

Planering och uppbyggnad av ett system för trådlös direktuppspelning av media i hemmet

Niklas Mäklin

Examensarbete

Medieteknik

2010

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Medieteknik
Identifikationsnummer:	2600
Författare:	Niklas Mäklin
Arbetets namn:	Planering och uppbyggnad av ett system för trådlös direktuppspelning av media i hemmet
Handledare (Arcada):	Johnny Biström
Uppdragsgivare:	
<p>Allt fler konsumenter vill idag ha allt sitt multimedieinnehåll tillgängligt i hela hemmet utan att fysiskt behöva flytta runt på det på t.ex. CD-skivor eller USB-stickor. Dagens teknik gör det möjligt att bygga upp ett enhetligt system för media i hela hemmet, dessutom kan detta göras trådlöst. I detta arbete analyseras först olika teorier för ett system som trådlöst streamar media till olika delar av hemmet. Sedan planeras ett konkret system för en konkret lägenhet. Systemet byggs sedan upp i praktiken och både konfiguration och testning analyseras. Till sist görs en analys över testresultat. Blev systemet som det skulle? Fungerade det bra? Var det tillräckligt lättanvänt för en vanlig konsument? Alla dessa frågor svarar arbetet på. Andra viktiga delar i arbetet är olika standarder för trådlösa nätverk, säkerhet i trådlösa nätverk, samt olika multimedieformat. Slutresultatet av arbetet är ett välfungerande system för trådlös direktuppspelning av media i hemmet.</p>	
Nyckelord:	WLAN, DLNA, Streaming, UPnP, Multimedia
Sidantal:	51
Språk:	Svenska
Datum för godkännande:	1.6.2010

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Media Technology
Identification number:	2600
Author:	Niklas Mäklin
Title:	Planning and building a system for wireless mediastreaming in the home
Supervisor (Arcada):	Johnny Biström
Commissioned by:	
<p>More and more consumers want to have access to their multimedia content in their home, without having to move it around with CD:s or USB-sticks. Technology today makes it possible to have a unified mediasystem for a whole home, even a wireless one. In this thesis different theories will first be analyzed on different technologies for a system that wirelessly can stream media to different parts of the home. A concrete plan for a concrete system will then be built. After that the system will be built practically, and both configuration and testing will be analyzed. Then the results of the testing will be analyzed. Did the system become as intended? Did it work properly? Was it easy enough to use for the average consumer? The thesis will answer all these questions. Other important parts of the thesis include different standards in wireless networking, security in wireless networking, and different multimedia formats. The final result of the thesis is a working system for wireless mediastreaming in the home.</p>	
Keywords:	WLAN, DLNA, Streaming, UPnP, Multimedia
Number of pages:	51
Language:	Swedish
Date of acceptance:	1.6.2010

INNEHÅLL

1	Inledning.....	9
1.1	Bakgrund	9
1.2	Syfte och mål.....	9
1.3	Avgränsning.....	10
2	Vad är trådlös direktuppspelning av media?	11
2.1	Digitala mediefilformat.....	11
2.1.1	<i>Videoformat</i>	11
2.1.2	<i>Audioformat</i>	12
2.1.3	<i>Bildformat</i>	13
2.2	Olika sorters streamingteknik	14
2.2.1	<i>WLAN</i>	15
2.2.2	<i>Bluetooth</i>	16
2.2.3	<i>Infraröd teknik (IR)</i>	18
2.2.4	<i>WiMAX</i>	18
2.3	Kompatibilitet mellan medieenheter	19
2.3.1	<i>UPnP</i>	19
2.3.2	<i>DLNA</i>	22
3	Planering av ett fungerande system.....	24
3.1	Bostaden	25
3.1.1	<i>Visionen för systemet</i>	27
3.1.2	<i>De behövliga medieenheterna</i>	30
3.1.3	<i>Använda digitala mediefORMAT</i>	31
3.2	Säkerhet	33
3.2.1	<i>Säkerhet i trådlösa nätverk</i>	33
3.2.2	<i>Kryptering av systemet</i>	34
4	Uppbyggnad av systemet	36
4.1	Konfigurering av de olika delarna.....	36
4.2	Testning.....	40
4.2.1	<i>Videouppspelning</i>	40
4.2.2	<i>Musikuppspelning</i>	41
4.2.3	<i>Visning av digitala fotografier</i>	42
4.2.4	<i>Belastningstest</i>	42
5	Resultatredovisning	44

5.1	Funktionalitet	44
5.2	Användarvänlighet.....	45
5.3	Belastningstålighet	45
6	Diskussion	45
	Källor	47

Figurer

Figur 1. 802.11a/b/g/n produktsertifieringslogo (Wi-Fi Alliance 2009).....	16
Figur 2. Den officiella Bluetooth-logon (Bluetooth SIG, inc.)	18
Figur 3. WiMAX-logo (Street Corner Media 2009).....	19
Figur 4. UPnP Forums certifieringslogo (UPnP Forum).....	21
Figur 5. DLNA:s certifieringslogo (DLNA 2010).....	24
Figur 6. Grundplan över bostaden.	26
Figur 7. Grundplan över bostaden med planerade trådlösa medieenheter.	29
Figur 8. Säkerhetsstatus hos systemets router.	35
Figur 9. Lista över kopplade enheter sedda på routerns statussida.	36
Figur 10. Inställningsfönstret för delning av media (i den röda rutan).....	37
Figur 11. Datorns fönster över kopplade enheter i nätverket.	38
Figur 12. Mediedelning från NAS-enheten. De blå rutorna indikerar vilka kataloger som delar media över nätverket (i den röda rutan).....	38
Figur 13. PS3-enhetens hittade DMS-enheter i nätverket.	39
Figur 14. NAS-C5E-musikspelarens hittade DMS-enheter.	39
Figur 15. Routerns statussida för trådlös signalstyrka och maximal streaminghastighet (rate) hos de olika enheterna.....	40
Figur 16. Belastningstestets resultat. Vid 9 medieenheter och 40 Mbps blev funktionaliteten sämre.	44

Tabeller

Tabell 1. 802.11-standardernas egenskaper (Penttilä 2007:6).....	16
Tabell 2. Faserna i UPnP-styrprotokollet (Aaltonen 2007:34).....	21
Tabell 3. Användningen av standarder i DLNA (DLNA 2010 eng.)	23
Tabell 4. DLNA-multimediaformaten (DLNA 2010).....	24
Tabell 5. De olika medieenheternas stöd för WLAN och medieformat.....	32

FÖRKORTNINGAR

CD	Compact Disc
DVD	Digital Video Disc
USB	Universal Serial Bus
HD	High Definition
SD	Standard Definition
NAS	Network Attached Storage
MPEG	Moving Pictures Expert Group
WMV	Windows Media Video
AVI	Audio Video Interleave
DVB	Digital Video Broadcasting
AVC	Advanced Video Coding
MP3	MPEG-1 Audio Layer 3
WMA	Windows Media Audio
LPCM	Linear Pulse Code Modulation
AAC	Advanced Audio Coding
JPEG	Joint Photographic Experts Group
TIFF	Tagged Image File Format
GIF	Graphics Interchange Format
PNG	Portable Network Graphics
WLAN	Wireless Local Area Network
Mbps	Megabits per second
A2DP	Advanced Audio Distribution Profile
VDP	Video Distribution Profile
GOEP	Generic Object Exchange Profile
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
UPnP	Universal Plug and Play
IP	Internet Protocol
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
XML	eXtensible Markup Language

SOAP	Simple Object Access Protocol
GENA	General Event Notification Architecture
URL	Uniform Resource Locator
DLNA	Digital Living Network Alliance
AV	Audio Video
DMS	Digital Media Server
DMP	Digital Media Player
OLED	Organic Light Emitting Diode
Tb	Terabyte
RAM	Random Access Memory
WEP	Wired Equivalent Privacy
WPA	Wi-Fi Protected Access
MAC	Media Access Control
SSID	Service Set Identifier
WHDI	Wireless Home Digital Interface
Gbps	Gigabits per second

1 INLEDNING

1.1 Bakgrund

Mitt intresse för film, musik och fotografering har varit mycket stort redan i flera år. När jag flyttade hemifrån, märkte jag att det var opraktiskt att hantera allt det medieinnehåll jag ägde, eftersom det fanns så många olika ställen där jag ville spela upp mitt material i hemmet.

Det finns så otroligt många digitala medieformat i användning idag, därför började jag fundera på hur man kunde ha tillgänglighet till all sin digitala media i hemmet utan att behöva flytta allt från rum till rum med hjälp av CD, DVD, eller USB-minnen.

Jag ville inte heller dra en massa kablar genom hela huset, så en mer mogen idé började ta form; hur skulle man kunna bygga upp ett lätt system där digitala fotografier, musik och videomaterial kan streamas trådlöst mellan olika platser i hemmet?

Detta problem vill jag gärna lösa. I det här arbetet planerar jag, bygger upp och testar ett system för trådlös direktuppspelning av media i hemmet med hjälp av sådan teknik som redan finns tillgänglig för konsumenter.

Eftersom det engelska ordet streaming är betydligt mer använt som term inom detta ämnesområde än den svenska termen direktuppspelning kommer de båda termerna att användas parallellt.

1.2 Syfte och mål

Syftet med detta arbete är att utreda hur man kan bygga upp ett system för trådlös direktuppspelning av media som stöder flera digitala bild-, musik- och videoformat. Jag vill också reda ut hur bra ett sådant system i praktiken klarar av att hantera tunga filformat som t.ex. högupplöst video (HD).

En annan viktig del är användarvänligheten. Hur kan man t.ex. på ett lätt sätt utan att behöva konfigurera en massa inställningar titta på en videofil via tv:n i vardagsrummet då själva filen ligger på bordsdatorns hårddisk i arbetsrummet?

Säkerheten i systemet är också en sak som jag kommer att ta upp. Hur kan man garantera att ingen utomstående kommer åt ens material då det skickas trådlöst?

Målet med arbetet är att planera och bygga upp ett fungerande trådlöst system för överföring av digitala medier i hemmet. Systemet skall kunna streama video (både SD- och HD-upplöst), musik (de vanligaste filformaten) och bilder (de vanligaste filformaten). Systemet skall också vara säkert mot olovlig användning och andra sorters attacker. Systemet skall byggas upp av produkter som finns tillgängliga på konsumentmarknaden och som lämpar sig för hemmabruk.

1.3 Avgränsning

I arbetet kommer jag att bygga upp ett system för en specifik bostad. Jag kommer inte att pröva systemet på andra ställen. Jag planerar allt utgående från arkitekturen och data/elförbindelserna i denna lägenhet.

Grunderna i de tekniker som krävs för att bygga upp ett system för trådlös direktuppspelning av media i hemmet tas upp för att läsaren lättare skall kunna sätta sig in i vad som måste beaktas när arbetet planeras.

Arbetet utförs i en Windows miljö. Jag kommer inte att ta upp andra miljöer, som t.ex. Mac eller Unix/Linux.

Hårdvaran är skaffad enligt vad som passar bäst in i systemet och enligt vad som finns tillgängligt på konsumentmarknaden. Jag kommer inte att testa systemet med någon annan hårdvara än den som har skaffats för projektet.

Som mjukvara kommer jag att använda det som färdigt finns tillgängligt, dvs. Windows-miljöns färdiga egenskaper, nätverksprodukternas systemprogramvara och medieenheterernas systemprogramvara.

2 VAD ÄR TRÅDLÖS DIREKTUPPSPELNING AV MEDIA?

2.1 Digitala mediefilformat

I det här kapitlet går jag igenom de vanligaste digitala mediefomat som lämpar sig för trådlös streaming av media. Det finns otaliga olika format, men bara vissa har på allvar slagit rot på konsumentmarknaden. Det väsentliga då det gäller att föra över mediefiler trådlöst i hemmet är att formaten skall vara populära, lättöverförliga och tekniskt fungerande. Det finns tre grundtyper av digitalt media som en vanlig konsument använder med jämna mellanrum: Video, fotografier och audio. Dessa är de mest centrala delarna av multimedia idag. Därför är det i praktiken dessa som det också finns behov av att streama. (W3Schools 2010a)

2.1.1 Videoformat

Idag finns allt mer videomaterial i digital form som filer på internet eller kopierade på konsumentens dator. Detta frigör konsumenten från skivor eller kassetter där videofiler förvaras. Allt kan i stället förvaras på en dator eller t.ex. en nätverkshårdsdisk (NAS).

Det finns en mängd olika digitala videoformat för vanligt konsumentbruk. Det är dock en liten del av dem som har blivit populära. För att dessutom kunna streama video trådlöst över ett nätverk kan inte filens bitström (eng. Bitstream) vara allt för stor. För SD-video behövs en överföringshastighet på 1,5-8 Mbps medan det till HD-video kan behövas en hastighet på t.o.m. 20 Mbps. (Aaltonen 2007:15)

De vanligaste digitala videoformaten idag är:

- **MPEG:** MPEG-filer (.mpeg / .mpg) är ett format som innehåller packad video och audio. Det är mycket allmänt och är det vanligaste videoformatet på internet. (W3Schools 2010b)
- **WMV:** Windows Media Video (.wmv) är ett av Microsoft utvecklade format som har blivit allt vanligare. I det ingår också packad video och audio. (Wikipedia 2010a)
- **AVI:** AVI-formatet är utvecklat av Microsoft i början av 1990-talet. AVI-filer är inte packade, vilket har gjort att formatets popularitet håller på att gå ner. Formatet är dock ännu mycket vanligt. (Wikipedia 2010b)
- **MOV:** Quick Time Video (.mov) är Apples motsvarighet till WMV. MOV-formatet är rätt populärt, men användarvänligheten och kompatibiliteten är inte den bästa eftersom det är låst till Apples Quick Time Player. (W3Schools 2010b)
- **H.264/AVC:** H.264/AVC är det videoformat som idag blir allt vanligare. Det används bl.a. av Blu-ray Disc-applikationer, Youtube, Apples iTunes Store och digitala tv-sändningar (DVB). (Wikipedia 2010c)

2.1.2 Audioformat

Det finns två huvudtyper av digitala audioformat: destruktivt komprimerade och icke destruktivt komprimerade. Destruktivt komprimerade ljudformat grundar sig på att man tar bort sådana delar av det ursprungliga ljudspåret som människoörat inte kan höra. På detta vis får man mindre filer som lämpar sig bättre för t.ex. trådlös överföring. Icke destruktivt komprimerade filer däremot förlorar ingenting av det ursprungliga ljudspåret, utan är en direkt digitalisering av ett ursprungligt ljudspår. Detta medför större filer, men garanterat bra ljudkvalitet. (Aaltonen 2007:40-41)

De vanligaste digitala audioformaten idag är:

- **MP3:** MP3-formatet är ett destruktivt komprimerat audioformat som blev standardiserat år 1991. Det är det mest utbredda digitala filformatet p.g.a. sin långa historia och för att det är så användarvänligt. MP3-formatet är väldigt använt både i bärbara musikspelare och för trådlös musiköverföring. (Wikipedia 2010d)
- **WMA:** WMA-formatet är Microsofts svar på MP3-formatet. WMA är också ett destruktivt komprimerat audioformat men med en annan algoritm än MP3. WMA är det näst populäraste formatet efter MP3. (Harris 2010)
- **LPCM:** LPCM är ett fullständigt icke destruktivt filformat. Det används bl.a. i CD- och DVD-skivor. En vanlig filändelse för LPCM-ljud är t.ex. .wav. LPCM-formatet ger mycket bra ljudkvalitet men samtidigt är filerna mycket stora. (Aaltonen 2007:39-40)
- **AAC:** AAC-formatet är utvecklat av MPEG-gruppen som består av företag som t.ex. Dolby, Nokia, Sony och AT&T. AAC anses vara bättre än t.ex. MP3-formatet p.g.a. sin modernare algoritm. AAC har slagit bra igenom på marknaden till stor del p.g.a. att Apple använder sig av formatet i sina iPod-musikspelare och i sin mycket populära musikaffär iTunes. (Apple Inc. 2010)

2.1.3 Bildformat

Digitala bildformat är precis som digitala ljudformat uppdelade i två huvudtyper: destruktivt komprimerade och icke destruktivt komprimerade. I vanligt konsumentbruk används oftast destruktivt komprimerade format, eftersom de tar upp en bråkdel av det lagringsutrymme som okomprimerade filer skulle kräva. Icke destruktivt komprimerade bilder används oftast i professionellt bruk där det krävs att ingenting av datan går förlorad. Eftersom bilder är statiska filer, kan man inte heller streama dem på samma sätt som video eller ljud. Bilden flyttas alltså först till uppspelningsapparatens minne varefter den visas på en skärm. (Matthews 2010)

De vanligaste digitala bildformaten idag är:

- **JPEG** JPEG (.jpg / .jpeg) är det mest använda bildformatet bland vanliga konsumenter. Det är ett destruktivt komprimerat format. JPEG-formatet packar bildfilen till en bråkdel av den storlek som den skulle ha okomprimerad, och är därför mycket populär i digitala kameror, internetbruk, e-post m.m. Nackdelen med formatet är att en del av bildinformationen går förlorad och att editeringsmöjligheterna därmed är begränsade. (prepressure.com 2008)
- **TIFF** TIFF-formatet är ett icke destruktivt komprimerat format. Det här betyder att inga data i filen går förlorade i komprimeringsskedet. TIFF-filer är därför mycket användbara för t.ex. bildmanipulering. Filerna är dock så stora att de inte lämpar sig bra för t.ex. webbruk eller streaming. (Matthews)
- **GIF** GIF-formatet är begränsat till 256 färger vilket gör att det inte används så mycket som fotografiformat. Däremot är det mycket användbart i enkla bilder som inte kräver mer än 256 färger. GIF-formatet är ett icke destruktivt format och genererar små filer som är mycket användbara t.ex. på internetsidor. (Wikipedia 2010e.)
- **PNG** PNG-formatet utvecklades som en bättre och nyare version av GIF. PNG är ett icke destruktivt komprimerat format, och har bättre färgstöd än t.ex. GIF-filer. PNG-formatet är byggt för internetbruk och är därför inte så vanligt i andra sammanhang. (Roelofs 2009)

2.2 Olika sorters streamingteknik

Streaming av media i hemmet kan genomföras med olika metoder beroende på behoven. De frågor man måste ställa sig då man bygger upp ett system är: Hur långt måste data förflytta sig trådlöst? Hur stora filer måste kunna streamas? Mellan hurdana enheter skall mediefilerna röra sig? Det finns några tekniker som är de mest allmänna idag då det gäller att trådlöst överföra data inom relativt korta avstånd (läs en bostad). Dessa går igenom nedan.

2.2.1 WLAN

WLAN (Wireless Local Area Network) betyder ett trådlöst datanätverk för lokalt bruk. IEEE (Institute of Electrical and Electrical Engineers) började standardisera WLAN nätverk på 1990-talet. År 1997 träffades en överenskommelse om standarden IEEE 802.11, som idag mycket långt förknippas med WLAN (Aaltonen 2007:23). IEEE 802.11 certifierade produkter får bära den officiella logotypen WiFi certified (se Figur 1.) År 1999 delades 802.11-standarderna upp i två delar, 802.11b och 802.11a. 802.11b fungerar i 2.4 GHz spektrum och kan komma upp till dataöverföringshastigheter på 11 Mbps. 802.11a däremot fungerar i 5 GHz spektrum och kan komma upp till dataöverföringshastigheter på 54 Mbps. (Penttilä 2007:5-6)

802.11-standarderna utvecklades kontinuerligt och år 2003 godkändes versionen 802.11g. Den är för tillfället den mest använda standarden. 802.11g-standarderna använder 2,4 GHz spektrum men klarar enligt vissa fabrikanter av teoretiska dataöverföringshastigheter på upp till 125 Mbps. (Penttilä 2007:6)

802.11n-standarderna utvecklades i över sju år innan den slutligen godkändes av IEEE på hösten 2009. Standarderna är snabbare och stabilare än tidigare. De kan komma upp till teoretiska dataöverföringshastigheter på 600 Mbps och kan använda både 2,4 GHz och 5 GHz spektrum. Den stora fördelen med de höga överföringshastigheterna ur konsumentens synvinkel är att man med 802.11n-standarderna trådlöst kan överföra mycket stora krävande filer i ett hemnätverk. I Tabell 1 jämförs de olika versionerna av IEEE 802.11 standarderna. (Räihä 2009)

Tabell 1. 802.11-standardernas egenskaper (Penttilä 2007:6)

Standard	802.11	802.11b	802.11a	802.11g	802.11n
Publicerad	1997	1999	1999	2003	2009
Frekvensområde	2,4 GHz	2,4 GHz	5 GHz	2,4 GHz	2,4 och 5 GHz
Teoretisk max. hastighet	2 Mbps	11 Mbps	54 Mbps	125 Mbps	600 Mbps
Kompatibilitet		802.11g 802.11n	802.11n	802.11b 802.11n	802.11a 802.11b 802.11g
Medium	IF, RF	RF	RF	RF	RF



Figur 1. 802.11a/b/g/n produktsertifieringslogo (Wi-Fi Alliance 2009)

2.2.2 Bluetooth

Bluetooth-tekniken började utvecklas av företaget Ericsson år 1994. Idén var att olika apparater skulle kunna kommunicera trådlöst med varandra på nära håll, och att man således skulle bli av med en massa sladdar. Namnet Bluetooth kommer från en dansk viking som levde på 900-talet, Harald Blåtand. Han förenade stora delar av vikingarna, precis som Ericsson ville förena olika slags apparater trådlöst. År 1998 grundades Blue-

tooth SIG (Special Interest Group). Till gruppen hörde ursprungligen fem stora bolag inom telekommunikation, datorindustri och signalprocessering: Ericsson, Nokia, IBM, Toshiba och Intel (Dasgupta 2000). Bluetooth SIG:s uppgift är att utveckla nya Bluetooth-standarder och bevaka medlemmarnas intressen. Idag har Bluetooth SIG över 12 000 medlemsföretag. (Bluetooth SIG, inc. 2010a)

Ett Bluetooth-nätverk byggs upp av apparater som kommunicerar direkt med varandra. En apparat kan antingen vara ”värd” eller ”slav”. Då två eller flera apparater ansluts till varandra uppkommer ett så kallat pikonätverk. I nätet är då en apparat ”värd”, och resten ”slavar”. Räckvidden för Bluetooth-signaler är ca 10 meter. Bluetooth-teknologin har idag betydligt lägre dataöverföringshastigheter än t.ex. WLAN. Topp hastigheterna rör sig kring 3 Mbps. Detta gör att teknologin ännu inte lämpar sig för t.ex. direktuppspelning av HD-video. (Bluetooth SIG, inc. 2010b)

Bluetooth-tekniken är indelad i olika profiler. För att apparaten skall kunna göra specifika operationer måste den ha stöd för Bluetooth-profilen i fråga. Ur mediestreamingsynpunkt är följande profiler de mest relevanta.

- A2DP (Advanced Audio Distribution Profile).
Överför stereoljud trådlöst mellan ”värden” och ”slaven” i realtid.
 - VDP (Video Distribution Profile)
Överför videomaterial mellan ”värden” och ”slaven” i realtid.
 - GOEP (Generic Object Exchange Profile)
Överför t.ex. bilder eller andra filer mellan ”värden” och ”slaven”.
- (Bluetooth SIG, inc. 2010c)

Den Bluetooth-teknologi som används på konsumentmarknaden idag är oftast version 2.1. Bluetooth SIG har dock redan lanserat nästa version, 3.0. Bluetooth 3.0 kommer att vara betydligt snabbare än alla tidigare versioner och har dataöverföringshastigheter på upp till 54 Mbps. Detta möjliggör bl.a. bättre videostreamingsmöjligheter. Bluetooth 3.0 apparater finns dock ännu inte på den vanliga konsumentmarknaden, men väntas bli

mera allmänna ännu år 2010. Bluetooth logotypen består av en blå bakgrund med ett vitt ”B” i runskriftsfont (se Figur 2.). (Bluetooth SIG, inc. 2009)



Figur 2. Den officiella Bluetooth-logon (Bluetooth SIG, inc.)

2.2.3 Infraröd teknik (IR)

IR-tekniken planerades ännu på 1990-talet som ett sätt att streama media mellan enheter i hemmet. Tekniken förlorade dock stort mot både WLAN- och Bluetooth-teknikerna. IR-teknikens nackdelar är att de distanser som informationen kan förflytta sig mellan är korta och att det inte får finnas fysiska hinder mellan enheterna. Överföringshastigheterna är också rätt låga. Fördelarna med tekniken är däremot mycket låg energikonsumtion, varför IR-tekniken oftast används i hemelektronikens fjärrkontroller. Som direktuppspelningsteknik är IR dock idag föråldrad och det finns inte heller några nämnvärda företag som utvecklar tekniken för bruk. (Whatis.com 2000)

2.2.4 WiMAX

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) är en trådlös teknik som grundar sig på standarden IEEE 802.16. WiMAX fungerar i princip på samma sätt som WLAN, med den skillnaden att WiMAX har mycket längre räckvidd än WLAN och klarar av fler användare per basstation. WiMAX klarar av dataöverföring med hastigheter upp till 75 Mbps då avståndet till basstationen är under 8 km. (Mäkelä 2008:1)

WiMAX upprätthålls av WiMAX-forum som har över 500 medlemsföretag. WiMAX-forum styr och leder utvecklingen av WiMAX-teknologin. Forumets slutliga mål är att få WiMAX-teknologin att bli ledande inom industrin för trådlöst bredband och få WiMAX-produkter att bli mycket konkurrenskraftiga både kvalitets- och prismässigt. (WiMAX Forum 2010)

WiMAX är mer tänkt som en ersättare av fasta internetanslutningar än ett system för lokala nätverk i hemmet. WiMAX-teknologin går i princip att använda som ett lokalt nätverk för streaming i hemmet, men p.g.a. ytterst höga priser och dåligt urval av hårdvara, är det inte praktiskt lönsamt i dagens läge.



Figur 3. WiMAX-logo (Street Corner Media 2009)

2.3 Kompatibilitet mellan medieenheter

För att bygga upp ett fungerande system för trådlös direktuppspelning av media i hemmet är det mycket väsentligt att alla enheter passar ihop. För att konsumenterna inte själva skall behöva konfigurera manuellt allt de köper, finns det idag olika standarder vars uppgift är att göra byggandet av trådlösa nätverk så lätt som möjligt. I det här kapitlet tar jag upp de mest väsentliga av dessa standarder, d.v.s. UPnP (Universal Plug and Play) och DLNA (Digital Living Network Alliance). Jag går dessutom djupare in på 802.11a/b/g/n-standarderna och hur de är kompatibla i olika medieenheter.

2.3.1 UPnP

UPnP (Universal Plug and Play) är en standard som upprätthålls av UPnP Forum. UPnP Forum grundades år 1999 med målet att nätverksbaserade produkter lätt skulle kunna anslutas till varandra utan en massa konfigurering från konsumentens sida. Då UPnP Forum grundades hade det över 200 medlemsföretag inom IT-, hemelektronik-, automations-, mobil-, och datasäkerhetsbranschen. Idag har forumet 899 medlemsföretag. (UpnP Forum 2010)

UPnP grundar sig på internetteknologi. Den är en öppen standard som använder sig av IP-protokollet (Internet Protocol). Som kärna används HTTP (Hypertext Transfer Protocol). Fördelar med detta är bl.a. att standarden inte är bunden till något operativsystem. Kopplingen av UPnP-apparater till varandra verifieras i sex steg: 1. sökning av IP-adress, 2. upptäckt (discovery), 3. beskrivning (description), 4. styrning (control), 5. meddelande om händelse (event notification) och 6. presentation. (Aaltonen 2007:32-35)

Då en apparat ansluter sig till ett nätverk behöver den alltså först en IP-adress. Detta görs i UPnP med hjälp av kommandot AutoIP. Apparaten går automatiskt igenom nätverkets IP-adresser och väljer en ledig. Efter att apparaten har hittat en IP-adress går den till följande steg, d.v.s. upptäckt. Apparaten skickar då ut basinformation om sig själv till alla andra enheter i nätverket så att de kan identifiera den nya enheten. I det tredje steget beskriver sedan den nya apparaten noggrannare sig själv med hjälp av XML (eXtensible Markup Language) för de enheter i nätverket som den kan ha nytta av. Steg fyra (styrning) går ut på att enheterna kan börja skicka styrkommandon till varandra enligt de beskrivningar de fått i steg tre. Styrkommandona grundar sig också på XML och skickas enligt SOAP-protokollet (Simple Object Access Protocol). Steg fem går ut på att alla enheter i nätverket informerar varandra om alla händelser som sker i dem. På detta sätt vet hela nätverket automatiskt om det sker ändringar i vissa enheter som kan påverka de andra. Detta protokoll kallas GENA (General Event Notification Architecture). Det sjätte och sista steget, d.v.s. presentationssteget, ger enheterna möjligheten att presentera sig själv för användaren. Om en apparat t.ex. har en URL (Uniform Resource Locator), kan användaren i en webbläsare kolla vad apparatens status är, använda sig av apparaten och ändra på apparatens inställningar. Hela händelseförloppet inom UPnP-styrprotokollet kan ses i Tabell 2. (Wikipedia 2010f)

Tabell 2. Faserna i UPnP-styrprotokollet (Aaltonen 2007:34)

4. Styrning	5. Meddelande om händelse	6. Presentation
3. Beskrivning		
2. Upptäckt		
1. Sökning av IP-address		

På grund av konsumenternas ökade krav på att få lättare tillgänglighet till all multimedia i hemmet, har UPnP publicerat standarder för multimedia. UPnP AV-arkitekturen är inte bunden av några medieformat utan är endast en standard för de olika apparaterna och hur de diskuterar med varandra. Huvudkomponenterna i UPnP AV-standarderna är mediaservern (mediaserver), mediaspelaren (mediarenderer) och styrpunkten (control point). Mediaserverns uppgift är att distribuera media till mediaspelaren. Mediefilerna kan antingen lagras lokalt- eller hämtas över ett nätverk. Mediaspelaren spelar upp de filer som distribueras från mediaservern. Det är mediaspelaren som bestämmer vilka typer av filer som stöds. T.ex. kan vissa mediaspelare bara spela upp musik, fast mediaservern också är full med videomaterial. Styrpunkten är sättet för användaren att styra överföringen av media. Ofta är den integrerad i mediaspelaren, men styrningen kan också ske från en skild apparat, t.ex. en mobiltelefon. (Aaltonen 2007:44-45)



Figur 4. UPnP Forums certifieringslogo (UPnP Forum)

2.3.2 DLNA

DLNA (Digital Living Network Alliance) är idag den snabbast växande standarden då det gäller trådlös medieöverföring. DLNA är en organisation som grundades år 2003 då en grupp företag inom hemelektronik-, dator-, och mobiltelefonbranschen beslutade sig för att de alla kunde göra bättre produkter om de fungerade ihop. Idag har DLNA 245 medlemsföretag inkluderande jättar som Sony, Microsoft, Samsung, Nokia, Panasonic och LG Electronics. (DLNA 2010a)

DLNA har som mål att alla konsumenter lätt skall kunna använda sitt hemnätverk för att komma åt multimedia från datorer, televisioner, mobiltelefoner, nätverkshårdsdiskor m.fl.; allt detta utan att alls behöva konfigurera apparaterna. DLNA-standarderna är inte ursprungligen en egen standard, utan bygger på det bästa av andra standarder (se tabell 3). De standarder som DLNA stöder är dessutom rätt strikta för att göra kompatibiliteten för medieenheter så bra som möjlig. (DLNA 2010b)

Tabell 3. Användningen av standarder i DLNA (DLNA 2010 eng.)

Lager	Funktionen definierad	Standarder
Länkskydd	Hur kommersiellt material är skyddat i hemmanätverket.	DTCP/IP
Medieformat	Hur medieinnehåll är kodat och identifierat för bruk sinsemellan.	MPEG2, MPEG4, AVC/H.264, LPCM, MP3, AAC LC, JPEG, XHTMLPrint
Medietransport	Hur medieinnehåll flyttas mellan enheter.	HTTP
Mediehantering	Hur medieinnehåll identifieras, hanteras och distribueras.	UPnP AV 1.0, UPnP Print Enhanced 1.0
Upptäckt och kontroll	Hur enheter upptäcker och kontrollerar varandra.	UPnP Device Architecture 1.0
IP Networking	Hur fast anslutna och trådlösa enheter	IPv4 Protocol Suite
Anslutningsmöjligheter	fysiskt uppkopplas och kommunicerar	Fast anslutning: Ethernet 802.3, MoCA Trådlös anslutning: Wi-Fi 802.11, Wi-Fi Protected Setup

DLNA koncentrerar sin kompatibilitetsmodell till multimedia och funktionen är att streama multimedia från en mediaserver (DMS = Digital Media Server) till en mediaspelare (DMP = Digital Media Player) antingen trådlöst över WLAN-nätverk eller genom Ethernet-kablar. Typer av filer som stöds är stillbildsfiler, ljudfiler och AV-filer (Audio Video). För överflyttningen används HTTP och UPnP-AV (se tabell 3.). DLNA har valt

vissa filformat som krävs för att en medieenhet skall kunna bli DLNA-certifierad. Dessutom finns det flera valfria medieformat som kan stödas av medieenheten (se Tabell 4). (Aaltonen 2007:37-38)

Tabell 4. DLNA-multimediaformaten (DLNA 2010)

Filtyp	Obligatoriska format	Valfria format
Stillbild	JPEG	PNG, GIF, TIFF
Ljud	LPCM	AAC, AC-3, ATRAC 3plus, MP3, WMA9
AV	MPEG-2	MPEG-1, MPEG-4, AVC, WMV9



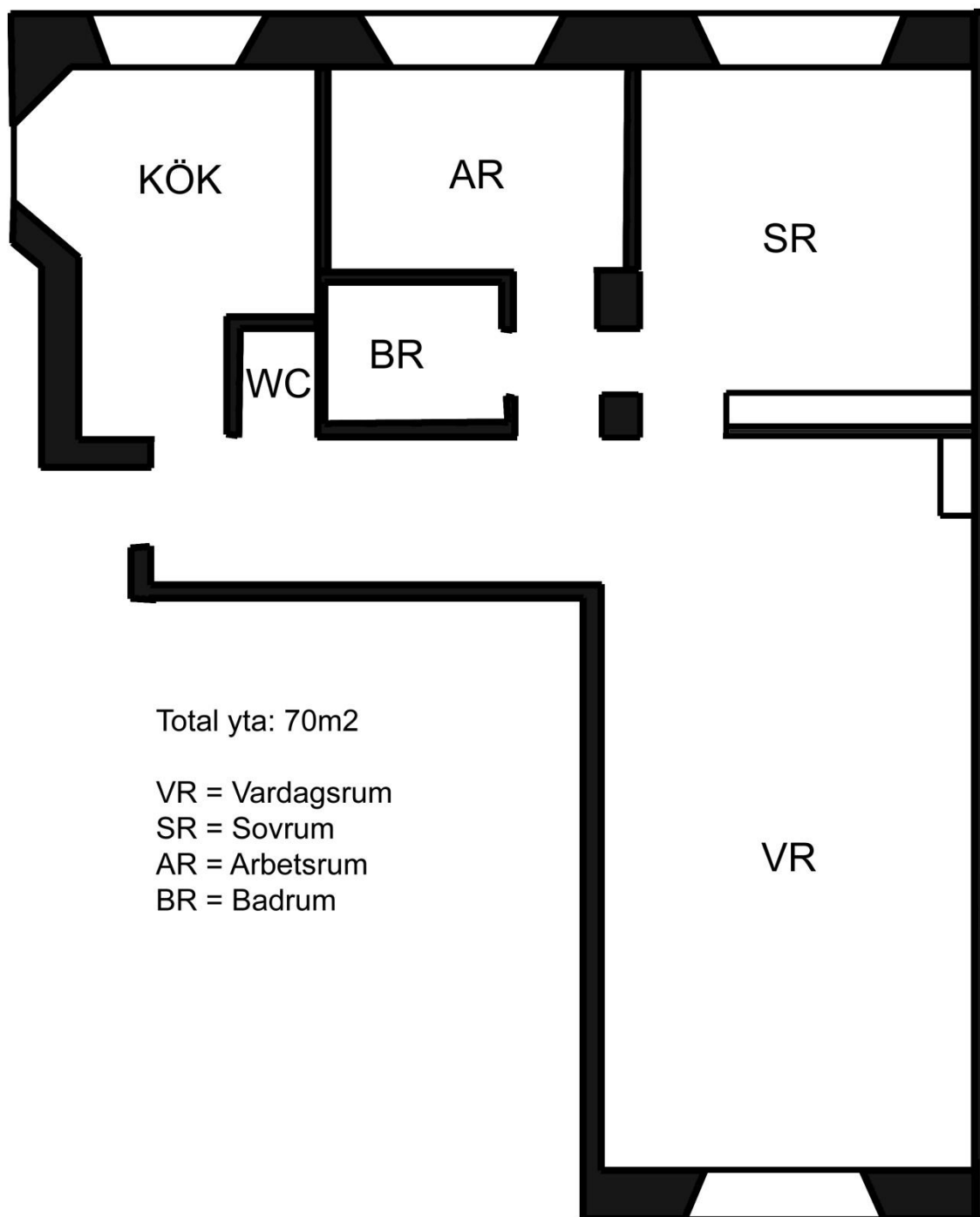
Figur 5. DLNA:s certifieringslogo (DLNA 2010)

3 PLANERING AV ETT FUNGERANDE SYSTEM

I det här kapitlet börjar planeringsarbetet av det system för trådlös direktuppspelning av media som skall byggas upp. Det viktiga är att beakta både de möjligheter som finns i bostaden och de begränsningar som bostaden har. Alla olika medieenheter skall också planeras utgående från det som det är meningen att systemet skall kunna klara av. En av de viktigaste delarna i planeringsskedet är säkerheten i systemet. Eftersom systemet skall fungera trådlöst är det ytterst viktigt att det inte förekommer intrång, varken från grannar eller via internet.

3.1 Bostaden

Lägenheten där systemet för trådlös direktuppspelning av media kommer att byggas upp är en bostad i Tölö bestående av vardagsrum, sovrum, arbetsrum, kök, badrum och WC. Den totala ytan på bostaden är 70 m². Huset är byggt år 1936 och har rätt tjocka väggar. Telefonuttag (för ADSL-uppkoppling) finns mellan vardagsrummet och sovrummet. Eluttag finns i alla rum förutom wc:n. Antennuttag för kabeltelevision finns i vardagsrummet. Hela bostadens grundplan kan ses i Figur 6.



Figur 6. Grundplan över bostaden.

3.1.1 Visionen för systemet

Idén med systemet för trådlös streaming av media i denna bostad är att alla de ställen där det är relevant får en enhet som trådlöst kan ta emot och spela upp multimedia av olika slag. Alla sorters media behöver givetvis inte kunna spelas upp i alla rum, utan vissa enheter behöver t.ex. bara kunna spela upp musik medan andra enheter skall kunna spela upp både video, musik och stillbilder. I det här kapitlet går jag igenom vilket slags media som skall kunna spelas upp i de olika rummen och hurdana enheter som lämpar sig bäst.

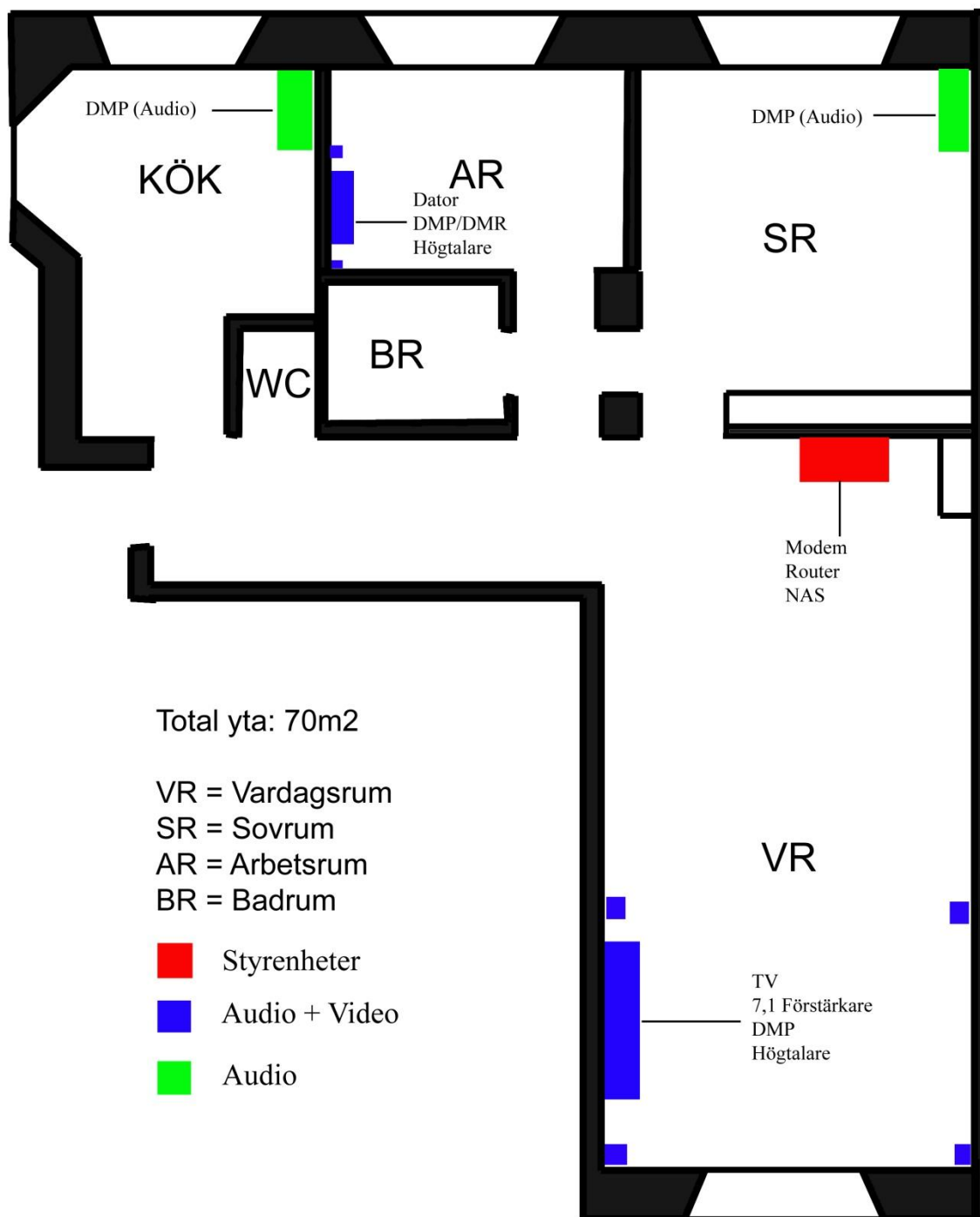
Vardagsrummet är det viktigaste rummet för systemet, eftersom det är den plats där det används mest tid på multimedia. Den allra viktigaste delen av systemet kommer också att finnas i vardagsrummet, d.v.s. den trådlösa routern. Routern är den enhet som håller ihop hela det trådlösa systemet och koordinerar alla de andra enheterna. Därför är det viktigt att routern är av bra kvalitet och har mycket mångsidiga funktioner. Till routern skall en kvalitativ NAS vara kopplad där all media i hemmet kan förvaras och därifrån mediefilerna kan distribueras till de olika rummen. I vardagsrummet skall det också finnas enheter som stöder stillbilds-, musik- och videouppspelning. Vardagsrummet skall också ha stöd för flerkanalsljud. Till detta behövs en TV, en högklassig trådlös DMP med stöd för bilder, musik och video, en 5.1- eller 7.1-kanalers hemmabioförstärkare och högtalare av bra kvalitet.

I sovrummet räcker det med en enkel men högklassig DMP med stöd för musikfiler samt möjligen internetradio. Denna enhet skall vara kompakt men ha tillräckligt bra ljud för ett rum på ca 10 m².

Arbetsrummet skall som vardagsrummet ha stöd för bild-, musik-, och videomaterial. Bildskärmsstorleken måste däremot inte vara lika stor, och det räcker om ljudsystemet är 2.1-kompatibelt. För detta ändamål räcker en hyfsad bordsdator med en bra skärm samt ett 2.1-högtalarsystem av god kvalitet. Bordsdatorn måste givetvis ha stöd för trådlös mottagning och sändning av media.

I köket behövs på samma sätt som i sovrummet en bra kompakt DMP som stöder musikfiler och internetradio. Köket är ganska litet (ca 8 m²) och det tillbringas inte ofta långa tider där. Därför kan enheten t.ex. vara identisk med den som finns i sovrummet.

Till badrummet och köket kommer inga enheter för trådlös streaming av media. Badrummet är ett våtutrymme där enheter byggda för den vanliga konsumentmarknaden inte håller, och wc:n saknar eluttag. Dessutom är dessa utrymmen där det inte är relevant att sätta in trådlösa medieenheter eftersom utrymmena används så litet jämfört med de andra rummen. En översikt av bostaden med de planerade medieenheter kan ses i Figur 7.



Figur 7. Grundplan över bostaden med planerade trådlösa medieenheter.

3.1.2 De behövliga medieenheterna

För att få ett välfungerande enkelt system som också en vanlig konsument rätt enkelt kan sätta ihop, väljs komponenter och medieenheter som är DLNA/UPnP-kompatibla. Routern, som kommer att användas som stomme för systemet, är en D-Link DIR-855-router. Routern stöder IEEE 802.11a/b/g/n-standarderna i både 2,4 GHz och 5 GHz frekvensområden parallellt och kan således styra viss datatrafik i frekvensområdet 2,4 GHz samtidigt som tung streaming som t.ex. HD-video kan förflyttas över frekvensområdet 5 GHz. Routern har dessutom en OLED (Organic Light Emitting Diode) skärm där man kan följa med i realtid i vilken hastighet data förflyttar sig i de olika frekvensområdena och åt vilket håll. Denna funktion är ytterst behändig om man vill analysera t.ex. streaminghastigheter. (D-link Europe Ltd. 2010)

Nätverkshårdskivan (NAS) kommer att kopplas med en Ethernetkabel till routern eftersom de fysiskt är bredvid varandra. På detta sätt fås en mycket stabil länk mellan dessa enheter. NAS (Network Attached Storage) enheten är en LaCie Internet Space med en kapacitet på en 1Tb (Terabyte). NAS-enheten har ett gott stöd för olika medieformat och är UPnP-kompatibel. Man kan dessutom komma åt dess filer över internet varifrån som helst i världen. (LaCie 2010)

Som huvudsaklig mediaspelare (DMP) i vardagsrummet används en Sony Playstation 3 Slim (PS3). Den har ett mycket utbrett stöd för olika digitala filformat. Den har inbyggt WLAN (802.11b/g) och är DLNA/UPnP-kompatibel. PS3-enheten är dessutom en spelkonsol, en Blu-Ray Disc spelare, en DVD-spelare, en CD-spelare och en fullständig internetläsare. Den har Full HD resolutionsstöd och stöder också HD ljudformat som t.ex. DTS-HD Master Audio och Dolby TrueHD. (Sony Computer Entertainment Europe 2010)

Televisionen i vardagsrummet är en Sony KDL-40W4500. Det är en 40" TV med Full HD resolution (1920 x 1080 pixlar). TV:n är mångsidig och har bra anslutningar. Den är dessutom DLNA-kompatibel men inte trådlöst, så mediastreamingen till TV:n går via PS3:an. (Sony Corp. 2010a) Till vardagsrummets system kopplas också en Sony STR-DA2400ES hemmabioförstärkare. Förstärkaren har stöd för 7.1 kanalers ljud och stöder

de flesta ljudformat över HDMI inkluderande HD-formaten. Förstärkaren har också stöd för genomförning av Full HD video via en HDMI Switch. (Sony Corp. 2010b)

Arbetsrummet i bostaden är rätt litet. Där räcker det därför med en bordsdator som har bra multimedieegenskaper och inbyggd WLAN. Datorn har en processorhastighet på 2,50 GHz och 2 Gb RAM-minne (Random Access Memory). Skärmen är 22” stor och har en upplösning på 1600 x 1050 pixlar. Ljudet kommer från ett 2.1-system kopplat till datorn. Direktuppspelningen av media sköts av datorns inbyggda WLAN (802.11a/b/g) med en extern antenn för bättre mottagning.

Sovrummet och köket som bara skall ha stöd för streaming av musik, har bägge samma medieenhet, Sonys NAS-C5E. Det är en kompakt musikspelare som är DLNA-kompatibel. Enheten har inbyggda stereohögtalare med en effekt på 2 x 10 W. Enheten har dessutom inbyggd internetradio. (Sony Corp. 2010c)

I bostaden finns dessutom två bärbara datorer som vid behov kan kopplas till systemet. De kallas för enkelhetens skull i detta arbete Laptop1 och Laptop2. De bärbara datorerna kan vid behov användas både som DMS och DMP. Laptop1 har inbyggt WLAN med standarderna 802.11a/b/g/n och Laptop2 har inbyggt WLAN med standarderna 802.11a/b/g.

3.1.3 Använda digitala medieformat

Som tidigare nämnts bygger systemet på DLNA-standarden. Det är därför DLNA-kompatibla medieformat (se tabell 4.) kommer att användas. Alla enheter i systemet bör därmed ha åtminstone ett DLNA-standardiserat format som de klarar av att streama. Alla enheter måste däremot inte kunna streama alla DLNA-standardiserade format. I tabell 5 visas systemets alla enheters stöd för DLNA-standardiserade medieformat. I tabellen visas dessutom vilka WLAN-standarder enheterna stöder och i vilka frekvensområden.

Tabell 5. De olika medieenheternas stöd för WLAN och medieformat

Medieenhet	WLAN-standarder	Stödda DLNA-videoformat	Stödda DLNA-musikformat	Stödda DLNA-stillbildaformat
D-Link DIR-855 Router	IEEE 802.11a/b/g/n, 2.4 + 5 GHz	MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, AVC, WMV9	LPCM, AAC, AC-3, ATRAC 3plus, MP3, WMA9	JPEG, PNG, GIF, TIFF
LaCie Internet Space NAS	-	MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, AVC, WMV9	LPCM, AAC, AC-3, MP3, WMA9	JPEG, PNG, GIF, TIFF
Sony Playstation 3 Slim	IEEE 802.11b/g, 2.4 GHz	MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, AVC, WMV9	LPCM, AC-3, ATRAC 3plus, MP3, WMA9	JPEG, PNG, GIF, TIFF
Bordsdatorn	IEEE 802.11b/g, 2.4 GHz	MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, AVC, WMV9	LPCM, AAC, AC-3, ATRAC 3plus, MP3, WMA9	JPEG, PNG, GIF, TIFF
Sony NAS-C5E musik-enhet	IEEE 802.11b/g, 2.4 GHz	-	LPCM, AAC, ATRAC 3plus, MP3, WMA9	-
Laptop1.	IEEE 802.11a/b/g/n, 2.4 + 5 GHz	MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, AVC, WMV9	LPCM, AAC, AC-3, ATRAC 3plus, MP3, WMA9	JPEG, PNG, GIF, TIFF
Laptop2.	IEEE 802.11b/g, 2.4 GHz	MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, AVC, WMV9	LPCM, AAC, AC-3, ATRAC 3plus, MP3, WMA9	JPEG, PNG, GIF, TIFF

3.2 Säkerhet

Säkerheten i ett system för trådlös direktuppspelning av media är mycket viktig särskilt då systemet fungerar trådlöst över ett WLAN nätverk. Om systemet inte är krypterat, kan vem som helst som är inom räckvidd för nätet infiltrera det och göra stor skada. Grunden till att få hela systemet säkert för inbrott är att konfigurera själva trådlösa nätverket så att det är säkert. Därför är det huvudsakligen grundsäkerheten i trådlösa nätverk som går igenom i detta kapitel.

3.2.1 Säkerhet i trådlösa nätverk

Datasäkerhet kan i grunden delas in i några korta teser:

- **Konfidentialitet (Confidentiality):** Säkerställer att privata eller konfidentiella data inte är tillgängliga för utomstående personer. Betyder också att personer som har privata data i ett system kontrollerar vem som har tillgång till dem.
- **Integritet (Integrity):** Systemet måste ha dataintegritet, d.v.s. information och program delas ut bara på det sätt det är meningen. Systemintegritet betyder också att systemet fungerar som det skall, utan utomstående eller otillåten manipulering.
- **Tillgänglighet (Availability):** Säkerställer att systemet låter sig användas utan problem av de som har rättighet till det. (Stallings 2010:10)

Dessa tre teser är också mycket viktiga då det gäller säkerhet i trådlösa nätverk. För att uppnå säkerhet i ett trådlöst hemnätverk är det mest routern som måste konfigureras. Kryptering av systemet är det bästa sättet att skydda sig från attacker utifrån. Det finns några olika krypteringssätt som är de mest använda idag: WEP, WPA och WPA2. De grundar sig alla på lösenord och krypteringsalgoritmer.

WEP (Wired Equivalent Privacy) är WLAN-teknikens ursprungliga krypteringsmetod. Den har dock många brister och anses idag vara mycket lätt att bryta igenom. WPA (Wi-Fi Protected Access) är en nyare teknik och använder sig av en bättre krypteringsalgoritm där varje skickat och mottaget paket krypteras skilt. Varje paket kan med WPA-kryptering ha 280 triljoner möjliga lösenord. WPA2 är den krypteringsmetod som anses vara allra säkrast. Inte ett enda registrerat fall av inbrott i ett WPA2-krypterat nätverk har någonsin förekommit. (Wikipedia 2010g)

Varje WLAN-standardiserad apparat har en unik identifikationskod, en så kallad MAC-address (Media Access Control). De flesta routrar har idag en funktion med vilken man manuellt kan bestämma vilka MAC-adresser som har tillgång till nätverket. På detta sätt kan man säkerställa att inga utomstående maskiner kan ansluta sig till nätverket, fast de skulle ha fått tag på lösenordet till nätverket. Nackdelen med detta system är att det är krångligt att upprätthålla, speciellt i större nätverk med många enheter. (Mitchell 2010)

Ett trådlöst nätverk har ofta ett namn så att det kan identifieras. Detta kallas SSID (Service Set Identifier). SSID kan bestämmas av administratören av nätverket. SSID-koden kan gömmas för utomstående, om administratören inte vill att andra skall veta att det finns ett trådlöst nätverk inom räckhåll. Om SSID är gömt, är det däremot svårare också för administratören att upprätthålla nätverket.

3.2.2 Kryptering av systemet

Det system som i detta arbete byggs upp kommer att ha två SSID-namn eftersom den router som används använder sig av både 2,4 GHz och 5 GHz frekvensområden. SSID för frekvensområdet 2,4 GHz är ”rose” och för frekvensområdet 5 GHz ”dlink_media”. Frekvensområdena är dock ihopkopplade i samma nätverk och därför används samma lösenord för båda SSID-namnen. SSID-namnen lämnas synliga i nätverket så att systemet skall vara mer visuellt för administratören.

Som krypteringsmetod används WPA2 eftersom det är den säkraste metod som routern i nätverket har stöd för. Lösenordet för krypteringen är en teckensträng på 10 tecken med

både bokstäver och siffror. MAC-filtrering används inte eftersom det är meningen att också gästers medienheter kan kopplas till nätverket utan krånglig konfiguration av routern. I Figur 8 kan man se routerns statussida för nätverkets säkerhet.

WIRELESS LAN

Wireless Band : 2.4GHz Band
Wireless Radio : Enabled
802.11 Mode : Mixed 802.11n, 802.11g and 802.11b
Channel Width : 20MHz
Channel : 8
WISH : Active
Wi-Fi Protected Setup : Enabled/Configured

SSID List

Network Name (SSID)	Guest	MAC Address	Security Mode
rose	No	00:22:b0:cb:c2:76	WPA/WPA2 - Personal

WIRELESS LAN

Wireless Band : 5GHz Band
Wireless Radio : Enabled
802.11 Mode : Mixed 802.11n and 802.11a
Channel Width : 20MHz
Channel : 40
WISH : Active
Wi-Fi Protected Setup : Enabled/Configured

SSID List

Network Name (SSID)	Guest	MAC Address	Security Mode
dlink_media	No	00:22:b0:cb:c2:78	WPA/WPA2 - Personal

Figur 8. Säkerhetsstatus hos systemets router.

Eftersom routern är den del som konfigureras då det gäller säkerheten i systemet, är de övriga enheterna mycket lätta att koppla till systemet. Då en ny enhet sätts till, är det

bara för administratören att välja rätt nätverk och sätta in nätverkets lösenord i den nya enheten. Efter det är enheten kopplad till systemet och krypterad med WPA2.

LAN COMPUTERS		
IP Address	Name (if any)	MAC
192.168.0.100	Nicke-PC	00:c0:a8:d4:64:75
192.168.0.101	Nicke-Laptop	00:1d:e0:2a:ea:cb
192.168.0.195	iPhone-Nicke	f8:1e:df:75:ae:d0
192.168.0.196	NAS-C5E	00:1e:4c:c9:f1:fe
192.168.0.197	NETGEM-240805	00:04:30:24:08:05
192.168.0.198	HipServ	00:d0:4b:87:02:c5
192.168.0.199	Julia-PC	00:22:43:4b:b8:25

Figur 9. Lista över kopplade enheter sedda på routerns statussida.

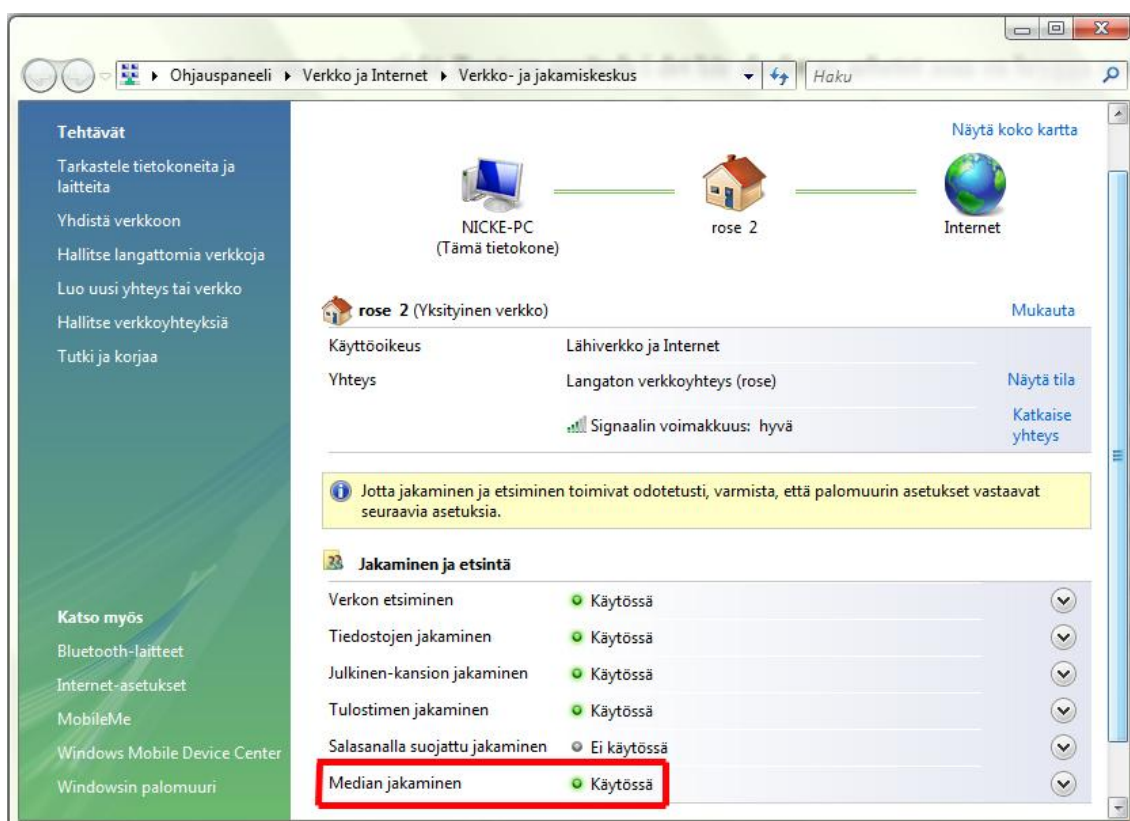
4 UPPBYGGNAD AV SYSTEMET

Själva uppbyggandet av systemet för trådlös direktuppspelning av media görs i lägenheten med hjälp av den teori som tidigare har tagits upp samt vid behov med hjälp av de bruksanvisningar som följer med enheterna. I det här kapitlet går det praktiskt igenom hur de olika delarna konfigureras. Alla enheter testas också grundligt för både musik, video och stillbildsbruk. Dessutom görs ett belastningstest där alla sorters media streamas så mycket som möjligt mellan alla enheter för att se hur mycket systemet klarar av, och vad som händer då systemet inte mer klarar av belastningen.

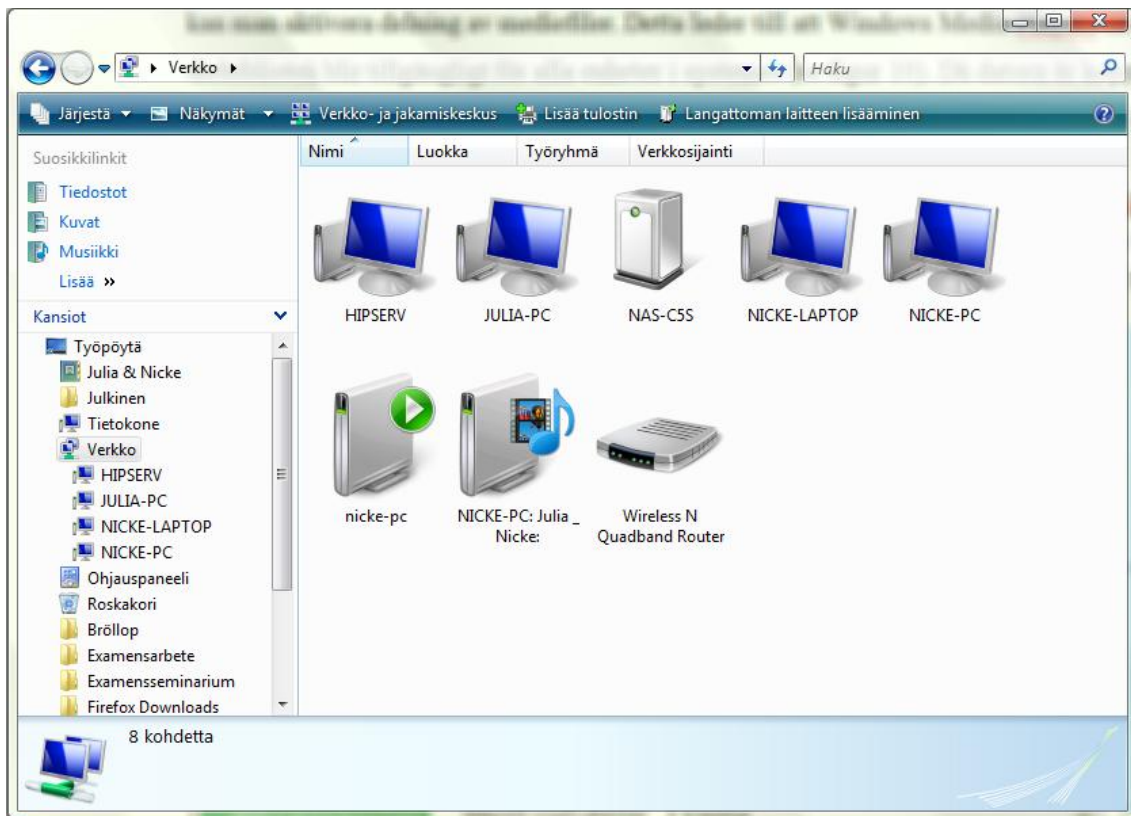
4.1 Konfigurering av de olika delarna

Centralpunkten i systemet är som tidigare nämnts routern. Det är också den som behöver mest konfigurering. Genom routern går all datatrafik i nätverket. Routern är dock rätt så klart konfigurerad redan i det skedet då dess kryptering ställs in. Routern används i det här skedet av arbetet som en brygga mellan de olika enheterna, och som ett verktyg för att analysera och monitorera medieenheter.

Datorerna i systemet skall som tidigare nämnts både klara av att fungera som DMP- och DMS-enheter. För att enheten skall fungera som DMP behövs inget annat än en kompatibel mediaspelare. I detta arbete används Windows Media Player 11. Den klarar av att spela upp alla DLNA-standardiserade medieformat. För att enheten skall fungera som DMS krävs dock lite mer konfiguration. För det första måste delning av media göras möjligt. I Windows Vista, som alla datorer i systemet har som operativsystem, görs dessa inställningar i nätverksinställningsfönstret. Då datorn är kopplat till rätt trådlöst nätverk kan man aktivera delning av mediefiler. Detta leder till att Windows Media Players mediebibliotek blir tillgängligt för alla enheter i systemet (se figur 10). Då datorn är kopplad till nätet syns dessutom alla de andra kopplade enheterna i ett fönster (se figur 11).

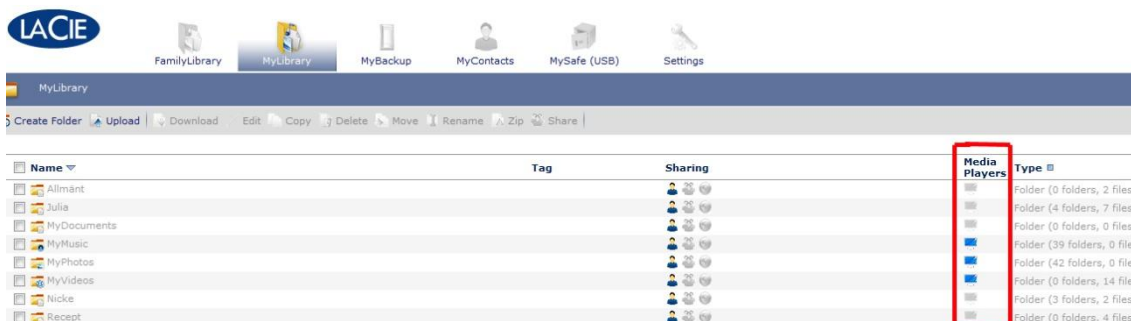


Figur 10. Inställningsfönstret för delning av media (i den röda rutan).



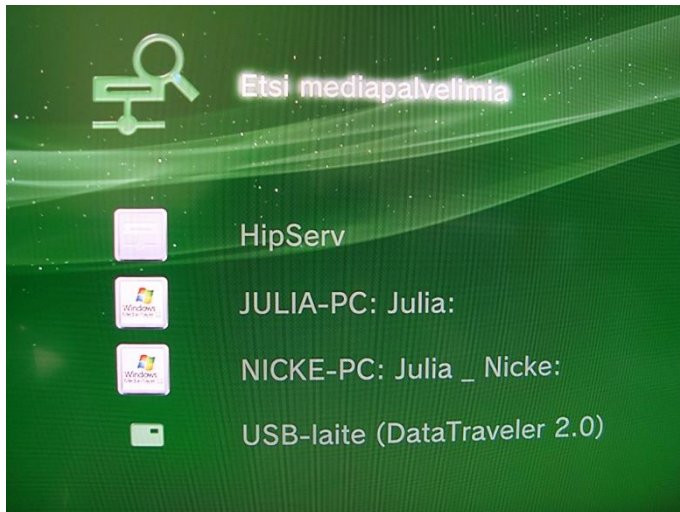
Figur 11. Datorns fönster över kopplade enheter i nätverket.

NAS-enheten kopplas till routern med hjälp av en Ethernet-kabel. Eftersom den kopplas fysiskt måste inte heller lösenord sättas in. Däremot måste också NAS-enheten konfigureras så att den kan dela mediefiler över nätverket. Det här sker över ett http-gränssnitt som NAS-enheten använder för att låta användaren ändra på inställningar. Allt detta är gjort för en vanlig konsument och inställningarna är lätta att göra.



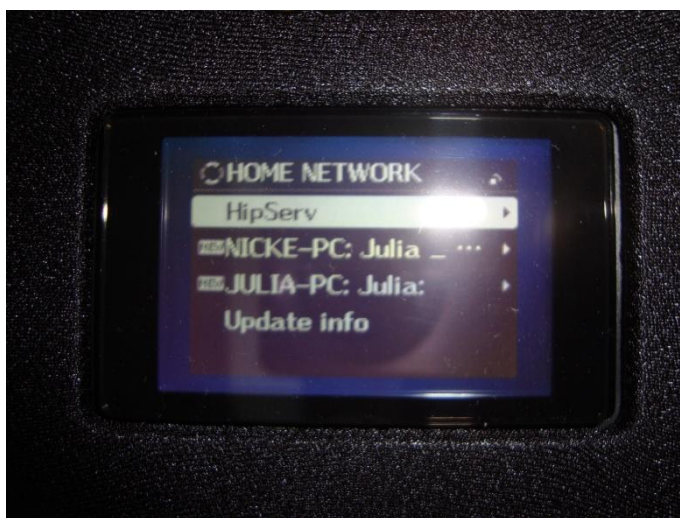
Figur 12. Mediedelning från NAS-enheten. De blå rutorna indikerar vilka kataloger som delar media över nätverket (i den röda rutan).

PS3-enheten, som används som huvudsaklig DMP i vardagsrummet, är också mycket lätt att konfigurera. Efter att enheten kopplats till nätverket och nätverkets lösenord har skrivits in, hittar PS3-enheten alla DMS-enheter som är kopplade till nätverket och alla de kataloger med media som de innehåller (se figur 13).



Figur 13. PS3-enhetens hittade DMS-enheter i nätverket.

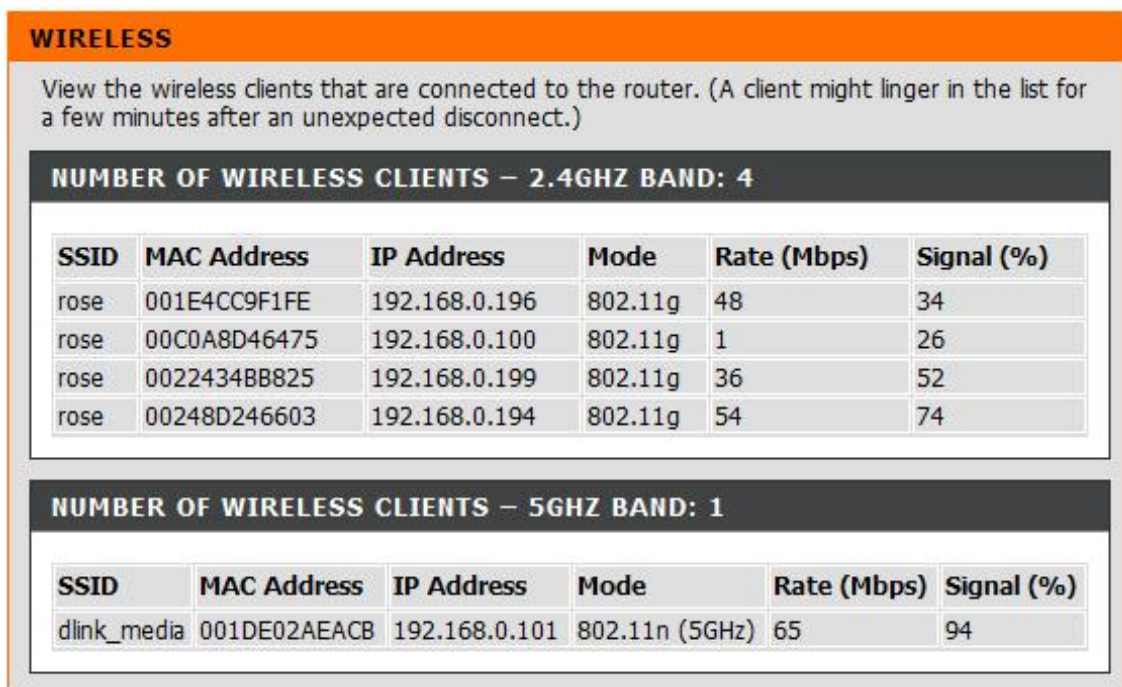
DMP-enheterna i sovrummet och köket är också mycket lätta att koppla till nätverket. Det enda som krävs är att nätverkets lösenord sätts in, så hittar enheterna alla kompatibla, delade musikfiler i hela nätverket (se figur 14). Dessutom fungerar Internetradion i enheterna utan någon som helst konfigurering.



Figur 14. NAS-C5E-musikspelarens hittade DMS-enheter.

4.2 Testning

Testningen av systemet görs i fyra olika delar för att göra det så klart för läsaren som möjligt. Videouppspelning, musikuppspelning och visning av digitala fotografier testas alla skilt i de enheter där funktionerna stöds. Sedan görs ett stort test där systemets belastningstålighet testas. Routern och skribentens egna intryck används för att analysera resultaten av testen. Routern har bra verktyg för att administratören skall kunna följa med trafiken i det trådlösa systemet. Från routerns skärm kan streaminghastigheter följas med, och från routerns konfigurationssida kan t.ex. de olika enheternas signalstyrka och maximala streaminghastighet följas med (se figur 15).



The screenshot shows the 'WIRELESS' status page of a router. It includes a header, a descriptive text, and two tables of wireless clients. The first table is for the 2.4GHz band and lists four clients with their SSID, MAC, IP, Mode, Rate, and Signal strength. The second table is for the 5GHz band and lists one client with the same details.

WIRELESS					
View the wireless clients that are connected to the router. (A client might linger in the list for a few minutes after an unexpected disconnect.)					
NUMBER OF WIRELESS CLIENTS – 2.4GHZ BAND: 4					
SSID	MAC Address	IP Address	Mode	Rate (Mbps)	Signal (%)
rose	001E4CC9F1FE	192.168.0.196	802.11g	48	34
rose	00C0A8D46475	192.168.0.100	802.11g	1	26
rose	0022434BB825	192.168.0.199	802.11g	36	52
rose	00248D246603	192.168.0.194	802.11g	54	74
NUMBER OF WIRELESS CLIENTS – 5GHZ BAND: 1					
SSID	MAC Address	IP Address	Mode	Rate (Mbps)	Signal (%)
dlink_media	001DE02AEACB	192.168.0.101	802.11n (5GHz)	65	94

Figur 15. Routerns statussida för trådlös signalstyrka och maximal streaminghastighet (rate) hos de olika enheterna.

4.2.1 Videouppspelning

Direktuppspelning av video är mest krävande för systemet eftersom det medför överföring av stora datamängder. Systemet testas med både SD- och HD-videofiler för att se hur stora datamängder systemet klarar av att streama. Den huvudsakliga DMS-enheten för videofiler är NAS-enheten. Till den laddas upp videofiler med olika resolution. Som testfiler används videoklipp med resolutionen 640x352 (SD), 1366x720 (HD) och 1920x1080 (Full HD). PS3-enheten har inga som helst problem att streama videofilerna

trådlöst från NAS-enheten. HD-filerna, som dessutom har flerkanalsljud, streamas precis lika bra som SD-filen, som har stereoljud. Den enda skillnaden syns som dataöverföringshastigheter i routern. Routern visar att SD-videofilen har en överföringshastighet på 1-4 Mbps. HD-videofilen har en hastighet på 8-12 Mbps och Full HD-videofilen har en hastighet på 12-22 Mbps. Variationerna i dataöverföringshastigheten verkar ha en direkt koppling till innehållet i filen vid olika tillfällen. De högsta hastigheterna kommer då det finns mycket information i filen, t.ex. då filmen har snabbt bytande bildrutor (frames) och komplexa ljudspår.

Då testet utförs så att videofilerna streamas från NAS-enheten till Laptop1 över 802.11n (5 GHz frekvensområde), är överföringshastigheterna rätt lika, dock lite lägre än till PS3-enheten. För SD-videofilen visas en hastighet på 1-2 Mbps, för HD-videofilen 5-8 Mbps och för Full HD-videofilen 12-16 Mbps. Alla testade videofiler fungerar mycket bra och för användaren blir det inga avbrott i videouppspelningen. De lite lägre överföringshastigheterna kan förklaras med att Laptop1 möjligtvis har en bättre buffert för uppspelningen, och att ljudet inte är flerkanaligt utan stereo.

Bordsdatorn i arbetsrummet har däremot litet problem med att spela upp videofilerna. På grund av testlägenhetens form har inte det trådlösa nätverket lika bra räckvidd till arbetsrummet, det finns många fysiska hinder mellan routern och datorn i arbetsrummet (se figur 7). SD-videofilen spelas ännu upp rätt bra, men redan den avbryts tidvis då överföringshastigheten närmar sig 5 Mbps. Båda HD-filerna vägrar dock bordsdatorn att spela upp. Routern skickar information med 5-15 Mbps, men videofilerna startar aldrig vid bordsdatorn. Orsaken ser man i Figur 15. Bordsdatorn (MAC-address 00C0A8D46475) har en signalstyrka på bara 26 % och routern ger den en överföringshastighet på max. 1 Mbps.

4.2.2 Musikuppspelning

En viktig del av systemet är att klara av att streama musik till de olika enheterna i huset. I detta skede av testet kommer också NAS-C5E-enheterna att testas eftersom deras enda uppgift är musikuppspelning. NAS-enheten är också den huvudsakliga DMS-enheten för musikuppspelning eftersom den innehåller huvuddelen av systemets musikfilbiblio-

tek. Streaming av musik kräver betydligt mindre av routern än streaming av video. Därför fungerar också samtidig streaming till flera olika DMP-enheter bra.

Uppspelningstestet fungerar mycket bra. Inga medieenheter i systemet ställer till med problem, utan alla fungerar bra, både DMS-enheter och DMP-enheter. Routern kommer upp till dataöverföringshastigheter på högst 2 Mbps så inte ens datorn i arbetsrummet har några som helst problem med uppspelning av musik. Samma enhet fungerar också bra som DMS-enhet då det gäller musikfiler. Byte av fil går också mycket snabbt fast NAS-enheten innehåller mer än 7000 musikfiler.

Inga problem uppstår heller då musik spelas upp i alla enheter samtidigt. I testet låter man musik spelas parallellt i alla enheter så länge att åtminstone ett filbyte hinner ske i alla enheter. Detta för att testa om så mycket varierande trafik i routern ställer till med problem. Routern fungerar dock fortfarande lika bra och inte ett enda tecken på avbruten uppspelning finns.

4.2.3 Visning av digitala fotografier

Visning av digitala fotografier över det trådlösa systemet är den minst krävande delen av systemet. Alla DMP-enheter som kan visa upp digitala fotografier buffrar nämligen hela bildfilen innan den visas på skärmen. P.g.a. detta finns det ingen risk för att bilden inte visas. Det enda problem som i praktiken kan uppstå är att det tar länge för DMP-enheten att visa en bild. Detta problem uppstod inte i en enda DMP-enhet. De bilder som testas kommer alla upp mycket snabbt och med exakt den kvalitet som om de visades direkt på DMS-enheten (skärmens kvalitet kan dock inverka på hur bilden ser ut för ögat).

4.2.4 Belastningstest

För att få en bild av hur mycket media som kan streamas över det trådlösa systemet innan det blir överbelastat görs ännu ett belastningstest. Belastningstestet utförs i faser. Först skickas en ström av media igenom systemet, sedan en till, sedan en tredje o.s.v.,

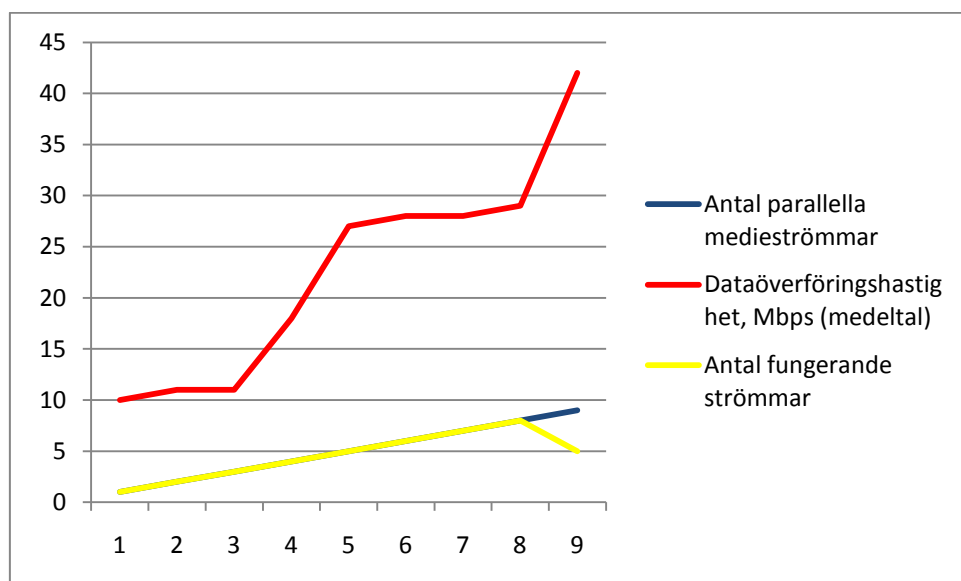
ända tills systemet går i lås. Idén med detta test är att se om alla enheter i systemet kan användas samtidigt utan problem.

I första skedet av testet streamas en HD-videofil från NAS-enheten till PS3-enheten. Detta medför som tidigare nämnts inga problem. Dataöverföringshastigheten i routern är 8-12 Mbps. I nästa skede spelas en musikfil upp på sovrummets NAS-C5E-enhet. Båda medieströmmarna fungerar fortfarande felfritt och dataöverföringshastigheten stiger inte nämnbart. I det tredje steget spelas en annan musikfil upp på kökets NAS-C5E-enhet. Systemet fungerar fortfarande utan problem i alla rum. För att sedan få mer belastning på systemet streamas till näst en till HD-videofil, denna gång från NAS-enheten till Laptop1. För att ge ännu mer jobb åt routern kopplas Laptop1 till routern över 5 GHz frekvensområdet. P.g.a. detta måste routern nu streama HD-video både över 2,4 Ghz- och 5 GHz frekvensområdet samtidigt. Systemet fungerar trots detta fortfarande mycket bra. Routern tar nu in data från NAS-enheten med 16-20 Mbps och skickar parallellt ut data både över 2,4- och 5 GHz frekvensområde med 8-10 Mbps.

Eftersom målet med detta test är att se hur mycket systemet klarar av innan det kraschar tas ännu tyngre metoder till bruk, fastän det inte skulle användas så av en vanlig konsument. En till HD-videofil streamas från NAS-enheten, nu till Laptop2. Systemet fungerar också efter detta rätt bra, fastän man nu kan märka att videofilerna ibland fryser till i någon sekund. Den sammanlagda dataöverföringshastigheten ligger på 25-30 Mbps enligt routern. Efter detta streamas en musik fil från NAS-enheten till bordsdatoren. Denna fungerar bra, men HD-videofilerna fryser fortfarande till tidvis.

Eftersom systemet fortfarande fungerar så gott som felfritt skickas i nästa skede medieströmmar också mellan Laptop1, Laptop2 och bordsdatoren. Musikfiler fungerar utan problem. Allt spelas upp utan avbrott, och också de tidigare HD-videofilerna fungerar lika som tidigare. Musikströmmarna överförs från Laptop2 till Laptop1 och från bordsdatoren till Laptop2. HD-video till bordsdatoren från NAS-enheten blir dock för mycket för systemet. I detta skede fungerar inte HD-videofilerna felfritt. Både bilden och ljudet fryser och man kan nu säga att det inte går att se på dem mera. Detta sker i alla HD-videoströmmar som är igång. Däremot slutar inte musikströmmarna att fungera. Slutsatsen är dock att detta är den maximala belastningen systemet klarar av utan problem.

Dataöverföringshastigheten i routern är nu 40-45 Mbps. Systemets reaktion på ökad belastning kan ses i Figur 16.



Figur 16. Belastningstestets resultat. Vid 9 medieenheter och 40 Mbps blev funktionaliteten sämre.

5 RESULTATREDOVISNING

Resultaten från de olika testerna som gjorts för det trådlösa systemet för direktuppspelning av media fungerade i stort sett bra. Det utfördes många olika tester med mångsidiga mål. Det viktigaste för en vanlig konsument då ett system som detta byggs upp är funktionalitet, användarvänlighet och belastningstålighet. Dessa delområden är det som bidrar till den upplevelse användaren får då systemet används. I det här kapitlet går jag igenom hur teorin och testerna av systemet klarade av dessa delområden.

5.1 Funktionalitet

Funktionaliteten i systemet var bra. Målet var att få systemet att fungera utan att man hela tiden måste reparera fel som uppstår, och detta lyckades. Under byggandet och konfigurationen av systemet uppstod så gott som inga problem. Den fysiska uppbyggnaden var mycket lätt eftersom kablar inte behövdes dras genom lägenheten. Routers konfiguration och konfigurationen av det trådlösa nätverket var det som krävde mest arbete. Att sedan koppla in de olika medieenheter var rätt smärtfritt. I det skedet måste bara SSID-namnet för nätverket sättas in.

Då systemet sedan var färdigt fungerade allting som det skulle. Enheterna hittade varandra och inga problem uppstod. Man kan säga att de standarder som användes för systemet fungerade mycket bra och att systemet uppfyllde de krav som hade satts på det. Den enda enheten som inte klarade av allt den skulle var bordsdatorm, eftersom det trådlösa nätverkets räckvidd inte riktigt räckte till arbetsrummet där enheten var belägen.

5.2 Användarvänlighet

Eftersom systemet som planerades är avsett för vanliga konsumenter är användarvänligheten en mycket väsentlig del av helheten. Konfigureringen av systemet var egentligen det ända som kräver lite kunskap av användaren. Då systemet byggs upp på det sätt som användes i detta arbete, måste man i konfigureringskedet veta åtminstone en del om trådlösa nätverk och direktuppspelning av media. När systemet sedan är färdigt konfigurerat är det däremot mycket lätt att använda. Principen är att välja källa för mediefilerna samt att välja uppspelningsställe för dem. Alla enheter i systemet har mycket lättanvända användargränssnitt för detta och om användaren kan använda en fjärrkontroll och kan grunderna för datoranvändning uppstår inga problem. Nätverket sköter i praktiken om sig självt efter konfigureringskedet och under hela arbetets gång fick det inte ett enda fel.

5.3 Belastningstålighet

Resultaten av belastningstestet gick mångfaldigt över förväntningarna. Eftersom systemet klarade av tre HD-videoströmmar och fyra musikströmmar parallellt, utan några som helst problem, kan man lugnt säga att systemet klarar av tillräckligt för en vanlig konsument eftersom lägenheten som systemet testades i är en typisk bostad för 2-3 personer. Själva testningsproceduren för belastningståligheten var komplex, men för en vanlig användare skulle sådan användning i princip mycket osannolikt förekomma.

6 DISKUSSION

Målsättningen med detta arbete var att planera och bygga upp ett fungerande system för trådlös direktuppspelning av media i hemmet. Detta lyckades över förväntningarna. Te-

orin som finns om ämnet är idag redan ganska mångsidig. Ett litet problem är att det finns så många olika standarder man kan använda sig av. Detta gjorde att jag i planeringskedet måste studera de olika teknikerna noggrant innan jag kunde bestämma vilken teknik som skulle lämpa sig bäst för just det system jag hade som målsättning att bygga upp.

I dagens läge då de flesta konsumenter vill ha allt sitt medieinnehåll tillgängligt överallt i huset, är det minst sagt aktuellt med trådlös teknik för att få detta att lyckas. Konsumenter vill inte dra kablar genom hela huset, utan vill ha ett lätt system där användarvänligheten är viktigast. Detta var också grunden då jag började planera systemet. Därför valde jag också till sist de tekniker och standarder som är mest lämpade för vanliga konsumenter. Då det har kommit vänner på besök då systemet har varit färdigt, har reaktionerna inte varit ”hur klarade du av att bygga det här”, utan ”ett sådant system vill jag också ha”. Systemet kommer också att vara till stor nytta för mig en lång tid framöver, och det är dagligen i bruk.

I framtiden tror jag att medieanvändningen i hemmen allt mer kommer att fungera trådlöst. Vi ser allt mer hemelektronik med inbyggda trådlösa mottagare och sändare. Dagens WLAN-standarder kommer dock att måsta utvecklas eftersom multimediematerialet blir allt mer krävande för överflyttning. Redan nu håller nya standarder på att utvecklas som kan streama med allt högre överföringshastigheter för att kunna motsvara de allt större filerna som utvecklas. En sådan intressant standard är t.ex. WHDI (Wireless Home Digital Interface) som lovar överföringshastigheter på upp till 3 Gbps och överföring av opackad 1080p FullHD video. Om denna teknik slår igenom, kan det betyda att så gott som alla kablar mellan olika medieenheter i hemmen blir onödiga. Då kan man tala om en totalt trådlös hemmamiljö också för krävande mediefiler. (WHDI Consortium 2010)

KÄLLOR

Aaltonen, Jari. *Kotiverkon tietoliikenneyhteyksien hallinta*. 2007. 80 sidor. [www]. Hämtat 15.2.2010.

<https://oa.doria.fi/bitstream/handle/10024/4240/kotiverk.pdf?sequence=1>

Apple Inc. *AAC Audio*. 2010. [www]. Hämtat 8.3.2010.

<http://www.apple.com/quicktime/technologies/aac/>

Bluetooth SIG Inc. 2010a. *About the Bluetooth SIG*. [www]. Hämtad 14.3.2010.

<http://www.bluetooth.com/English/SIG/Pages/default.aspx>

Bluetooth SIG Inc. 2010b. *Overview of Operation*. [www]. Hämtad 14.3.2010.

http://www.bluetooth.com/English/Technology/Works/Pages/Overview_of_Operation.aspx

Bluetooth SIG Inc. 2010c. *Profiles Overview*. [www]. Hämtad 14.3.2010.

http://www.bluetooth.com/English/Technology/Works/Pages/Profiles_Overview.aspx

Bluetooth SIG Inc. 2009. *Bluetooth High Speed Technology - V3.0 + HS*. [www]. Hämtad 14.3.2010.

http://www.bluetooth.com/SiteCollectionDocuments/HS_Doc_Web.pdf

Computer Files. 2008. What are the most common movie file types?. [www].

Hämtad 23.2.2010. <http://www.computer-files.com/2008/04/04/what-are-the-most-common-movie-file-types/>

Dasgupta, Koran. 2000. *Bluetooth History*. [www]. Hämtad 14.3.2010.

<http://www.cs.utk.edu/~dasgupta/bluetooth/history.htm>

D-Link Europe Ltd. 2010. *DIR-855*. [www]. Hämtad 12.4.2010.

http://www.dlink.fi/cs/Satellite?c=Product_C&childpagename=DLinkEurope-

[FI%2FDLProductCarousel&cid=1197319393558&packedargs=locale%3D1195806935789&pagename=DLinkEurope-FI%2FDLWrapper&p=1197318961124&packedargs=TopLevelPageProduct%3DHome%26packedargs%3DProductParentID%253D1197318789239](http://www.dlna.org/about_us/about/DLNA_Whitepaper.pdf)

Digital Living Network Alliance. 2010a. *About Digital Living Network Alliance*. [www]. Hämtad 8.4.2010. http://www.dlna.org/about_us/about/

Digital Living Network Alliance. 2010b. *DLNA for HD Video Streaming in Home Networking Environments*. 7 sidor. [www]. Hämtad 23.2.2010. http://www.dlna.org/about_us/about/DLNA_Whitepaper.pdf

Harris, Mark. 2010. *A Profile of Microsoft's WMA Format*. [www]. Hämtad 6.3.2010. http://mp3.about.com/od/profiles/p/WMA_Profile.htm

LaCie. 2010. [www]. Hämtad 12.4.2010. http://www.lacie.com/fi/support/support_manifest.htm?id=10324&guideid=10523

Matthews, Rick. *Digital Image File Types Explained*. [www]. Hämtad 8.3.2010. <http://www.wfu.edu/~matthews/misc/graphics/formats/formats.html>

Mitchell, Bradley. *Enable MAC Address Filtering on Wireless Access Points and Routers*. [www]. Hämtad 26.4.2010. <http://compnetworking.about.com/cs/wirelessproducts/qt/macaddress.htm>

Mäkelä, Juuso. *WiMAX*. 2008. 22 sidor. [www]. Hämtad 14.3.2010. <https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/10225/M%C3%83%3fkel%C3%83%3f.Juuso.pdf?sequence=2>

Penttilä, Tuomas. *WLAN – Langattomat lähiverkot. 2007*. 46 sidor. [www]. Hämtad 23.2.2010. <https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/10295/Penttil%C3%A4.Tuomas.pdf?sequence=2>

Prepressure.com. 2008. *JPEG Compression*. [www]. Hämtad 8.3.2010.

http://www.prepressure.com/library/compression_algorithms/jpeg

Roelofs, Greg. 2009. *A basic introduction to PNG features*. [www]. Hämtad

8.3.2010. <http://www.libpng.org/pub/png/pngintro.html>

Räihä, Kaarlo. 2009. *802.11n standardi on vihdoin valmis – lisää nopeutta ja luotettavuutta*. [www]. Hämtad 9.3.2010.

http://fin.afterdawn.com/uutiset/artikkeli.cfm/2009/09/12/802_11n_standardi_on_vihdoin_valmis_lisaa_nopeutta_ja_luotettavuutta

Sony Computer Entertainment Europe. 2010. [www]. Hämtad 12.4.2010.

<http://fi.playstation.com/ps3/support/general/>

Sony Corporation. 2010a. *KDL-40W4500*. [www]. Hämtad 12.4.2010.

<http://www.sony.fi/product/t32-w-series/kdl-40w4500>

Sony Corporation. 2010b. *STR-DA2400ES*. [www]. Hämtad 12.4.2010.

<http://www.sony.fi/product/hcs-home-cinema-receiver/strda2400esb.cel>

Sony Corporation. 2010c. *NAS-C5E*. [www]. Hämtad 12.4.2010.

<http://www.sony.fi/product/hdd-audio/nas-c5e>

Stallings, William. *Cryptography and network security*. 2010. 711 sidor. [www].

Hämtad 14.4.2010.

<http://www.google.com/books?hl=fi&lr=&id=wwfTvrWEKVwC&oi=fnd&pg=PR13&dq=home+network+security&ots=H->

[TUnGsF06&sig=rJ5SJO2APMkWHHxoyOvONFLj8mk#v=onepage&q=home%20network%20security&f=false](http://www.google.com/books?hl=fi&lr=&id=wwfTvrWEKVwC&oi=fnd&pg=PR13&dq=home+network+security&ots=H-TUnGsF06&sig=rJ5SJO2APMkWHHxoyOvONFLj8mk#v=onepage&q=home%20network%20security&f=false)

UPnP Forum. 2010. *About UPnP Forum*. [www]. Hämtad 30.3.2010.

<http://www.upnp.org/about/default.asp>

Whatis.com. 2000. *What is IR wireless*. [www]. Hämtad 28.4.2010.
<http://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/IR-wireless>

WHDI Consortium. 2010. *WHDI Technology*. [www]. Hämtad 25.5.2010.
<http://www.whdi.org/Technology/>

Wikipedia. 2010a. *Windows Media Video*. [www]. Hämtad 23.2.2010.
http://en.wikipedia.org/wiki/Windows_Media_Video

Wikipedia. 2010b. *Audio Video Interleave*. [www]. Hämtad 23.2.2010.
http://en.wikipedia.org/wiki/Audio_Video_Interleave

Wikipedia. 2010c. *H.264/MPEG-4 AVC*. [www]. Hämtad 6.3.2010.
http://en.wikipedia.org/wiki/H.264/MPEG-4_AVC

Wikipedia. 2010d. *MP3*. [www]. Hämtad 6.3.2010.
<http://en.wikipedia.org/wiki/Mp3>

Wikipedia. 2010e. *Graphics Interchange Format*. [www]. Hämtad 8.3.2010.
http://en.wikipedia.org/wiki/Graphics_Interchange_Format

Wikipedia. 2010f. *Universal Plug and Play*. [www]. Hämtad 30.3.2010.
http://en.wikipedia.org/wiki/Universal_Plug_and_Play

Wikipedia. 2010g. *Langattoman lähiverkon tietoturva*. [www]. Hämtad 26.4.2010.
http://fi.wikipedia.org/wiki/Langattoman_l%C3%A4hiverkon_tietoturva

WiMAX Forum. 2010. *About the WIMAX Forum*. [www]. Hämtad 15.3.2010.
<http://www.wimaxforum.org/about>

W3Schools. 2010a. *Multimedia Introduction*. [www]. Hämtad 23.2.2010.

http://www.w3schools.com/media/media_intro.asp

W3Schools. 2010b. *Multimedia Video Formats*. [www]. Hämtad 23.2.2010.

http://www.w3schools.com/media/media_videoformats.asp