før det bliver sendt over det fysiske medie. Der er fire forskellige fysiske lag for Gigabit Ethernet, optiske fibre, twisted pair kabel og balanceret kobber kabel.

Topologien for et Ethernet er stjernetværk hvor stjernerne kan være koblet sammen gennem routers og/eller hubs/switches.

11.2 Sikkerhed

På det fysiske lag er der check på om pakkerne er modtaget korrekt ved FCS (*en type CRC*). På de øvre lag kan der etableres forskellige typer af sikkerhed enten på applikationslaget med VPN, SSL, TLS etc. som primært er IP-baseret.

På transport laget kan der benyttes IPsec (IP security) som er et standard framework for at sikre Internet Protokol kommunikation ved kryptering og/eller autorisation af hver IP pakke i en datastrøm. Der er to modes af IPsec operationer, transport mode og tunnel mode.

I transport mode er det kun payload (dvs. beskeden) af IP pakken som er krypteret. Den er derved fuldt ud routebar da IP headeren er sendt i klar tekst; dog kan den ikke gå gennem et NAT interface da dette vil invalidere dens hash værdi. Transport mode er brugt i host-to-host kommunikation over et LAN.

I tunnel mode er hele IP pakken krypteret. Den må dermed indkapsles i en ny IP pakke for at routeing kan virke. Tunnel Mode er brugt i network-to-network kommunikation (sikre tunneler mellem routers) eller i host-to-network og host-to-host kommunikation over internettet.

IPsec er implementeret som et set af kryptografiske protokoller for at sikre pakkeflowet og nøgleudveksling. For at sikre pakkeflow er der to ting, nemlig

- Authentication Header (AH)
Som giver autorisation, payload og IP header integritet og med nogle kryptografiske algoritmer også non-repudiation, men giver ikke fortrolighed
- Encapsulating Security Payload (ESP)
Som giver data fortrolighed, payload integritet og med nogle kryptografiske algoritmer også autorisation.

I nogle lande er besked kryptering forbudt ved lov og ESP protokollen kan ikke blive brugt. I sådanne tilfælde giver AH hele IPsec funktionalitet (*uden fortrolighed*).

Oprindeligt var AH kun brugt til integritet og ESP blev brugt kun til kryptering; autorisation blev tilføjet senere til ESP. Nu eksisterer der i praksis kun en nøgleudvekslings protokol nemlig, IKE (*Internet Key Exchange*) protokol.

IPsec protokollerne arbejder i netværkslaget hvor andre Internet sikkerheds protokoller, der er mere brugt som SSL og TLS, arbejder i transportlaget. Dette gør IPsec mere fleksibel da den kan blive brugt for både TCP og UDP baserede protokoller, men det øger kompleksiteten og proces overheadet da den ikke kan benytte TCP til at håndtere pålidelighed og fragmentering.

11.3 Udbredelse og modenhed

Ethernet er ganske udbredt mest brugt i kontorer og kommercielle bygninger til interne net. Nogle har et Ethernet i hjemmet da det er nemt at sætte op og har ikke de samme sikkerheds risici som det trådløse WLAN. De fleste PC'ere har i dag også indbygget en Ethernet port men kommer endnu ikke med et WLAN kort. Når man får bredbånd medfølger som regel en Internet router som benytter Ethernet, hvilket også betyder at det er nemmere at tilslutte et Ethernet kabel end at skulle til at købe ekstra udstyr og installere yderligere hardware for at benytte WLAN.

I lejlighedskomplekser og boligforeninger er det interessant at have et netværk til fordeling af Internet til lejlighederne sammen med at give adgang til TV, radio, m.v.. Op gennem 1990'erne er der en del boligforeninger som har fået installeret et Ethernet.

11.4 Pris og pristrends

Afhænging af leverandør og features på Ethernet kan en integreret chip med MAC og PHY fås til omkring 5-8 USD ved et volumen på 10.000 stk.. Udover en Ethernet chip skal man bruge diverse eksterne komponenter til omkring 1-2 USD.

11.5 Anvendelighed for fleksibelt elforbrug

Fordelen ved Ethernet er at det er nemt at installere og det er umiddelbart tilgængeligt i hjem med bredbånd. Det er muligt at køre Webservice og XML tjenester på mediet.

Ulempen er at de apparater som skal benytte priselastisk elforbrug ikke har en Ethernet og det ikke er interessant at trække kabler til hvert enkelt apparat.

Del III: PowerLine kommunikation



LONMARK®
INTERNATIONAL

12. X10

X10 er en industri standard for kommunikation mellem apparater brugt i hjemmet. Der bruges primært power line for signal og kontrol hvor signalerne bliver digitalt repræsenteret og sendt ud på strømmettet med RF teknologi. X10 blev udviklet i 1975 af Pico Electronics i Glenrothes, Skotland, til at have fjern kontrol af apparater i hjemmet.

Selvom der er en række teknologier med højere båndbredde, som Insteon, BACnet og LonWorks er X10 stadig den mest udbredte teknologi til Home Automation på PowerLine, dog primært i Nordamerika.

12.1 Specifikationer

Hjemmets strømnet benyttes til at sende digitale data mellem X10 apparater. Disse digitale data er moduleret på en 120 kHz carrier som transmitterer i bursts under det relative stille nul krydsning af 50 eller 60 Hz AC veksel strøms bølgeform. En bit er transmitteret ved hver nul krydsning.

De digitale data består af en adresse og kommando sendt fra en kontroller til et kontrolleret apparat. Mere avancerede kontrollere kan også spørge ligeledes avancerede apparater om deres status. Denne status kan være så simpel som tændt eller slukket, eller det nuværende dæmpnings niveau samt temperatur eller anden sensor data. Apparater er normalt koblet direkte i stikkontakten mellem en lampe, fjernsyn eller andet husholdningsapparat de styrer. Nogle indbyggede kontrollere er også på markedet hvor de er bygget ind i stikkontakter eller andre strømudtag.

Den relativt høje carrier frekvens som bærer signalet kan ikke komme igennem en transformer eller over faser i et multifaset system. Ydermere fordi signalerne er timet til at falde sammen med nul krydsningen af spændingens bølgeformen vil de ikke være korrekt timet fra fase til fase i et trefaset system. I et tofaset system kan signalet blive passivt koblet fra fase til fase ved brug af en kapacitor, men for trefasede systemer eller hvor kapacitoren ikke yder tilstrækkelig kobling må man indsætte en aktiv X10 repeater.

Det kunne også være ønskeligt at blokere nogle X10 signaler fra at forlade et lokalt område, for eksempel således at en X10 kontrol ikke forstyrrer en X10 kontrol i naboet. I sådanne tilfælde kan man benytte et induktivt filter til at blokere X10 signalet.

X10 protokollen er relative simpel den indeholder en 4-bit "Hus kode" og en 4-bit apparat adresse, efterfulgt af en 4-bit kommando. Hus koden er defineret med bogstav A-P og apparat adressen kan være 1-16, da man kan have flere "Hus koder" i et hus er det muligt have et netværk på op til 256 individuelle adresser (16 Hus koder * 16 apparat adresser).

Det er muligt at lave broadcasts inden for hver hus kode, der kan laves grupper ved at opdele apparater i gruppe med hus koden. Såfremt man benytter de samme hus koder som naboen kan der opstå problemer hvis filtre mellem boligerne ikke er tilstrækkeligt effektive.

12.2 Sikkerhed

Der er ingen sikkerhed bygget ind i protokollen, ved installation af netværket defineres en hus kode som kan til en hvis grad adskille 2 netværk men dette tilbyder på ingen måde sikkerhed. Filtre kan installeres ved husets strømtavle således at kommunikationssignaler udefra ikke kommer ind. Disse filtre er dog af varierende kvalitet og det er svært at finde et filter som effektivt forhindrer signaler i at komme ud eller ind af huset.

12.3 Udbredelse og modenhed

X10 teknologien har været tilgængelig længe men er primært udbredt i Nordamerika, hvor den bruges hovedsageligt til at styre lys.

For at øge robustheden af X10 er der tilføjet RF repeatere.

12.4 Pris og pristrends

En X10 kommunikations løsning ligger med en pris omkring 10 – 15 USD.

12.5 Anvendelighed for fleksibelt elforbrug

Teknologien er interessant, specielt fordi den benytter de eksisterende strømkabler og dermed skal der ikke installeres yderligere kabling. Dog er teknologien kun anvendt i USA og udbredelsen er selv her begrænset til entusiaster og high-end hjem.

13. CHAIN

CHAIN er en løsning fra den europæiske CECED organisation som er en applikations interoperabilitets specifikation der definerer et abstraktions niveau fra det underliggende netværk og fysiske lag. Der er defineret et applikationslag til udveksling af informationer mellem husholdningsapparater og nøgle enheder i huset som brugerinterfaces, kontrol enheder og gateways. Strukturen af denne specifikation er organiseret således at den kan mappes til alle kommunikationsteknologier som er relevante for husholdningsapparater.

CHAIN er fra organisationens side set som en måde at adskille industriens applikations udviklings investering fra kommunikationsprotokollerne. CHAIN er også en strategi for implementation af en multi-cluster arkitektur hvor hvert applikations domæne som lys, sikkerhed, air conditioning etc. kan arbejde sammen i en fælles løsning.

Direkte medlemmer af CECED er blandt andre Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH, Candy Elettrodomestici Srl., Electrolux Holdings Ltd., Gorenje d.d., Miele & Cie. GmbH & Co., Philips D.A.P., SAECO og Whirlpool Europe Srl.. Udover de direkte medlemmer er de nationale organisationer for husholdningsapparater også medlemmer, fra Danmark er FEHA (Foreningen af Fabrikanter og Importører af Elektriske Husholdningsapparater) medlem.

13.1 Specifikationer

På nuværende tidspunkt er der fokuseret på PowerLine teknologi, da husholdningsapparater som oftest er koblet til husets strømnet. De kommunikationsprotokoller som pt. er understøttet er EHS 1.3a, Konnex PowerLine og LON PowerLine. Der undersøges i øjeblikket om antallet af understøttede standarder kan udvides også med de trådløse alternativer.

For Konnex PowerLine se afsnit 14 på side 31 og for LON PowerLine se afsnit 15 på side 32. EHS 1.3a er ikke beskrevet i dette dokument, dog er EHS en del af Konnex.

Netværkslagets routing og adressering er op til den underliggende kommunikationsteknologi. Hvad angår data størrelser ligger hver besked i øjeblikket på ganske få bytes, dog arbejdes der på en mekanisme til dataoverførelser i kByte størrelsen.

Applikationslaget er specificeret objekt orienteret med funktioner mappet til den specifikke protokol som bliver understøttet af de underliggende lag. Der er i øjeblikket ikke defineret noget "Middleware" mellem den abstrakte applikation og den underliggende protokol.

13.2 Sikkerhed

Sikkerheden ligger i den anvendte kommunikationsteknologi. For at få specifikationen skal man underskive en NDA og godkendes af de eksisterende medlemmer, hvorefter man kan få specifikationen.

13.3 Udbredelse og modenhed

Teknologien er ny og specifikationen er knapt færdig.

13.4 Pris og pristrends

Prisen kommer an på den kommunikationsteknologi som bliver valgt.

13.5 Anvendelighed for fleksibelt elforbrug

CHAIN er interessant for priselastisk elforbrug da specifikationen benyttes på de husholdningsapparater som ønskes styret af prissignalet. Specifikationen er dog stadig så ny at den ikke er videre udbredt samtidig med at en del features endnu ikke er implementeret. CHAIN er en løsning som udelukkende er en applikationsspecifikation hvorved at interfacet til det underliggende kommunikationslag endnu ikke er fuldt udbygget og det er kun muligt at vælge PowerLine.

14. Konnex

Konnex PowerLine specifikationen er adopteret fra EHS og EIB som inden de indgik i Konnex samarbejdet havde PowerLine kommunikation.

For yderligere information om Konnex se afsnit 5 på side 15.

14.1 Specifikationer

Der er to fysiske lag for Konnex PowerLine med forskellig kommunikations hastighed. PowerLine specifikationen har en center frekvens på 110kHz (PL-110) stammer fra EIB og tilbyder en kommunikationshastighed på 1.200 bits/s. Hvor specifikationen fra EHS har center frekvens på 132kHz (PL-132) og tilbyder en hastighed på 2.400 bits/s.

Fælles for de to specifikationer er at de benytter et spread frequency shift keying modulation, asynkron transmission af data pakker og half duplex bi-directional kommunikation. Begge typer implementerer CSMA.

For yderligere information om Konnex specifikationen se afsnit 5.1 på side 15.

14.2 Sikkerhed

Der er ikke specificeret sikkerhed i Konnex.

14.3 Udbredelse og modenhed

Der findes Konnex PowerLine produkter på markedet i dag, primært i Tyskland. På grund af den generelle udbredelse af PowerLine teknologi er udvalget dog ikke overvældende.

14.4 Pris og pristrends

Ved Konnex PowerLine skal man regne med at en hardware løsning koster 10-15 EUR per enhed dertil kommer licens af en Konnex stak, som kan købes hos Weinzierl Engineering GmbH. En stak kan licenseres på forskellige vilkår, hvis stakken ønskes som "buy out" koster den ca. 40.000 EUR, der kan indgås aftale om anden licens metode som gør stakken billigere.

14.5 Anvendelighed for fleksibelt elforbrug

Konnex på PowerLine er interessant fordi kabling allerede er tilstede i kraft af husets strømnet. Konnex applikationer har desuden mulighed for at køre over forskellige fysiske lag således at der ikke skal udvikles ny applikations software hvis der skal kommunikeres over RF eller en bus.

Se yderligere anvendelighed i afsnit 5.5 på side 16.

15. LON

LON PowerLine er et "No new wires" alternativ til trådet LON.

For yderligere information omkring LON se afsnit 10 på side 23.

15.1 Specifikationer

Echelon har to PowerLine transiverters PL3120 og PL3150 som primært operer i frekvensbåndet 125-140 kHz. Derudover har de et sekundært frekvensbånd ved 110-125 kHz. Den effektive data rate ligger på 4,8 kbps.

For yderligere information om LON specifikationen se afsnit 10.1 på side 23.

15.2 Sikkerhed

For sikkerhed i LON protokollen se afsnit 10.2 på side 23.

15.3 Udbredelse og modenhed

PowerLine er generelt ikke så udbredt i Europa men i Nordamerika har PowerLine teknologien været båret af X10-standardens.

15.4 Pris og pristrends

For et færdigt modul til indbygning i lampeudtag og stikkontakter ligger prisen på 65 – 100 EUR, såfremt man ønsker komponenter og transiverters vil det kunne gøres billigere.

15.5 Anvendelighed for fleksibelt elforbrug

LONs PowerLine alternativ er interessant for priselastisk elforbrug da den som Konnex PowerLine lever op til succes kriteriet "No New Wires". Derudover kan LON være interessant fordi det er en kendt og moden standard, dog mest kendt for kommerciel bygningsautomation.

For yderligere information om anvendelighed af LON teknologi se afsnit 10.5 på side 24.

Del IV: Andre standarder



INSTEON



16. Andre standarder

Herunder er en kort beskrivelse af andre standarder som bliver benyttet enten til Home Automation eller til andet formål i hjemmet. Teknologierne beskrevet i dette afsnit er ikke umiddelbar af interesse for priselastisk elforbrug, men for helhedens skyld vil deres karakteristika kort blive beskrevet med en begrundelse for hvorfor de ikke er blevet beskrevet yderligere.

16.1 BlueTooth

BlueTooth er en Peer-to-peer netværk med kort rækkevidde som er blevet udviklet af mobiltelefon industrien for at udvide mobiltelefonens features. Der er standardiserede profiler for en række ting, mest kendt er nok head set profilen og profil til synkronisering af data mellem PC og mobil telefon.

Teknologinen er dyr og blandt andet på grund af FHSS er strømforbruget højt, hvilket gør at det ikke er interessant at benytte den i embeddede apparater. Derudover er antallet af noder begrænset således at der kun kan opretholdes forbindelse til maksimum 7 noder af gangen. Netværket er ikke et Mesh således er rækkevidden begrænset til et hop, teknologien operer i 2.4GHz båndet med lav sendestyrke og dermed sårbar overfor interferens fra WLAN, trådløse A/V links og anden teknologi som operer i dette bånd.

16.2 DECT

DECT blev udviklet af ETSI men er siden blevet adoptet af mange lande over hele verden. DECT bruges primært til telefoni med trådløse telefoner . I Europa arbejder DECT ved 1880-1900MHz og ved 1920-1930 MHz i USA.

Ingen apparater som PSO ønsker at bruge benytter DECT En DECT gateway vil dog muliggøre at bruge trådløse telefoner som fjernbetjening og ville også kunne vise status, pris etc..

16.3 Insteon

Insteon er en hybrid, trådløs og PowerLine, Home Automation netværks teknologi udviklet af firmaet SmartLabs Technology. Netværket er et dual mesh, hvor der kommunikeres over en RF link og PowerLine; PowerLine delen er bagudkompatibel med X10.

Insteon er ikke interessant for priselastisk elforbrug fordi den kun er anvendt i USA, hvor der i forvejen er et stort Home Automation marked som bygger på X10 standarden. Ej heller spås Insteon nogen stor fremtid i det de er ene levrændør af teknologien og samtidig konkurrer med deres egne kunder da Insteon også selv producerer slutprodukter.

16.4 HomePlug

En PowerLine teknologi som anvendes til multimediasdistribution, kun for nylig er der påbegyndt arbejde på en udvidelse for kontrol data og derfor er der ikke nogen brugbar standard klar.

16.5 BACnet

BACnet er en standard primært benyttet til bygningsautomation I kommercielle bygninger som hoteller og kontorer. Standarden er mest udbredt i USA. Standarden bliver ikke brugt i private hjem og er derfor ikke interessant for distribution af priselastisk elforbruget i hjemmet.

17. Kommunikation til måleren

Til kommunikation mellem måleren og Home Automation gateway kan benytte nedenstående specifikationer.

17.1 IEC 62051/TC13

En standard til elmåleres data udveksling vedrørende aflæsning, tariffer og belastningskontrol. Standarden er stadig under udarbejdelse og p.t. er kun glossary frigivet (IEC TR 62051-1).

17.2 EN1434-3/M-Bus

M-Bus ("Meter-Bus") er en europæisk standard for fjernaflæsning af varmemålere, den er også anvendelig for andre type målere og sensorer og aktuatorer. Fjernaflæsningen af målere kan blive gjort på forskellige måder, fra manuel aflæsning til fjernaflæsning af alle måler værdier for en hel husholdning. Det sidste er en logisk forlængelse af den tekniske udvikling af forbrugsmålere ved brug af M-Bus hvor målerne har et M-Bus interface.

Herunder er nogle karakteristika af M-Bus interfacet:

- Data (f.eks. varmeforbrug) er udlæst elektronisk
- Ét kabel lagt ud til huset forbinder alle forbrugsmålere for husholdningen
- Alle målere kan adresseres
- Udover data tilgængelighed er også fjernaflæsning muligt

Det vil være muligt at bruge en el-målers M-Bus interface til at aflæse måleren, og sende måle-data til el-distributøren via samme system som anvendes til distribution af prisdata.

Del V: Konklusion



LONMARK[®]
INTERNATIONAL

18. Anbefaling

Når man vælger teknologi til distribution af prisdata i huse, er det vigtigt at se på hvad der allerede anvendes til Home Automation. For Home Automation er det vigtigste at der ikke er nogle nye ledninger derfor bør der fokuseres på de trådløse standarder og eventuelt PowerLine teknologi. Såfremt der er tales om nybyggerier er der nogle ganske få high-end huse som fra starten af har et bussystem installeret, primært Konnex og LON kan dette bruges. I alle de huse hvor der ikke fra begyndelsen installeres kabler til Home Automation er det vigtigt at kunne benytte en teknologi der ikke kræver nye ledninger.

18.1 Trådløse teknologier

På den trådløse side anbefales det at benytte Z-Wave teknologien; der er allerede produkter på markedet og det er bevist at det er muligt at have interoperabilitet mellem produkter fra mange leverandører. Der er flest Z-Wave produkter på det amerikanske marked, hvor det blandt andet er muligt at få en Logitech fjernbetjening med indbygget Z-Wave til styring af Home Automation systemet.

Af Konnex og LON, kan det konkluderes at deres trådløse implementation ikke er optimal, mest på grund af den måde hvorpå der bliver routet i disse systemer. Den trådløse del af konnex og LON er primært designet med henblik på at udvide et eksisterende trådet system.

Af de øvrige trådløse standarder er der ZigBee og 6LowPan standarderne. ZigBee er ikke interessant da standarden endnu ikke er blevet stabiliseret. Den første version af standarden blev frigivet i december 2004, men der er endnu ikke produkter tilgængelige. Den næste version af ZigBee stakken regner man med kommer ud i løbet af første halvdel af 2007, men forventningerne i industrien er blandede. 6LowPan standarden anbefales heller ikke da den ikke er færdig endnu, og ikke tilbyder et applikationslag. På længere sigt kan 6LowPan dog være interessant hvis IPv6 generelt får udbredelse, da man så vil have en teknologi på alle niveauer.

18.2 PowerLine teknologier

PowerLine kommunikation er endnu ikke slået igennem i Europa med henblik på styring og kontrol data. Der ses desuden en trend hvor PowerLine fokuseres mere på multimedia applikationer, hvilket blandt andet ses med HomePlug A/V standarden.

Indenfor Home Automation er der så Konnex og LON, hvor Konnex igen er den løsning som er mest interessant. Konnex PowerLine benytter næsten samme standard som deres trådløse udgave, dog er der forskel i hvordan adressering foregår. I udarbejdelsen af Konnex RF standarden er adressen i det trådløse netværk sammensat af node adresse, gruppe id og desuden en ekstra id, hvilket betyder at der er gjort plads til flere enheder på den trådløse link i forhold til Konnex PowerLine. Der skal derfor indsættes en gateway mellem Konnex RF og PowerLine (og trådet Konnex) som skal håndtere denne adresse konvertering.

Fra CECED arbejders der på at standardisere et applikations abstraktionslag til husholdningsapparater med deltagelse af de store spillere indenfor området, herunder Bosh, Siemens, AEG og Gorenje. Denne standard kaldes CHAIN og er for øjeblikket kun baseret på Konnex PowerLine. CHAIN øger derfor også den generelle Europæiske interesse for Konnex; dog er standarden ikke fuldt specificeret og hvordan den reelt kommer til at se ud er uvist.

Det kan ikke anbefales at kigge på de yderligere PowerLine standarder som X10, Insteon, HomePlug da disse ikke er brugt i Europa og deres udbredelse er generelt meget begrænset.

18.3 Trådede teknologier

Det kan ikke umiddelbart anbefales at kigge på de trådede standarder da de ikke kan opfylde basis succeskriteriet om ingen nye kabler. Der er ganske få hjem som allerede har installeret de trådede standarder. Da det ikke er muligt for private at installere disse systemer selv, lægger det en yderligere økonomisk barriere for at udbredelse af priselastisk elforbrug.

18.4 Kommunikation til måleren

For kommunikation til måleren anbefales det at der kigges på M-Bus som standard, og at denne funktionalitet enten bygges ind i centralenheden til distribution af data i hjemmet, eller via en gateway til den kommunikations standard der anvendes til distribution af prissignalet.

Det kan ikke umiddelbart anbefales at bygge centralenheden til distribution af prissignal ind i elmåleren, da denne typisk anvendes i mange år og ikke skiftes så ofte som andet elektronisk udstyr i hjemmet, og vil derfor ikke vil have samme mulighed for at følge med nye standarder, og teknologisk udvikling.