



KAMERAVALVONTA MUUTOKSESSA



Antti Halkosaari

2007 Espoo

LAUREA LEPPÄVAARA
TURVALLISUUSALAN KOULUTUSOHJELMA

KAMERAVALVONTA MUUTOKSESSA

Antti Halkosaari
Turvallisuusalan
koulutusohjelma
Opinnäytetyö
Toukokuu 2007

Antti Halkosaari

Kameravalvonta muutoksessa

Vuosi 2007

Sivumäärä 64

Kameravalvontatekniikka on muutoksessa: analogiset järjestelmät ovat muuttumassa verkkopohjaisiksi. Aikaisemmasta poikkeavat asennus- ja kaapelointitavat muodostavat haasteen järjestelmiä suunnitteleville ja asentaville tahoille. Perinteisestä analogisesta kameravalvonnasta ollaan hiljalleen siirtymässä verkkopohjaiseen hajautettuun järjestelmään. Verkkopohjaiset kameravalvontajärjestelmät ovat kuitenkin nuoria analogiseen kameravalvontaan verrattuna. Uudet ja jatkuvasti kehittyvät verkkotekniikat tuovat uusia mahdollisuuksia kameravalvontakentälle nopeaan tahtiin.

Kipinän selvitykselle antoivat opinnäytetyön toimeksiantajan ArgoSec Consulting Group Oy:n turvallisuusjohtamista koskevissa asiakasprojekteissa kohtaamat uuteen tekniikkaan liittyvät ongelmat. Asiakkaat sekä palveluntuottajat eivät välttämättä ole selvillä mitä mahdollisuuksia ja uhkia uusi tekniikka tuo; osittain tekniikka siirtyy myös it-toimijoiden tontille.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli teorialähtöisen analyysin sekä asiantuntijahaastatteluiden keinoin selvittää verkkopohjaisen kameravalvonnan tekniikoita, haasteita sekä hyviä käytäntöjä. Selvitysten tuloksena syntyi kattavampi kuva uuden tekniikan tuomisista mahdollisuuksista. Selvitys tarjoaa hyödyllistä tietoa esimerkiksi sähkösuunnittelijoille tai verkkopohjaisen kameravalvonnan hankintaa suunnitteleville tahoille.

Verkkopohjaisen kameravalvonnan uutuusarvo on markkinoilla kova, mutta asiakkaat odottavat myös muiden kokemuksia uudesta tekniikasta. Uusi tekniikka vaatii enemmän yhteistyötä it-toimijoiden ja turvallisuusalan yritysten välillä. Vahva verkko-osaaminen on tulevaisuudessa myyntivaltti kameravalvonnan järjestelmätoimittajilla.

Asiasanat: kameravalvonta, videovalvonta, cctv, tietoverkot, toimitilaturvallisuus

Antti Halkosaari

Altering video surveillance

Year	2007	Pages	64
------	------	-------	----

Video surveillance is evolving from analog systems to distributed intelligence. Cabling types and install procedures are moving more from traditional security to information technology, which constitutes a challenge. This also creates new possibilities for design engineers and sales organizations.

Because of the fast development in network video surveillance, it is not easy to stay up to date. The thesis was commissioned by ArgoSec Consulting Group, which is a consulting firm specialized in security management and risk governance. Its consultants have experienced in their security management projects the challenges which the new technology is creating.

The purpose of this study was to clarify the technologies and policies used in network video surveillance. This thesis can be used as a source of information for video surveillance mounters, designers and salesmen. It is also useful for companies who are planning to purchase new video surveillance systems. Information was gathered by analyzing theory and interviewing the experts in the video surveillance and information technology field.

Theory and interviews showed that there are many problems to be solved within network video surveillance. Technologies of surveillance are ready to be used, but customers are not sure about the reliability of new technologies; many of them are just waiting for the others to make the decisions. Some customers are also interested in new surveillance and are making purchase decisions to get the newest technology.

New network-based surveillance also requires more co-operation between security installers and network administrators. Network knowledge will be one of the key elements for security companies in the future.

Key words: camera surveillance, video surveillance, cctv, network camera, network

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN	9
2.1	Tutkimusongelma	9
2.2	Tiedon hankkiminen	10
2.3	Systemaattinen analyysi.....	11
2.4	Haastateltavien valinta	12
2.5	Tutkimuksen laadun tarkkailu	13
3	KAMERAVALVONTAJÄRJESTELMÄT	14
3.1	Kameravalvonta käsitteenä	14
3.2	Kameravalvonta laissa	15
3.3	Käytetyt termit	17
3.4	Analogijärjestelmästä verkkojärjestelmään.....	18
3.5	Kamera	20
3.5.1	Erityyppiset valvontakamerat	21
3.5.2	Kameran osat	24
3.5.3	Videopalvelimet	25
3.5.4	Verkkokamerat	26
3.6	Kaapelointi ja kuvan siirto.....	27
3.6.1	Analoginen kaapelointi.....	27
3.6.2	Siirto tietoverkossa	28
3.6.3	Langattomat siirtoyhteydet.....	29
3.6.4	Power Over Ethernet	31
3.7	Kuvatallennus.....	33
3.7.1	PAL-järjestelmä ja kuvatahti	33
3.7.2	Tallennetun kuvan koko ja pakkaus	34
3.7.3	Uudet tekniikat.....	36
3.7.4	Tallentimet.....	37
4	HAASTATTELUJEN TUOTOS.....	38
4.1	Siirtyminen uuteen tekniikkaan.....	38
4.2	Kameravalvontatekniikan kehittyminen.....	39
4.2.1	Power Over Ethernet	41
4.2.2	Langattomat siirtoyhteydet.....	42
4.2.3	Älykkyys kameravalvonnassa	44

4.3	Tietoturvallisuus	46
4.4	Yhteistyö toimijoiden välillä.....	48
4.5	Liiketoiminnallinen näkökulma	50
4.6	Ylläpitopalvelut kameravalvontajärjestelmissä.....	51
5	JOHTOPÄÄTÖKSET	54
6	YHTEENVETO.....	55
6.1	Laadun säilyttäminen tutkimusprosessissa.....	55
6.2	Oppimiskokemukset ja itsearviointi.....	56
6.3	Pohdinnat ja uudet tutkimusaiheet.....	57
	LÄHTEET	59

1 JOHDANTO

Kameravalvonta on muutoksessa; perinteisestä analogisesta järjestelmästä ollaan hiljalleen siirtymässä tietoverkkopohjaisiin järjestelmiin. Markkina-analysien sekä uusien tuotteiden perusteella verkkopohjainen valvonta on kovassa kasvussa. Verkkopohjainen kameravalvonta ei kuitenkaan ole suunnittelijoille ja loppukäyttäjille selkeää – lisäinformaation tarve on kova. Opinnäytetyöni tarkoituksena on kuvata analogisten sekä verkkopohjaisten järjestelmien eroavaisuuksia sekä selvittää uuden tekniikan todellisia hyötyjä.

Verkkopohjaisen kameravalvonnan markkinaosuus on kasvanut viime vuosina tasaisesti. Analogisen kameravalvonnan historia ulottuu kuitenkin 1960-luvulle saakka (Williams 2003, 9). Ensimmäinen ip-pohjainen valvontakamera julkistettiin vuonna 1996 ja Axis Communications AB:n (2006) mukaan vuosi 2007 tulee olemaan läpimurtovuosi verkkopohjaiselle kameravalvonnalle. IMS Research (Network Video Surveillance Market Surges Ahead 2007) kertoi markkinatutkimuksensa lehdistötiedotteessa verkkopohjaisten kameravalvontatuotteiden myynnin kasvaneen noin 42 % vuonna 2006.

Verkkopohjaisen kameravalvonnan kovasta kasvusta huolimatta arvioidaan, että vuonna 2010 myydyistä kameroista vain noin kolmasosa on verkkopohjaisia (IMS Research 2007). Myydyn tekniikan arvossa mitattuna tulee ip-pohjainen tekniikka kuitenkin markkina-analyysijä tekevän iSuppli Corp:n mukaan menemään ohi analogisesta kameravalvonnasta vuonna 2011 (Networking/IP to drive video surveillance market growth 2007). Kameramäärän ja arvon ero selittyy analogisten kameroiden pienemmällä yksikköhinnalla. IMS Research ja iSuppli Corp ovat elektroniikkamarkkinoita kansainvälisesti seuraavia tutkimusyhtiöitä.

Tutkimuskysymykset koskevat verkkopohjaisen videovalvonnan hyötyjä sekä vahvimpia myyntiargumentteja. Vanha, pitkään käytetty analoginen tekniikka on hinnaltaan erittäin kilpailukykyistä; tuleeko uusi tekniikka ajamaan jossakin vaiheessa ohi hinnaltaan vai saadaanko hyöty uusista palveluista tai sivukustannusten alentumisesta. Selvityksen tulisi myös tuoda lisävalaistusta uusien tekniikoiden todelliseen kustannussäästöön. Tarve kehittyvää tekniikkaa koskevalle selvitykselle tuli työelämästä. Turvallisuusjohtamisen konsultointia tekevä ArgoSec Consulting Group Oy oli projekteissaan törmännyt uutta tekniikkaa koskevaan vähäiseen tietämykseen erityisesti tekniikoita hankkivien tahojen osalta. ArgoSec Consulting Group on suomalainen asiantuntijayhteisö joka on erikoistunut muun muassa turvallisuusjohtamisen ja riskienhallinnan strategisen johtamisen konsultointiin.

Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa hyödyllistä tietoa työelämän käyttöön. Työkaluina käytän olemassa olevan kirjallisuuden analysointia sekä alan asiantuntijoiden haastattelua. Opinnäytetyön tulisi palvella järjestelmien kanssa päivittäin toimivien asiantuntijoiden lisäksi verkkopohjaisten kameravalvontajärjestelmien hankintaa suunnittelevia tahoja sekä turvallisuusalan opiskelijoita.

Selvityksestä on rajattu kokonaan pois videonauhuritekniikkaan pohjautuvat analogiset järjestelmät. Verrattaessa verkkopohjaista järjestelmää analogiseen ei ole tarpeen käyttää vertailukohtana vanhentunutta ja käytöstä pois jäänyttä tekniikkaa. Selvitys sisältää tietoa kameravalvontatekniikasta; sen asennuksesta, ylläpidosta sekä verkkopohjaisen järjestelmän yksityiskohdista.

Tämän opinnäytetyön ensimmäisissä kappaleissa käsitellään tutkimuksen toteuttamista sekä tutkimusongelmia. Kappaleissa 3 ja 4 käydään läpi ja vertaillaan teoriapohjan perusteella kameravalvontaa eri termeineen ja käyttötapoineen. Kappaleessa 5 selvitetään teemahaastatteluissa ilmenneitä asioita. Raportti päättyy johtopäätöksiin sekä yhteenvetoon.

2 TUTKIMUKSEN TOTEUTTAMINEN

Seuraavissa kappaleissa käsittelen tutkimuksen toteuttamista sekä tutkimusmenetelmiä. Teoriapohja haettiin olemassa olevasta kirjallisuudesta sekä edeltävistä samaa aihetta koskevista tai sitä sivuavista tutkimuksista. Tutkimuksen tiedonkeruumenetelmänä käytin teoriapohjan kartoittamisen ja vertailun lisäksi teemahaastattelua. Analyysimenetelmänä käytin systemaattista analyysiä. Haastateltavat valittiin työssä syntyneiden kontaktien kautta pyrkien valitsemaan henkilöitä joilla oli riittävää kokemusta tutkittavasta aiheesta. Lisäksi uusia haastateltavia löydettiin myöhemmissä kappaleissa käsitellyn lumipallo-otannon (Hirsjärvi & Hurme 2001, 59-60) avulla. Haastatteluissa ei tähdätty tiettyyn haastateltavien määrään vaan riittävän tiedon saamiseen.

2.1 Tutkimusongelma

Tutkimusongelmaan liittyvät verkkopohjaisen kameravalvonnan yleistymiseen liittyvät haasteet. Verkkopohjaisen kameravalvonnan tuomat edut eivät välttämättä ole täysin selviä laitteiden ja palveluiden tarjoajille. Uutta tekniikkaa saatetaan myydä ja hankkia pelkästään sen uutuusarvon vuoksi tietämättä uusien ratkaisujen todellisia etuja ja otollisia käyttökohteita. Onko kameravalvonta esimerkiksi tarpeen vaihtaa verkkopohjaiseen ratkaisuun vain uusimman tekniikan käyttämiseksi? Antaako kalliimpi ratkaisu hinnalleen vastinetta vai tullaanko vanhalla järjestelmällä hyvin toimeen?

Uudentyyppisen kameravalvonnan käyttämiseen liittyy myös haasteita. Verkkopohjaisuus vie kameravalvonnan toteuttamisen perinteisen turva-alan kentältä osittain it-palvelujen piiriin. Tutkimukseni tarkoituksena on antaa lisätietoa verkkopohjaisen kameravalvonnan eduista verrattuna vanhempaa sukupolvea edustavaan osittain analogiseen kamerajärjestelmään. Osittain analogisella järjestelmällä tarkoitan tässä tapauksessa analogisista kameroista, siirtoyhteyksistä ja digitaalisista kovalevytallentimista koostuvaa järjestelmää. Verkkopohjaiset ratkaisut ovat jo yleisesti käytössä tallenninlaitteiden ja etäkatseluohjelmien välillä.

2.2 Tiedon hankkiminen

Seuraavat kappaleet käsittelevät teoriapohjan analysoinnilla, teemahaastatteluilla sekä havainnoinnilla tapahtunutta tiedon keräämistä tutkimuksessa. Varsinaiseksi tutkimusmenetelmäksi valittiin teemahaastattelu – lisäksi käytettiin omaa havainnointia verkko-pohjaisen kameravalvontajärjestelmän käyttöönotossa. Haastattelu tutkimusmenetelmänä sopii Hirsjärven ja Hurmeen (2001, 35.) mukaan hyvin uuden tiedon löytämiseen vähän kartoitetulta, tuntemattomalta alueelta. Tarkoituksena haastattelulla voi olla esimerkiksi olemassa olevan tiedon syventäminen. Haastattelu voi olla muodoltaan esimerkiksi strukturoitu haastattelu, jossa kysymykset ja niiden järjestys on ennalta määritetty tai vapaamuotoisempi teemahaastattelu. (Hirsjärvi & Hurme 2001, 48.)

Teoriapohja kerättiin olemassa olevasta kirjallisuudesta, lehtiartikkeleista, käsikirjoista sekä internetistä. Lähteiden merkittävyyttä arvioitiin oman kameravalvontatekniikkaa koskevan kokemuksen pohjalta. Teorian pohjalta syntyneitä havaintoja pyrittiin vahvistamaan tai kumoamaan teemahaastatteluissa syntyneellä tiedolla.

Teemahaastattelu on puolistrukturoitu haastattelu. Haastattelu tehdään tietyn teeman sisällä – haastattelun näkökohdista on osa päätetty jo etukäteen, mutta keskustelu on vapaampaa. Haastatteluissa käydään tietyt teemat läpi, mutta haastattelun laajuus ja siinä esitettyjen teemojen järjestys vaihtelee. Tiettyjen yksityiskohtien sijaan haastattelussa keskitytään uuden tiedon löytämiseen haastattelun teeman sisältä. Tässä tutkimuksessa teemahaastattelu sopi tutkimusmenetelmäksi keinona tuoda esiin kirjoittamatonta tietoa uudesta aiheesta. Keskeisenä ovat haastateltujen henkilöiden tulkinnat sekä heidän tutkimuksen sisältäville asioille antamat merkitykset. (Hirsjärvi & Hurme 2001, 35-36, 47-48; Eskola & Suoranta 1998, 86.)

Teemahaastatteluilla kerätty tieto kirjoitettiin puhtaaksi – litteroitiin – analyysivaihetta varten. Analyysivaiheessa olemassa olevaan teoriaan sekä litteroituun haastatteluaineistoon syvennettiin. Aineistojen sisältöjä verrattiin ja jäsenneltiin alkuvaiheessa esitettyjen hypoteesien sekä tutkimuskysymysten selvittämiseksi.

2.3 Systemaattinen analyysi

Haastattelujen ja teoriapohjan analysointiin käytettiin systemaattista analyysiä. Jussilan, Montosen ja Nurmen (1992, 157) mukaan systemaattisella analyysillä tarkoitetaan tutkimusmenetelmiä, joilla pyritään selvittämään tutkittavan aiheen sisältöön liittyviä seikkoja. Systemaattisen analyysin nimitys tulee teoreettisen työskentelyn perustehtävistä; analyttistä käsitysten ja ajatussystemin erittelystä sekä synteettisestä käsitteiden, ajatusten tai ajatusrakennelmien kokoavasta luomisesta. (Jussila ym. 1992, 157-158).

Systemaattisessa analyysissä pyritään selvittämään tutkittavan asian sisältöä ja merkitystä kokonaisuuden osana. Itse analyysi on kvalitatiivista sisällön erittelyä. Kvantitatiivisesta sisällön analyysistä systemaattinen analyysi eroaa tunkeutumalla kielellisen ilmaisun ajatusmaailmaan. Tärkeitä ovat siis sanojen taustalla olevat ajatukset, ei itse sanat tai niiden kvantitatiivinen tilastointi. Sisällön analyysi on Jussilan ym. (1992, 172) mukaan tavallisesti ollut kirjallista tai kuvallista ilmaisua koskevaa analyysiä, jossa tutkitaan käsiteltyjä aiheita, asioiden painotusta, kommunikaation muotoa sekä sanoman esitystapaa kvantitatiivisesti. Sisällön analyysin tavoitteena on ollut tekstin määrällisten ominaisuuksien selvittäminen. Ajatuksena analyysissä on ollut kvantitatiivisten ominaisuuksien selvittämisen tarjoama mahdollisuus sisällöllisten seikkojen paljastamiseksi. Sisällön analyysissä on Jussilan ym. mukaan alettu myös painottaa kvalitatiivista tutkimusotetta. (Jussila ym. 1992, 158, 172-173)

Tutkimuksessa systemaattinen analyysi koostuu kolmesta eri vaiheesta: ongelman ja aiheiston hahmottamisvaihe, itse analyysivaihe ja analyysin jälkeinen loppuvaihe: tulosten selittäminen ja käyttö. Ensimmäisessä hahmottamisvaiheessa tutkimusongelma ja käytettävä aineisto rajataan ja ongelmat täsmennetään hypoteesein tai kysymyksin. Aineisto tulee rajata systemaattisessa analyysissä osana tutkimusongelman rajausta. Jussilan ym. (1992, 183) mukaan rajausperusteista tärkeimpänä voidaan pitää aineiston merkittävyyttä tutkittavan asian kannalta. Varsinainen analyysi voi tapahtua eri tasoilla käsiteanalyysistä laajempien ajatuskokonaisuuksien tai niitä perustelevan argumentaation analyysiin. Jussilan ym. (1992, 179) mukaan systemaattisen analyysin on kuitenkin tarkoitus toimia eri tasoilla toisiaan täydentävistä näkökulmista. Aineisto voidaan myös analysoida joka tasolla erikseen. (Jussila ym. 1992, 177-179, 183)

Hypoteesit toimivat tutkimuksen apuna systemaattisessa analyysissä. Muodoltaan hypoteesit voivat vaihdella otaksumista ja johtavista periaatteista käsitteiden välisiin yhteyksiin. Hypoteesin kannalta oleellista on kuitenkin palveleminen tulkintojen tekemisessä. Jussilan ym. (1992, 187-188) mukaan systemaattisessa analyysissä voidaan edellyttää hypoteesien korjaamista tai uusien muodostamista tutkimuksen edetessä. Hypoteesit eivät saa kahlita tutkimusta vaan ne elävät sen mukana. Tässä tutkimuksessa hypoteesit olivat alkuvaiheessa seuraavat:

- Verkkopohjainen kameravalvonta vaatii erityistä verkko-osaamista palveluntuottajilta
- Uutta tekniikkaa hankitaan enemmän sen uutuusarvon kuin kustannussyiden vuoksi
- Verkkopohjainen kameravalvonta tarjoaa kustannussäästöjä vain erikoistapauksissa

2.4 Haastateltavien valinta

Haastateltavat valittiin turvallisuus- sekä it-alalla toimivista yrityksistä. Suuri osa haastateltavista edusti puhtaasti turvallisuusalalla toimivia maahantuonti- ja palvelutoimintajärityksiä. Mukana oli myös verkkopalveluja tarjoavia yrityksiä sekä yksi puhtaasti it-alalla toimiva yritys, jolla oli kuitenkin kokemusta verkkopohjaisista kameravalvontajärjestelmistä. Tutkimuksessa haastatellut henkilöt toimivat pääasiassa asiantuntija-, myynti-, suunnittelu- sekä tuotekehitystehtävissä. Haastatellut henkilöt on lueteltu lähdeluettelossa.

Haastateltavien valinnassa käytettiin Hirsjärven ja Hurmeen (2001, 58-59) määrittelemää käsitettä harkinnanvarainen näyte (Kts. myös Eskola & Suoranta 1998,18). Tutkittavaa asiaa ei pyritä yleistämään tilastollisesti kvantitatiivisen otoksen lailla vaan ymmärtämään syvemmin. Kvalitatiivinen tutkimusmenetelmä mahdollistaa syvemmälle etenevän tiedonhankinnan. Harkinnanvaraisen näytteen lisäksi käytettiin osittain myös Hirsjärven ja Hurmeen (2001, 59-60) määrittelemää lumipallo-otantaa, jossa haastatteluiden jälkeen haastateltavilta saatiin tietoa seuraavien haastateltavien valitsemiseksi. Tarkoituksena oli löytää uusia haastateltavia sekä sen kautta mahdollisesti uutta tietoa. Hirsjärven ja Hurmeen mukaan (2001, 59-60) lumipallo-otannalla tehtyä tutkimusta voidaan jatkaa kunnes uusia haastateltavia ei enää löydetä. Tässä tapauksessa kui-

tenkin haastattelujen määrää rajattiin kun oletettavasti riittävä määrä tietoa oli saatu kerättyä. Katsoin haastatteluiden saturaation (Hirsjärvi & Hurme 2001, 60) olevan riittävä, kun uutta tietoa ei enää haastatteluissa tullut vastaan.

2.5 Tutkimuksen laadun tarkkailu

Tutkimuksen sekä teemahaastatteluissa kerätyn tietoaineiston laatu pyrittiin pitämään selkeänä oman toiminnan seuraamisella tutkimuksen edetessä. Hirsjärven & Hurmeen (2001, 184-185) mukaan tutkimuksen aineiston laatua parantavat muun muassa haastattelupäiväkirjan ylläpitäminen sekä nopea litterointi haastattelun jälkeen. Haastattelupäiväkirjaan voidaan merkitä esimerkiksi kysymysmuotoja, joilla erityisesti saatiin uutta tietoa irti haastattelutilanteesta. Laatua parantavana toimintamallina mainitaan myös mahdollisimman nopea litterointi haastattelun jälkeen – etenkin jos tutkija itse sekä haastattelee että litteroi. (Hirsjärvi & Hurme 2001, 184-185.)

Eskola ja Suoranta (1998, 210) taas määrittelevät kvalitatiivisen tutkimuksen laadun itse tutkimusprosessin laatuna. Tutkimusprosessin laadun kannalta tärkein on pääasiallinen tutkimusväline – tutkija itse. Eskola ja Suoranta mainitsevat tutkimuksen luotettavuuden määrittelyn ongelman liittyvän myös käytettyihin käsitteisiin – reliabeliuteen ja validiuteen – sekä niiden soveltuvuuteen laadullisen tutkimuksen mittareina. (Eskola & Suoranta 1998, 210-211 kts. myös Hirsjärvi & Hurme 2001, 189.)

Tutkimuksen laatuun liittyvät yleensä kvantitatiivisesta tutkimuksesta tuodut käsitteet reliabelius sekä validius. Reliabeliudella tarkoitetaan tutkimuksen toistettavuutta: jos tutkimus toistettaisiin samoilla tutkimusmenetelmillä, pitäisi saada sama tulos. Reliabelius voidaan määritellä myös kahden tutkijan päätymisellä samaan lopputulokseen. (Hirsjärvi & Hurme 2001, 186, Tietoa tilastoista: Reliabiliteetti 2007, Metsämuuronen 2000, 50.)

Validius käsittelee Tilastokeskuksen (Tietoa tilastoista: Validiteetti 2007) mukaan tutkimuksen vastaavuutta tutkittavaan asiaan. Ulkoinen validius liittyykin Metsämuuronen (2000, 41) mukaan tutkimuksen yleistettävyyteen. Sisäinen validius taas tarkoittaa tutkimuksen omaa luotettavuutta (Metsämuuronen 2000, 41). Hirsjärven ja Hurmeen (2001, 187) mukaan validius on jaettavissa useampaan tutkimusasetelmaa ja tutkimuksessa tehtyä mittausta koskevaan alaluokkaan. Tutkimusasetelman rakennevalidiuden

määritelmään liittyy kysymys ”käytetäänkö tutkimuksessa käsitteitä, jotka heijastavat tutkituksi aiottua ilmiötä?” (Hirsjärvi & Hurme 2001, 187). Pyörälän (1995) mukaan valiteetti laadullisessa tutkimuksessa käsittää ”aineiston tulkinnan kyky tulkita sitä, mitä halutaan tutkia” (Pyörälä 1995, 13).

3 KAMERAVALVONTAJÄRJESTELMÄT

Seuraavissa kappaleissa käsittelen kameravalvontaan liittyvää tekniikkaa kameroiden, tallennustekniikan ja siirtoyhteyksien osalta. Kameroissa käsittelen analogisten kameroiden ja verkkokameroiden lisäksi näiden välimuotoa videopalvelinta. Tallennustekniikkaa käsittelevässä osassa vertailen nykykäytössä olevia tekniikoita. Tallennustekniikoista olen rajannut pois videonauhuriin (VCR, Video Cassette Recorder) pohjautuvat analogiset tallennustekniikat. Videonauhurit tallennustekniikkana ovat vanhentuneita, eikä niitä markkinoida enää kameravalvontakäyttöön. Uuden, verkkopohjaisen kameravalvonnan vertaaminen pelkkään videonauhuritekniikkaan ei myöskään ole tarkoituksenmukaista koska videonauhurit eivät edusta nykyisen yleisen tason mukaista tekniikkaa.

Johtuen tallennustekniikan kehittymisestä ja videonauhurien markkinoilta poistumisesta, ei kokonaan analogisia järjestelmiä ole juurikaan markkinoilla. Analogisesta järjestelmästä puhuttaessa käsittää se siis nykyään analogisen tekniikan järjestelmän kameroiden ja siirtoyhteyksien osalta: itse tallennustekniikka on nykyään digitaalista analogisissakin järjestelmissä.

3.1 Kameravalvonta käsitteenä

Mitä kameravalvonta on? Rikksentorjuntaneuvoston tutkijan H. Takalan (1998, 4) mukaan ”*Videovalvonta on valvontatekniikka, jossa valvontakameralla kuvataan jotakin kohdetta siten, että näin välittynyttä kuvaa voidaan katsoa jossakin toisessa paikassa monitorista ja/tai kuva tallentuu myöhemmin katsottavaksi*”. Kameravalvonta itsessään tarkoittaa kohteen valvonnan siirtämisen mahdollistamista sekä ajassa että paikassa. Suurin piirtein samalla tavalla käsite määritellään laissa yksityisyyden suojasta työelämässä (759/2004): kameravalvonta on ”*jatkuvasti kuvaa välittävän tai kuvaa tallentavan teknisen laitteen käyttöön perustuvaa valvontaa*”. Vakuutusyhtiöiden keskusliitto

(Kameravalvonnan K-menetelmä 2006, 3) taas määrittelee kameravalvonnan tarkoituksen seuraavasti: *”Kameravalvonnan tarkoitus on antaa asianmukainen heräte henkilö- tai omaisuusvahinkoja estävien tai rajoittavien toimenpiteiden aloittamiselle. Tallentava kamerajärjestelmä on menetelmä taltioida kiinteistöstä kuvainformaatio ja myöhemmin tarkastella sen avulla vahinkotapahtumaa ja erityisesti tunnistaa tai yksilöidä siihen liittyviä henkilöitä”*. Määritelmä käsittää siis erikseen aktiivisen valvonnan ja kuvan tallentamisella jälkikäteen tapahtuvan selvitystyön.

Rikosten torjumiseen tarkoitettu kameravalvonta voidaan jakaa kahteen eri malliin: valvonta rikosten paljastamiseksi ja valvonta tekijöiden toteamiseksi. (Takala 1998, 7). Rikosten paljastamisella tarkoitetaan aktiivista valvontaa jossa esimerkiksi myymälävarkaus paljastetaan kameravalvonnalla sen tekohetkellä. Valvontaa suorittava henkilö ei tällöin välttämättä ole samassa paikassa tekijän kanssa. Tekijöiden toteamiseksi suoritettava valvonta suoritetaan usein eri paikan lisäksi eri ajassa: kameravalvonnan tuottamia tallenteita käydään läpi päiviä, jopa viikkoja rikoksen tekohetken jälkeen tekijän tunnistamiseksi. Muulla kuin rikosten torjumiseen tarkoitettulla kameravalvonnalla tarkoitetaan esimerkiksi tuotantotilojen sekä –prosessien valvontaa vahinkotapahtumiin reagoimiseksi.

3.2 Kameravalvonta laissa

Suomessa kameravalvontaa käsittelevää lainsäädäntöä on niukasti: Henkilötietolaki (523/1999) säätelee henkilötietojen käsittelyä, rikoslaki (39/1889) taas määrittää rangaistavan salakatselun ja laki yksityisyyden suojasta työelämässä (759/2004) antaa neuvoja kameravalvonnasta työpaikoilla. Eniten kameravalvonnan toteuttamiseen vaikuttavat ehkä henkilötietolain asettamat edellytykset henkilötietojen keräämisen tarpeellisuusveloitteesta: henkilötietojen – siis tässä tapauksessa valvontakameran tuottamien kuvien – keräämiselle on oltava peruste. Perusteen on oltava yleisesti arvioiden välttämätön rekisterinpitäjän tehtävien hoitamiseksi. Tallennetun kuvamateriaalin käsittely muussa kuin etukäteen määritellyssä tarkoituksessa on kielletty. (Yksityisyyden suoja kameravalvonnassa 2001, 3, Teknisiä apuvälineitä hyväksikäyttäen tapahtuva myymälätarkkailu 2007, 2.)

Rikoslain mukaan salakatseluun syyllistyy henkilö, joka oikeudettomasti teknisellä laitteella katselee tai kuvaa henkilöä tämän yksityisyyttä loukaten. Salakatselu kattaa koti-

rauhan suojaaman alueen lisäksi myös sellaisia huoneistoja, rakennuksia ja niiden aidattuja piha-alueita jotka kuuluvat julkisrauhan rikkomisesta asetettujen säädösten piiriin. Kameravalvonta on erityisesti kielletty myymälöiden sovituskopeissa, puku- ja suihkutiloissa sekä käymälä- ja pesutiloissa. (Tietosuoja ja tekniset valvontajärjestelmät 2005, 4.)

Eräs tärkeimmistä periaatteista kameravalvontaa toteutettaessa on avoimuusperiaate. Kameravalvonnan avoimuutta käytetään arvioitaessa valvonnan laillisuutta. Valvonnan laillisuuden rajatapaukset tulevat vastaan esimerkiksi laissa määritellyn ”yksityisyyden suojaa loukkaamatta” tapahtuvan valvonnan yhteydessä. Käytännössä avoimuusperiaate tarkoittaa sitä, että valvonnan piirissä olevien tulisi tietää valvonnan kohteena olemisesta. (Tietosuoja ja tekniset valvontajärjestelmät 2005, 4.)

Vastuu kameravalvonnan laillisuudesta on viime kädessä valvontajärjestelmän haltijalla. Kameravalvonnan järjestelmätoimittajien tulisi Turva-alan yrittäjät ry:n (2005, 5) mukaan opastaa valvontajärjestelmiä ostavia asiakkaita lainmukaiseen toimintaan. Järjestelmiä käytettäessä laillisesta toiminnasta vastaa haltijan lisäksi myös käyttäjä – joka voi haltijan sijaan olla esimerkiksi valvontaa toteuttava vartioimisliike. (Tietosuoja ja tekniset valvontajärjestelmät 2005, 5, Teknisiä apuvälineitä hyväksikäyttäen tapahtuva myymälätarkkailu 2007, 2.)

Uudemmissa verkkopohjaisissa valvontajärjestelmissä voidaan kuvia katsella helposti etänä toiselta puolelta maapalloa. Suomessa toimivilla kansainvälisillä yrityksillä saattaa olla myös käytössään konseptin mukainen verkkotallennus, jossa kuvat tallentuvat yrityksen pääkonttoriin ulkomaille. Suomalainen yritys saattaa myös mahdollistaa valvontakameroidensa etäkatselun suojaamatonta verkkoyhteyttä käyttäen. Henkilötietolaki asettaa vaatimukset myös henkilötietojen siirtämisestä EU:n ulkopuolelle. Siirto tulisi sallia vain, jos kohdemaassa voidaan taata riittävä tietosuojan taso. Tason arviointi tehdään rekisterinpitäjän toimesta – lisäksi siirrosta täytyy ilmoittaa tietosuojavaltuutetulle. Eräät maat on EU:ssa erityisen komission toimesta luokiteltu tietosuojatasoltaan riittäviksi. Komissio voisi tehdä myös negatiivisen tietosuojan luotettavuutta koskevan päätöksen, mutta sellaista ei ole vielä tehty yhtään maata koskien. (Henkilötietojen siirto ulkomaille henkilötietolain mukaan 2005, 3-7.)

Kameravalvontaa koskee myös kuluttajatekniikan kehittyminen. Yleisimmälle puhelimien Symbian –alustalle on ladattavissa ohjelmisto, joka mahdollistaa valvontakamera-toiminnot tavallisella kameralla varustetulla matkapuhelimella (MotionCam 2007). Symbian on matkapuhelimien käyttöjärjestelmä, jota käytetään esimerkiksi Nokian, Motorolan, Samsungin ja Sony Ericssonin älypuhelimissa. Heikentääkö helpompi ja kuluttajille suunnattu nopeasti käyttöön otettava valvontakamera yksityisyyden suoja?

3.3 Käytetyt termit

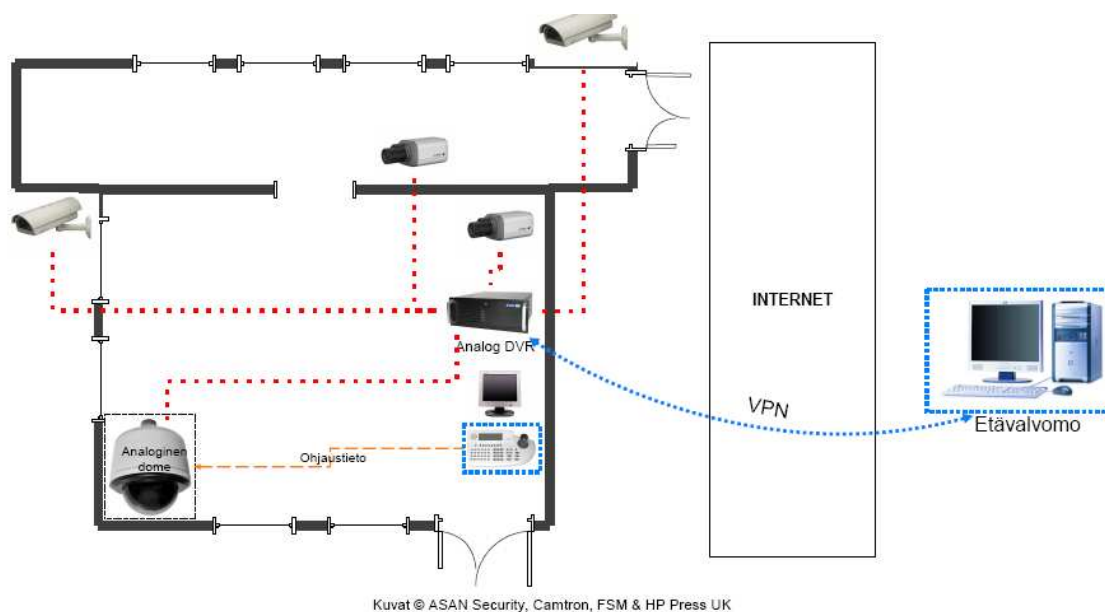
Kameravalvonta tunnetaan terminä myös nimellä videovalvonta ja CCTV (Closed Circuit Television). Verkkopohjaista kameravalvontaa kutsutaan myös internet-pohjaiseksi kameravalvonnaksi tai ip-kameravalvonnaksi (IP, Internet Protocol). Tutkimuksessa pyrin käyttämään selkeyden vuoksi samoja termejä.

Vakuutusyhtiöiden keskusliitto käyttää kameravalvonnan K-menetelmää (2006) koskevassa ohjeessaan käsitettä kameravalvonta. Kameravalvonnasta käytetään usein myös käsitteitä videovalvonta, CCTV tai TV-valvonta. Kulosen vuonna 2005 tekemässä turvallisuusalan termistöä käsittelevässä opinnäytetyössä käsitteitä määrittelyt työryhmä oli yksimielinen käsitteen kameravalvonta käyttämisestä (Kulonen 2005, 23). Video- tai televisiotekniikkaa ei kameravalvontajärjestelmissä käytetä nykyään juuri ollenkaan.

Tietoverkkojen osalta käytetään käsitteinä verkko- tai internet-pohjaista kameravalvontaa. Koska internet käsitetään usein myös julkisena internetinä, ja valvontakameroita voidaan käyttää myös yritysten sisäisissä verkoissa (LAN, Local Area Network), käytän tässä tutkimuksessa käsitettä verkko. Englanninkielinen termi verkkokameroille on usein *network camera* tai *ip-camera*. Myös Suomessa käsitettä ip-kamera käytetään paljon.

3.4 Analogijärjestelmästä verkkojärjestelmään

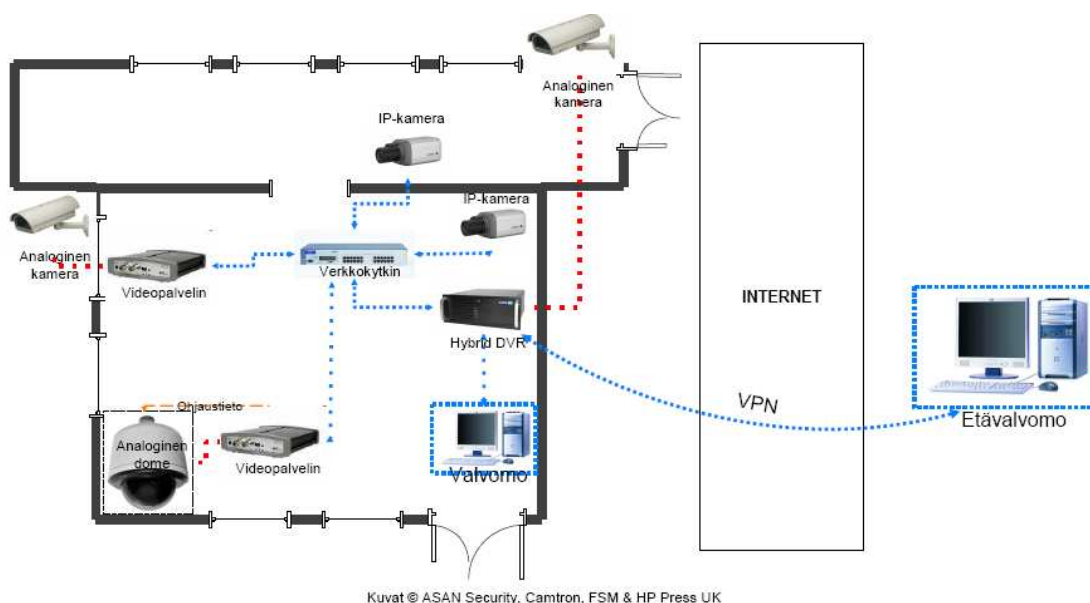
Kokonaan analogisella järjestelmällä tarkoitettiin aikaisemmin analogisten kameroiden, multipleksereiden, monitoreiden sekä videonauhurien muodostamaa järjestelmää. Analogisessa järjestelmässä kuva siirretään kameralta tallennuslaitteelle sekä monitoreille omaa kaapeliaan pitkin. Kameran kytketään joko suoraan tallennuslaitteeseen taikka erilliseen kuvajakajaan/multiplekseriin joka jakaa kuvat valvontanäytöille ja tallennuslaitteille. Alla olevassa kuvassa (Kuva 1) on kuvattu nykyaikaisempi digitaalista DVR-tallenninta käyttävä analogijärjestelmä (DVR, Digital Video Recorder). Jokainen kamera käyttää omaa kaapeliaan joka voi olla joko koaksiaalikaapeli tai muuntimin toteutettu yleiskaapelointi. Ohjaustieto kameroille vietään omaa kaapeliaan pitkin. DVR-tallennin on varustettu verkkoliitännällä, jolloin sitä voidaan käyttää etävalvomosta verkkoyhteyden ylitse. Paikallisesti DVR-tallentimeen on kytketty katselumonitori sekä kääntyvien kameroiden ohjauslaite.



Kuva 1 Analoginen kameravalvontajärjestelmä

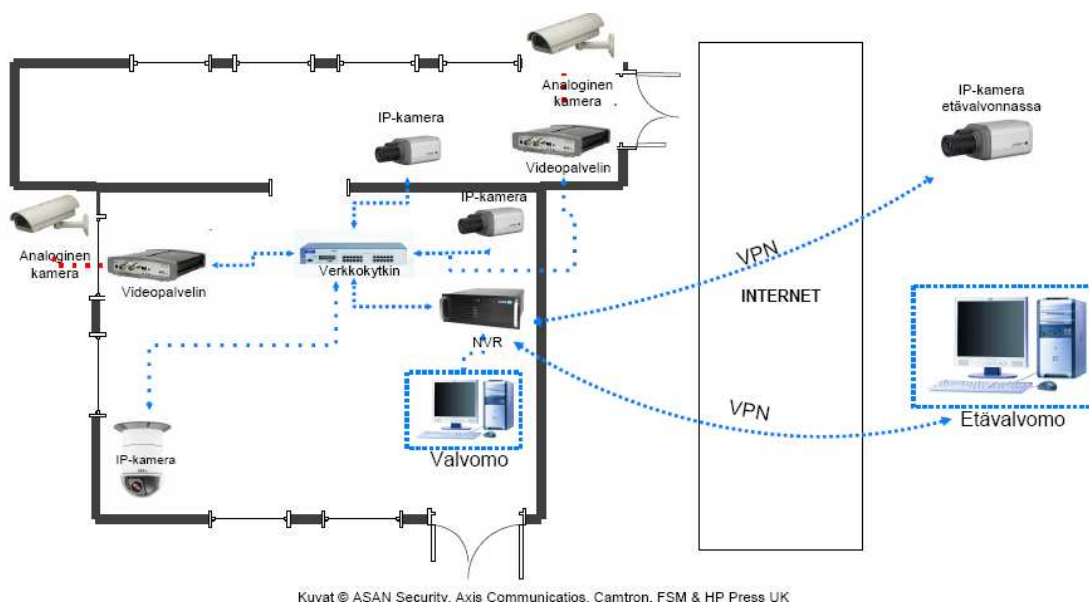
Hybridijärjestelmässä käytetään sekä analogisia kameroita että verkkokameroita. Tallennin on joko verkkoon liitettävä NVR-tallennin (Network Video Recorder) tai normaali DVR-tallennin, johon voidaan liittää myös verkkokameroita analogisten kameroiden lisäksi. Sekä verkko- että analogiliitännöillä varustettua tallenninta voidaan kutsua

myös hybriditallentimeksi. Kuvassa 2 esitetty järjestelmä sisältää etäkäytettävän hybriditallentimen, johon on kytketty sekä analogisia kameroita että verkkokameroita. Osa analogisista kameroista on kytketty suoraan ja osa taas videopalvelimien avulla lähiverkon yli. Kameravalvonnan verkkoliikenne hoidetaan verkkokytkimillä, jotka ohjaavat kameroiden lähettämät kuvapaketit tallentimelle. Kameroiden käyttämiseksi paikallisessa valvomossa käytetään monitorin ja ohjauslaitteiden sijaan pc-konetta, johon asennetulla ohjelmalla käytetään samassa verkossa olevaa tallenninta.



Kuva 2 Hybriditallentimella varustettu kameravalvontajärjestelmä

Verkkopohjaisessa kameravalvontajärjestelmässä kaikki kamerat on liitetty verkkoon (Technical Guide to Network Video 2006, 63). Tallentimet saavat siis kaiken tiedon verkon yli, mutta kamerat voivat olla myös videopalvelimilla varustettuja analogisia kameroita. Kuvassa 3 on esitetty verkkokameroilla ja videopalvelimilla toteutettu järjestelmä. Itse tallentimissa ei ole yhtään analogista kameraa kiinni vaan se toimii kokonaan verkon yli. Itse määrittelin analogisia kameroita ja videopalvelimia sisältävän verkon hybridijärjestelmäksi: kokonaan verkkopohjaisessa järjestelmässä kuvaa ei siirretä missään vaiheessa analogisena kameran ja tallentimen välissä.



Kuva 3 Verkkopohjainen kameravalvontajärjestelmä

3.5 Kamera

Vakuutusyhtiöiden keskusliiton mukaan valvontakamera on ”laite, joka poimii heijastunutta valoa näkymän pinnoista ja kohteesta ja muuttaa valon sähköiseksi signaaliksi, jota voidaan siirtää, käsitellä ja muuttaa takaisin optiseksi näytteeksi” (Kameravalvonnan K-menetelmä 2006, 9). Valvontakameran tarkoituksena siis on tuoda sijainnistaan kuva tallennettavaksi tai katseltavaksi. Valvontakameroita valmistetaan erityyppisiä, eri kokoisia ja eri käyttötarkoituksiin. Kamerat voidaan myös koteloida käyttökohteen mukaan suojaan joko säältä tai ilkevallalta. Seuraavissa kappaleissa on esitelty näistä muutamia.

3.5.1 Erityyppiset valvontakamerat

Matchett (2003, 62-71) jaottelee valvontakamerat tyypeittäin korttikameroiksi (board camera), putkikameroiksi (bullet camera), staattisiksi ja kääntyviksi domekameroiksi, täysikokoisiksi kameroiksi sekä verkkokameroiksi. Korttikameroilla tarkoitetaan piirilevylle/kortille integroitua pienikokoista kameraa joka voidaan sijoittaa monipuolisesti erityyppisiin koteloihin. Putkikameralla tarkoitetaan putken tai luodin muotoista pienikokoista kameraa, joka on yleensä varustettu kiinteällä optiikalla sekä valmiilla jalustalla. Putkikamerasta käytetään myös nimitystä kynäkamera. (Matchett 2003, 62-71.)



Kuva 4 Piirikorttikamera ja putkikamera (© 2007 Camtron)

Domekameroilla tarkoitetaan puolipallon muotoisen suojakuvun peitossa olevia kame- roita. Domekameroiden suuntausta on hankala havaita yksisuuntaisen peilin tavoin toimivan suojakuvun sekä kameraosan muotoilun vuoksi. Domekameroista käytetään myös nimitystä kupukamera. Alla olevassa kuvassa (Kuva 2) esitetyn mukaan kamerat voivat olla joko kiinteitä asennusvaiheessa suunnattuja kameroita tai ohjattavia PTZ- kameroita (Pan-Tilt-Zoom). Ohjattava domekamera pystyy yleensä kääntymään täyden 360 asteen ympyrän ja katsomaan suoraan alapuolelleen. Erityistä domekameroissa verrattuna tavallisiin kääntöpääkameroihin on niiden nopeus. Näkymästä toiseen kää- ntyvän kameran nopeus voi olla 450-600 astetta sekunnissa. (AXIS 233D Network Do- me Camera 2007; Videovalvontajärjestelmät 2003, 93; Matchett 2003, 62-71.)



Kuva 5 Kiinteä ja kääntyvä kupukamera (© 2007 Camtron & © 2007 Axis Communica- tions)

PTZ-kameralla voidaan tarkoittaa myös kääntöpäällä varustettua täysikokoista kame- raa. Vanhempien kääntöpäiden nopeus on luokkaa 4 – 6 astetta sekunnissa, minkä vuoksi kamera joudutaan ulkotiloissa sijoittamaan kauas seurattavasta kohteesta. Oh- jaustieto kääntöpäälle tuodaan omaa kaapeliaan pitkin esimerkiksi sarjaporttimuodos- sa. (Videovalvontajärjestelmät 2003, 90-94) Kohteen liikkeessä lähempänä kameraa tai nopeammin ei kameran kääntönopeus enää riitä kohteen seuraamiseen vaan on käy- tettävä nopeampaa domekameraa. Uudemmat kääntöpäät tosin ovat kehittyneet no- peudeltaan huomattavasti – esimerkiksi Videotecin (2007) markkinoimat kääntöpäät kääntyvät jo 40 astetta sekunnissa. Nopeudet eivät pääse domekameroiden tasolle,

mutta kääntöpäähän liitettävien lisävarusteiden kohdalla etuja löytyy vielä. Kääntöpäähän voidaan esimerkiksi liittää IR-valaisimia. Lisäksi kääntöpään kääntämä kamera sekä sen optiikka voidaan valita itse juuri tarkoitukseen soveltuvaksi.

Markkinoille tulleista uusista PTZ-kameroista löytyy myös sellaisia, joissa kääntöominaisuus on tehty ilman liikkuvia osia. Tällaisessa kamerassa käytetään usein suuritarkkuuksista kuvakennoa sekä laajakulmalinssiä. Kuvanäkymä ei kata koko kameran näkymää, vaan kennolta valitaan katsottavaksi pienempi alue. Kamera hakee suurelta kennolta katsottavan osan ja prosessoi sen näkyviin. (Axis 212 PTZ Network Camera 2007; Technical Guide to Network Video 2006, 30.)

Matchettin (2003, 69) määrittelemällä täysikokoisella kameralla (full-size camera) tarkoitetaan normaalia, yleisimmin käytössä olevaa kameratyyppiä. Kamerrat ostetaan useimmiten runko-osana, johon tarvittava optiikka, suojus sekä kiinnityslaitteet kiinnitetään. Täysikokoisissa kameroissa valinnan varaa on eniten; ominaisuuksiltaan ja hinnaltaan sopivin kamera on helppoa valita. (Matchett 2003, 69-70.) Täysikokoinen kamera voidaan varustaa myös ulkokäyttöön soveltuvalla kääntöpäällä (kts. edellinen kappale). Alla olevassa kuvassa on esitetty täysikokoinen kamera sekä sääsuojakotelo.



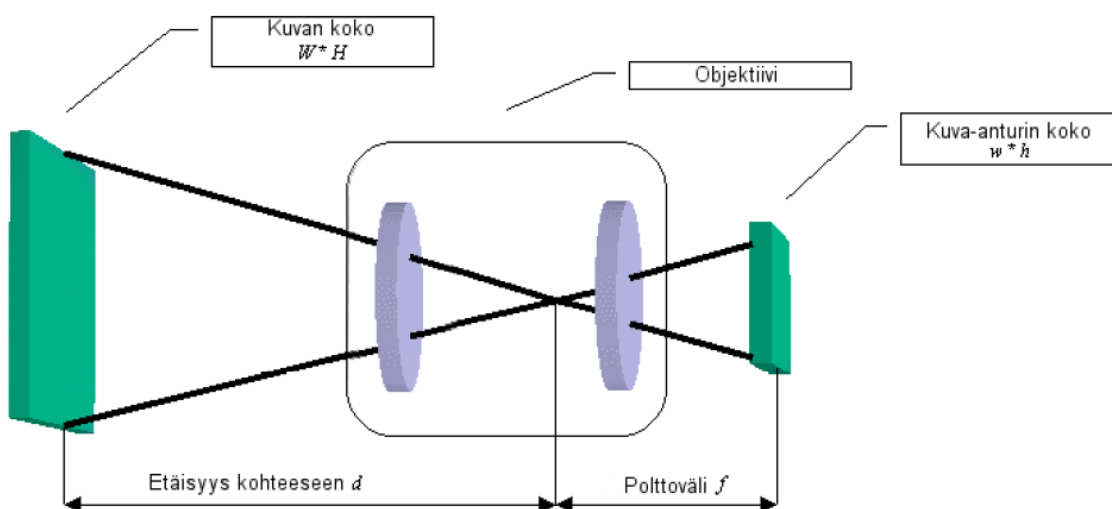
Kuva 6 Täysikokoinen kamera optiikalla sekä sääsuojakotelo (© 2007 Camtron & © 2007 Axis Communications)

Matchett (2003, 70-71) määrittelee verkkokameran omaksi kameraluokakseen. Verkkokamerat ovat kuitenkin tyypeiltään samankaltaisia analogisten kameroiden kanssa: kameroita on pienikokoisia, normaalikokoisia, dometyyppisiä ja kääntyvällä päällä varustettuja. Verkkokamera eroaa analogisesta kamerasta sen sisältämän elektronikan ja kuvan siirtotavan osalta. Verkkokameran sisältämästä elektronikasta johtuen analogiset kamerrat voidaan usein rakentaa pienempikokoiseksi.

3.5.2 Kameran osat

Tässä kappaleessa käsittelen kameran eri osia. Tekniseltä puoleltaan tavallinen täysikokoinen (Matchett 2003, 69) kamera koostuu useimmiten rungosta, optiikasta, virtalähteestä sekä jalustasta. Ulkokäytössä kamera varustetaan lisäksi sääsuojakotelolla. Kameran runko sisältää elektroniikan, jolla optiikan läpi välittyvä kuva muunnetaan CCD (Charge Coupled Device)- tai CMOS-tyyppisellä (Complementary Metal Oxide Semiconductor) kuvakennolla digitaaliseksi ja muunnetaan analogisen järjestelmän ymmärtämään muotoon eteenpäin siirrettäväksi. Verkkopohjaisissa kameroissa kuva muutetaan kameran sisällä muotoon, joka voidaan hakea sellaisenaan kameralta verkon yli. Kameran ottaman kuvan laatua sekä pakkausta käsitellään enemmän kappaleessa 6. Johtuen analogisten sekä verkkopohjaisten kameroiden optiikan ja kuvakennojen samankaltaisuudesta jätän niiden käsittelyn vähemmälle.

Kameran optiikka suhteessa kuvakennon kokoon vaikuttaa siihen missä koossa kuvassa oleva kohde näkyy. Alla olevassa kuvassa on esitetty kameran optiikan muodostuminen. Näkymän koko riippuu etäisyydestä, objektiivista, polttovälistä sekä kuvakennon (kuva-anturin) koosta. Objektiivit ovat kameroissa joko kiinteitä tai vaihdettavia. Vaihdettavalla optiikalla voidaan kameraan valita käyttötilanteeseen soveltuva objektiivi; esimerkiksi kaukana valvottavasta kohteesta sijaitsevaan kameraan voidaan laittaa pitkällä polttovälillä varustettu teleobjektiivi. (Technical Guide to Network Video 2006, 31-33; Kameravalvonnan K-menetelmä 2006, 10.)



Kuva 7 Kameran optiikka (Kameravalvonnan K-menetelmä 2006, 10)

3.5.3 Videopalvelimet

Perinteisen analogisen ja uudemman kokonaisuudessaan digitaalisen kameravalvonnan väliin sijoittuvat ns. videopalvelimet joilla analogisten kameroiden signaali muute- taan tietoverkossa käytettävään JPEG/MPEG-muotoon (kuvamuodoista kerrotaan lisää kappaleessa 3.7.2). Videopalvelimeen liitetään yleensä 1-4 kappaletta analogisia ka- meroita ja palvelin itse liitetään tietoverkkoon. Videopalvelinten suurin etu on niiden antama mahdollisuus vanhojen kameroiden käyttämiseen uuteen verkkopohjaiseen tekniikkaan siirryttäessä. Tämä laskee myös kynnystä uuden tekniikan hankkimiseen. Alla olevassa kuvassa on esitetty Axiksen neljälle analogiselle kameralle tarkoitettu videopalvelin. (Technical Guide to Network Video 2006, 10; Alho 2004, 33-35.)



Kuva 8 Axis 240Q videopalvelin 4 analogiselle kameralle (© 2007 Axis Communica- tions)

Syynä videopalvelimen käyttämiseen voi olla myös tietyn tyyppisten vain analogitekniik- kalla valmistettavien kameroiden käyttäminen yhdessä verkkotallennuksen kanssa. Eri valmistajien verkkokamerat ovat vielä ns. perustyyppisiä kameroita ja esimerkiksi teolli- suudessa tarvittavia erityisluokattuja kameroita, pienikokoisia kameroita tai tietyllä ta- paa muotoiltuja kameroita ei ole saatavilla vielä verkkoon liitettävänä malleina. Näissä tapauksissa voidaan käyttää tarkoitukseen soveltuvia analogisia kameroita yhdistettynä videopalvelimeen. Syynä tietyn tyyppisten kameroiden käyttämiseen voi olla myös hin- ta; analogisilla kameroilla sekä videopalvelimilla voidaan säästää tietyissä tapauksissa kustannuksissa. Neljän verkkokameran sijaan saatetaan hankkia neljä analogista ka- meroa sekä yksi 4-kanavainen videopalvelin. (Technical Guide to Network Video 2006, 10; Alho 2004, 33-35.)

3.5.4 Verkkokamerat

Verkkokamera, network camera, ip-kamera on suoraan tietoverkkoon liitettävä kamera josta saadaan suoraan JPEG/MPEG-muotoista kuvaa. Alhon (2004, 36) mukaan verkkokameraa voidaan käsitellä laitteena, jossa yhdistyvät analoginen kamera sekä videopalvelin. Axis Communications (2006, 8) sekä Anixter (2006, 14) taas määrittelevät verkkokameran kameran ja tietokoneen yhdistelmänä. Sama laite siis sekä tuottaa kuvaa että siirtää sitä tietoverkkoon. Lisäksi verkkokamerasta saadaan verkkoon esimerkiksi ääntä, reletietoa, sarjaporttitietoa sekä kaksisuuntaista ohjaustietoa. Analoginen kamera tuottaa siis kuvaa tallentimelle, kun taas verkkokamera tuottaa kuvaa ja muuta tietoa tallentimen lisäksi myös muulle kameravalvontajärjestelmälle sekä siihen integroiduille järjestelmille. Alla olevassa kuvassa (Kuva 9) oleva Axiksen kääntyvä kamera pystyy liikuttamaan tietoverkon yli esimerkiksi reletietoja sekä kaksisuuntaista ääntä (Axis 214 PTZ Network Camera 2007).



Kuva 9 Verkkovalvontakameroita: kiinteä Axis 209FD-R sekä kääntyvä Axis 214PTZ

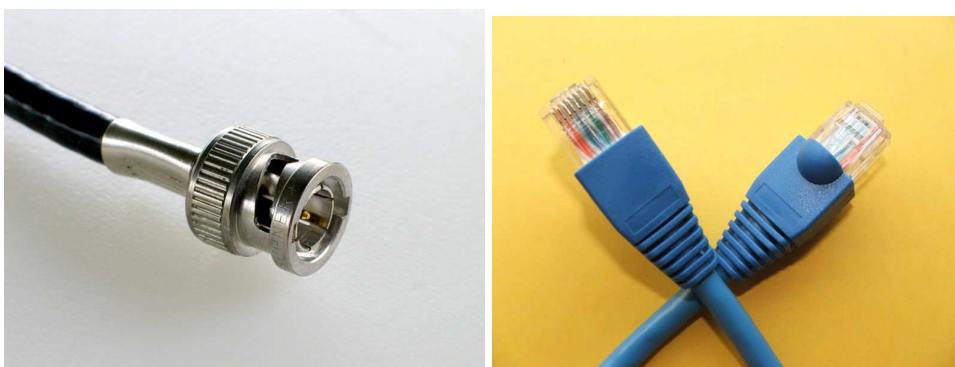
Verkkokameroissa on yleensä oma selainpohjainen käyttöliittymänsä, mikä mahdollistaa yksittäisten kameroiden etähallinnan. Axis Communicationsin kameroiden pohjana toimii sulautetussa tietokoneessa – siis itse verkkokamerassa – toimiva räätälöity linux-käyttöjärjestelmä. Ainakin Axiksen kameroihin on mahdollista ohjelmoida itse lisätoimintoja. (Alho 2004, 35.)

3.6 Kaapelointi ja kuvan siirto

Seuraavissa kappaleissa käsitellään kuvan- ja datansiirron tekniikkaa. Analogisen sekä verkkopohjaisen järjestelmän kaapeloinnin lisäksi käsitellään langattomia siirtotekniikoita. Verkkopohjaisten kameroiden kaapelointiin liittyvänä viimeisessä kappaleessa käsitellään myös virransyöttöä PoE-tekniikalla.

3.6.1 Analoginen kaapelointi

Koaksiaalikaapelissa voidaan siirtää vain yhden kameran kuvaa kerrallaan. Sähkötieto Ry:n oppaan (2003, 52) mukaan tietäntyyppisillä koaksiaalikaapeleilla mustavalkoisen kuvan siirtoyhteydet voivat olla jopa 2000 metriä. Matchettin (2003, 170) mainitsee kuitenkin yleisimmän koaksiaalikaapelityypin tyypilliseksi maksimikantamaksi värikuvalla noin 300 metriä. Koaksiaalikaapeli koostuu kaapelin keskellä olevasta videosignaali-johdosta, sen ympärillä olevasta eristeestä sekä eristeen ulkokehälle kudotusta maa-johdosta. Liittiminä koaksiaalikaapelissa käytetään yleisimmin pyöreitä Bayonet-Neil-Concelman –liittimiä, jotka tunnetaan myös lyhenteellä BNC. Allaolevassa kuvassa on esitetty koaksiaalikaapeliin kytketty bnc-liitin sekä sen vieressä catX-yleiskaapelointiin kytkettävä rj45-liitin. (Videovalvontajärjestelmät 2003, 56; Matchett 2003, 167-174.)



Kuva 10 Valvontakameroissa käytettyjä liittimiä (© Jonas Bergsten & Piotr Kuczyński, Wikipedia Commons)

Käyttämällä erillisiä parikaapelimuuntimia voidaan kuvansiirrossa käyttää myös muita kuin koaksiaalikaapeleita; esimerkiksi vapaita verkko- tai puhelinkaapeleita. Yhdessä neliparisessa kaapelissa voidaan kuljettaa neljää kuva- tai äänivirtaa taikka kääntyvien

kameroiden ohjaustietoja. Kierretyn parikaapelin käyttö kameravalvonnassa on yleistynyt johtuen parikaapelimuuntimien hinnan alentumisesta. Parikaapelimuuntimia käytettäessä voidaan myös käyttää yleiskaapelointia eikä erillistä koaksiaalikaapelia tarvita kameravalvontaa varten. Parikaapelimuuntimia on kahdentyyppisiä: aktiivisia ja passiivisia. Muuntimet koostuvat kaapelin päihin liitettävistä lähetin- ja vastaanotinyksiköistä. Passiivisilla muuntimilla voidaan käyttää noin 300 metrin pituisia kaapeleita – tämän jälkeen signaalitaso heikkenee liikaa ja kuvanlaatu huononee. Aktiivisia muuntimia käyttämällä saadaan kaapelipituutta jatkettua aina 1.000 metriin saakka. Kuvassa 10 on esitetty rj-45-tyyppinen liitin, joka on nykyään yleisimmin käytetty liitäntä yleiskaapeloinnissa. Samaa liitäntää käytetään myös ip-verkkolaitteissa kuten kytkimissä ja verkkovalvontakameroissa. (Matchett 2003, 178-180; Videovalvontaopas 2005, 48; Videovalvontajärjestelmät 2003, 49-59.)

Pidemmillä siirtoetäisyyksillä voidaan analogisen videon siirtoon käyttää valokaapelia – optista kuitua. Yhdessä kuidussa voidaan siirtää yhden kameran kuva. Valokaapelisiirron vahvuutena on sen hyvä kyky sietää sähkömagneettisia häiriöitä. Valokuitusiirrolla voidaan päästä jopa 20 km siirtoetäisyyksiin. Matchettin (2003, 177) mukaan valokaapelissa voidaan siirtää myös kameroiden ohjaustietoja. Myös useamman kameran kuvatiedon siirtäminen on mahdollista käyttämällä ns. fiber trunk –muuntimia. (Matchett 2003, 175-177; Sähkötieto 2003, 59-60.)

3.6.2 Siirto tietoverkossa

Uudemmassa verkkopohjaisessa tekniikassa kuva saadaan suoraan kameralta digitaalisessa muodossa verkon yli. Ip-tekniikalla tarkoitetaan yleisesti tietoverkoissa käytettyä tcp/ip-tiedonsiirtoprotokollaa. Verkossa jokaisella laitteella on oma ip-osoitteensa, jonka perusteella laitteelle osoitetut datapaketit ohjataan oikeaan osoitteeseen. Verkkotekniikkaa kuvansiirrosta käytettäessä yhden kaapelin kautta kulkevien kuvavirtojen määrää rajoittaa ainoastaan kaapelin ja siirtolaitteiden kapasiteetti. Esimerkiksi valokuidussa tai Cat6-yleiskaapeloinnissa voidaan siirtää dataa 1 Gbps vauhdilla, mikä mahdollistaa teoriassa jopa satojen kameroiden kuvan siirtämisen. Kuvat liikkuvat verkkokameroilta internet-protokollan määrittäminä paketteina, ja samassa verkossa voidaan välittää muutakin tietoa. Tiedonsiirtoon verkkotekniikalla löytyy nykyään monia vaihtoehtoja; yleensä yrityksistä löytyy valmiiksi lan-lähiverkko (Local Area Network) tai langaton wlan-verkko (Wireless Local Area Network). Pidemmällä siirtoyhteyksillä voidaan käyt-

tää erilaisia dsl-tekniikoita (Digital Subscriber Line) tai jopa langattomia matkapuhelinverkon yli toimivia tekniikoita. Jos kameravalvontaan käytetään olemassa olevaa yrityksen fyysistä lähiverkkoa, voidaan se erottaa omaksi loogiseksi vlan-verkokseen (Virtual LAN) jolloin yrityksen oman lähiverkon ja kameravalvontaverkon liikenteet eivät pääse häiritsemään toisiaan. (Technical Guide to Network Video 2006, 40; Alho 2004, 50-53.)

Siirtotapana kameroilta käytetään Axis Communicatios AB:n (Technical Guide to Network Video 2006, 44) mukaan yleisimmin seuraavassa taulukossa esitettyjä siirtotapoja. Siirtoprotokollat toimivat ip-tietoverkossa, joka voi olla esimerkiksi langallinen ethernet-verkko tai langaton wlan-verkko. Yleisimmin siirtoteistä käytetään ftp (File Transfer Protocol)- tai http (Hypertext Transfer Protocol)-siirtoa. Kamera siirtää tallentamansa kuvat ftp-yhteydellä tallennuspalvelimelle tai tallennuspalvelin hakee kuvat http-yhteydellä kameran sisäänrakennetulta web-palvelimelta.

Lyhenne	Kuvaus	Normaali käyttötarkoitus	Käyttö kameravalvonnassa
FTP	File Transfer Protocol	Tiedostojen siirto verkossa	Kuvien/videon siirto kamerasta tallentimelle
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol	Sähköpostin välitysprotokolla	Kamera lähettää hälytyskuvan sähköpostilla
HTTP	Hypertext Transfer Protocol	Web-selailussa käytetty protokolla	Kamera toimii web-palvelimena ja tallennin hakee kuvia siltä
HTTPS	HTTP over Secure Socket Layer (SSL)	Suojatussa web-selailussa käytetty protokolla	Suojattu kuvien lataaminen kameralta. Suojaussertifikaattia voidaan käyttää myös kameran tunnistamiseen
RTP	Real Time Protocol	Standardi videon lähettämiseen internetissä	Videovirran lähettäminen kameralta tallentimelle
RTSP	Real Time Streaming Protocol	Käytetään RTP-protokollan ohjaukseen	

Taulukko 1 Kuvamateriaalin siirto verkossa (Technical Guide to Network Video 2006, 44)

3.6.3 Langattomat siirtoyhteydet

Analogista videota voidaan siirtää langattomasti esimerkiksi mikroaalto- tai infrapunalinkin avulla. Mikroaaltolinkin kantomatka vaihtelee sadoista metreistä kymmeneen kilometriin lähetystehosta riippuen. Suuritehoiselle lähettimelle käyttöluvan saaminen

voi olla hankalaa. Infrapunataajuuksia käyttäville siirtolaitteille ei tarvita lupaa mutta niiden käyttö edellyttää näköyhteyttä ja siirtoetäisyys on maksimissaan satoja metrejä. Haittana analogisissa siirtoyhteyksissä on huono salattavuus: erilliset salausratkaisut taas aiheuttavat lisäkustannuksia. (Videovalvontajärjestelmät 2003, 62-63.)

Verkkopohjaiset langattomat tiedonsiirtojärjestelmät ovat yleistyneet uuden tekniikan tullessa markkinoille ja hintojen halventuessa. Tätä tutkimusta tehtäessä uusin Suomen markkinoille tullut langaton tiedonsiirtotekniikka on 450MHz-taajuudella Flash-ODFM-tekniikalla toimiva langaton laajakaista. Muita käytössä olevia siirtotekniikoita ovat muun muassa wlan-tekniikat ja gsm-verkkoon pohjautuvat gprs, edge tai 3G/UTMS-tekniikat. Wlan-tekniikan vahvuutena on sen yleisyys kuluttaja- ja yrityskäytössä, mikä on laskenut laitteiden hintoja ja tuonut markkinoille paljon erityyppisiä laitteita. Laitteiden nopeudet vaihtelevat nykyisissä malleissa 11-54 megabitin välillä. Siirtoetäisyydet vaihtelevat laitteiden antennityyppien sekä antennien välillä olevien esteiden mukaan. (Hämäläinen 2006b, 53-54; Hämäläinen 2006c, 58-62.)

Mobiilidatayhteyksiä käytetään yleisimmin kännykällä. Yhteydet ovat yleistyneet hitaasti johtuen datasiirron kalleudesta ja tekniikan monimuotoisuudesta. Gprs-yhteys on nopeudeltaan noin 40 kbps (kilobittiä sekunnissa). Gprs-yhteydestä päivitetyn Edge-yhteyden nopeus on jo noin 150 kbps. Johtuen verkon pakettikytkentäisyydestä on nopeus päätelaitteelta verkon suuntaan käytännössä noin viidesosa päätelaitteelle päin tulevasta liikenteestä. 3G/UTMS-tekniikalla saavutetaan jo 384kbps nopeus verkosta päätelaitteelle ja 64kbps tai 128kbps päätelaitteesta verkkoon. Kun 3G-yhteys päivitetään HSDPA-tyyppiseksi päästään jo 1,8 megabitin nopeuteen verkosta päätelaitteelle ja 384 kilobittiin päätelaitteesta verkkoon.. HSUPA-tyyppiset verkot mahdollistavat jo 1 megabitin siirtonopeuden päätelaitteelta verkkoon. (Hämäläinen 2005, 40-41; Lehto 2006a, 40-41; Lehto 2006b, 40-42)

Palveluoperaattoreiden mukaan uusi 450MHz taajuudella toimiva tekniikka mahdollistaa paremman peittoalueen kuin korkeammilla taajuuksilla toimiva 3G-tekniikka. Flash-ODFM-tekniikalla toteutetun langattoman laajakaistan nopeus vastaa normaalia ADSL-liittymän nopeutta. Digita Oy on luvannut verkon kattavan koko Suomen vuonna 2009. (@450 Langaton laajakaista 2007, Datanator@450 Langaton laajakaista kaikille 2007.)

	3G UTMS	WLAN	WIMAX	FLASH-ODFM	3G UTMS
Standardi	3GPP UTMS WCDMA	IEEE 802.11b	IEEE 802.16d	Valmistaja- kohtainen	3GPP UTMS TDD
Taajuusalue	1,9 ja 2,1 GHz	2,4 GHz	3,5 GHz	450 MHz	2,02 GHz
Max. nopeus teoriassa	2 Mbps	11 Mbps	75 Mbps	3,2 Mbps	12 Mbps
Max. nopeus käytännössä	384 kbps	2 Mbps	1-10 Mbps	1 Mbps	2 Mbps
Tukiaseman max.kantama	12 km	satoja metrejä	10-15 km	25 km	29 km
Luotettava pu- heensiirto	Kyllä	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Mobiili	Kyllä	Ei	Ei	Kyllä	Kyllä
Peittoalue	paikallinen/ alueellinen	paikallinen	alueellinen	valtakunnallinen	paikallinen

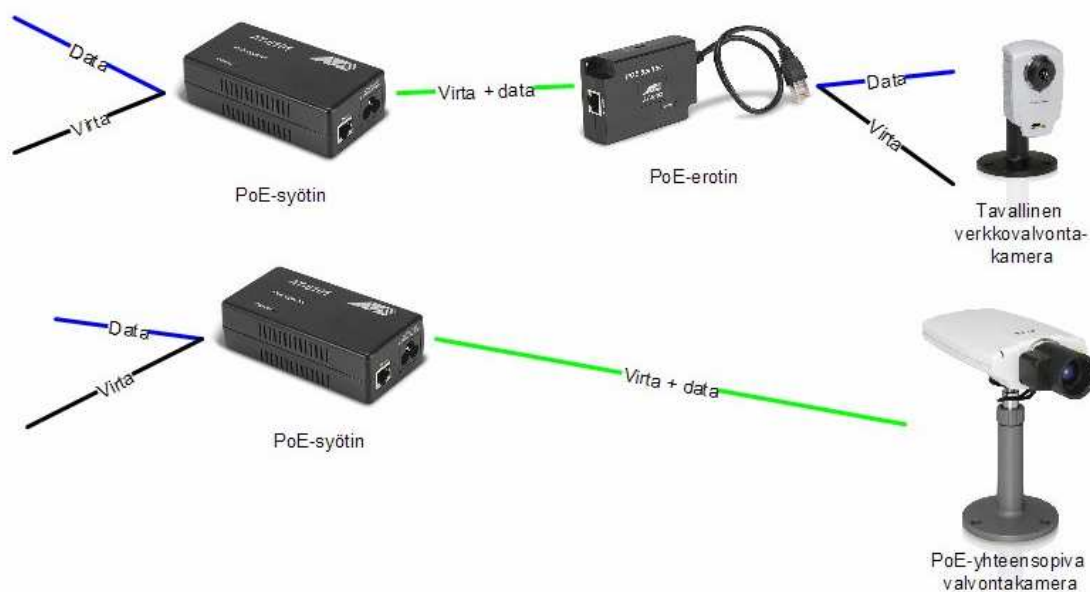
Taulukko 2 Langattomia verkkoyhteystekniikoita (Hämäläinen 2005, 58)

Yllä on Tietokone-lehdessä esitetty taulukko (Taulukko 2) eri langattomien tekniikoiden eroista. Taulukossa on eritelty langattomien yhteystyyppien nimiä, taajuusalueita, nopeuksia, kantamaa sekä operaattorirakennetta. Wlan-verkon osalta taulukko ei ole ajantasainen koska wlan-tekniikat ovat kehittyneet nopeudeltaan taulukon julkaisemisen jälkeen. Kaaviossa on esitetty termit *luotettava puheensiirto* sekä *mobiili*. Luotettavalla puheensiirrolla tarkoitetaan verkon kykyä tarjota riittävästi kaistaa ruuhkatilanteissa verkon yli välitettävälle ip-puheelle. Mobiiliudella tarkoitetaan yhteyden säilymistä liikkuvassa kohteessa siirryttäessä tukiaseman alueelta toiselle. (Hämäläinen 2005, 57-58.)

3.6.4 Power Over Ethernet

Ethernet-verkkoon kytkettyjen verkkokameroiden virransyöttö voidaan hoitaa PoE (Power over Ethernet) –tekniikalla. PoE-tekniikassa käytetään Cat3/Cat5-kaapelin johdinpareja kameran tai muun verkkolaitteen käyttövirran syöttämiseksi. Samoja johdinpareja voidaan käyttää sekä virran että datan siirtämiseen. Valvontakameroiden lisäksi tekniikkaa käytetään esimerkiksi wlan-tukiasemien virransyöttöön. Nykyisin yleisesti käytössä oleva IEEE802.3af –standardin mukainen tekniikka mahdollistaa n. 13 watin virransyötön verkon yli. PoE-tekniikalla saatava virta riittää hyvin tavallisille kiinteille kameroille sisäkäytössä. (Technical Guide to Network Video 2006, PowerOverEthernet.com 2007.)

Käytössä olevan PoE-standardin seuraajaksi on kehitteillä standardi IEEE802.3at, josta käytetään myös nimitystä PoE+ tai High Power PoE. PoE+ kykenee virransyötössä jopa 56 watin tehoon, minkä pitäisi riittää kääntyville kameroille ja lämmittimille. PoE+ -standardin mukaisia laitteita on jo markkinoilla, mutta itse standardin uskotaan valmistuvan vasta vuonna 2008. (PowerOverEthernet.com 2007.)



Kuva 11 PoE-syöttimien ja –erottimien käyttö (kuvat © Allied Telesis & Axis Communications)

PoE-virransyöttöön vaaditaan yhteensopivan valvontakameran lisäksi virransyöttöön kykenevä verkkokytkin. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää yllä olevassa kuvassa (Kuva 11) olevaa erillistä PoE-virransyötintä tai kamerasäädin PoE-erotinta (PoE Splitter). PoE-virransyöttimellä voidaan tavallisen kytkimen jälkeen syöttää kaapeliin myös käyttäjännite. PoE Splitter-laitteella erotetaan virta verkkokaapelista kytkettäväksi kamerasäädin erilliseen virtapistokkeeseen. (PowerOverEthernet.com 2007.) Uudemmissa kameroissa, kuten kuvan 11 alaosassa esitetyssä Axis 211-kamerassa, PoE-ominaisuus on sisäänrakennettuna jolloin erillistä PoE-erotinta ei tarvita vaan kamera osaa itse hyödyntää PoE-käyttäjännitettä.

3.7 Kuvatallennus

Seuraavissa kappaleissa käsittelen valvontakameran tuottamaa kuvamateriaalia sekä sen käsittelyä. Kuvamateriaalin siirto analogisessa sekä digitaalisessa muodossa eroavat toisistaan. Kuvalaatu sekä kuvatahti määräytyvät uudemmissa järjestelmissä tarpeen mukaan.

3.7.1 PAL-järjestelmä ja kuvatahti

Valvontakamerasta saatavan kuvamateriaalin käytettävyyteen vaikuttaa suuresti se, kuinka tunnistettavia henkilöt ovat kuvassa. Kuvanlaatuun vaikuttavat esimerkiksi valaistus, kameran objektiivi sekä kuvan tarkkuus. Analogikameroissa käytetty PAL-televisiostandardi rajoittaa kuvatarkkuuden 625 vaakajuovaan. Käytännössä analogisten valvontakameroiden kuvatarkkuus jää tämän alle. (Technical Guide to Network Video 2006, 18; Videovalvontajärjestelmät 2003, 43.)

Juovista muodostuva kuva luetaan analogisesta kamerasta kahdessa vaiheessa. Ensin luetaan kuvan ylälaidan ja sitten kuvan alalaidan juovat. Interlaced Scan-muodossa kuvasta luetaan ensin parittomat ja sitten parilliset juovat, jolloin kuvadataa saadaan koko kuvan alueelta joka pyyhkäisyllä. Analoginen kuvasignaali toistetaan 25 Hertzin taajuudella – ihmissilmä tunnistaa 25 kuvaa sekunnissa liikkuvaksi, jatkuvaksi kuvaksi. Verkkopohjaisissa kameroissa kuva voidaan ottaa myös Progressive Scan –muodossa, jossa kuvan jokainen juova luetaan samalla kerralla. (Videovalvontajärjestelmät 2003, 43-45; Technical Guide to Network Video 2006, 17-19; Matchett 2003, 73.)

Tallennettaessa kuvatahti voidaan valita yleensä portaattomasti tarpeen mukaan. 25 kuvaa sekunnissa tuottavan analogisen kameran kuva tulee kaapelissa jatkuvasti kameran syöttämänä. Verkkopohjaisessa järjestelmässä kuvaa haetaan kameralta tarpeen mukaan. Kamera syöttää kuvaa verkon suorituskyvystä riippuen eri tahtiin eri katselijoille. Kuvatahti voi riippua myös kameran havaitsemasta liikkeestä. (Technical Guide to Network Video 2006, 57-58.)

3.7.2 Tallennetun kuvan koko ja pakkaus

Kameroiden syöttämä kuvamateriaali voidaan pakata monella eri tekniikalla. Pakkauksen avulla kuvamateriaali saadaan mahtumaan pienempään tilaan. Analogista kuvaa vastaanottava tallennin muuttaa kuvamateriaalin digitaaliseen muotoon ja pakkaa sen jälkeen kuvamateriaalin tallentimen kovalevylle. Verkkopohjaisissa valvontakameroissa kuva saadaan suoraan kameralta valmiiksi pakattuna eikä ad/da-muunnoksia tapahdu kuvan siirron aikana. Seuraavissa kappaleissa käsittelen tallennetun kuvan kuvakokoja sekä pakkaustiheyksiä.

Alla olevassa kuvassa (Kuva 12) on vertailtu eri kuvakokoja. Analogisissa kameroissa kuvan tallennuskoko rajoittuu kuvamateriaalin lähetysmuodon mukaan; PAL-järjestelmässä digitoidun kuvan maksimitarkkuus on 704 x 576 pikseliä (4CIF). Käytännössä kuvakoko jää pienemmäksi kameran ja kaapeloinnin sallimasta kuvalaadusta riippuen. Verkkopohjaisilla kameroilla kuvatarkkuus on useimmiten VGA-tasoista ja kooltaan 640 x 480 pikseliä. Kuvakokoa pystytään tarvittaessa pienentämään esimerkiksi rajallisen tallennustilan vuoksi.



Kuva 12 Kameravalvonnassa käytetyt kuvakoot

Nykyään on usealla valmistajalla tarjolla myös ns. megapikselikameroita, joiden tarkkuus on joko 1024x768 tai jopa 1600x1200 pikseliä. Axis Communicatios AB:llä (Axis 212 PTZ Network Camera 2007) sekä loimage Ltd:llä (3-Megapixel intelligent IP security camera with built-in video analytics 2007) on tarjolla kameroita joissa kuva-ala on vieläkin suurempi. Näissä kameroissa koko kuva-alaa ei kuitenkaan tallenneta vaan ylimääräistä tarkkuutta käytetään kuvan digitaaliseen suurentamiseen. Analogisille kameroille Vakuutusyhtiöiden keskusliitto (2006, 3) suosittelee kohdehenkilön yksilöivän kuvan saamiseksi sellaista objektiivia ja kuvausetäisyyttä, että kuvattava kohde on korkeudeltaan 120% kuvan korkeuteen verrattuna. Megapikselitarkkuuksista kameraa käyttämällä voidaan yhdellä kameralla saada joko tarkempaa kuvaa tai sillä voidaan valvoa leveämpää aluetta tarkkuus säilyttäen. (Technical Guide to Network Video 2006, 24-25; Matchett 2003, 72.)

Kuvamateriaalin pakkaamiseen käytetään yksittäisten kuvien kohdalla yleistä JPEG-pakkausta tai jatkuvan videon kohdalla MPEG4-pakkausta. Valvontakameroissa JPEG-kuvaa voidaan tuottaa myös MJPEG-videona, joka käytännössä koostuu perättäisistä JPEG-kuvista. MPEG4 on tarkoitettu videon pakkaamiseen ja sitä käytettäessä päästään pienempään verkkoliikenteeseen JPEG-pakkaukseen verrattuna. MPEG4-pakkauksessa myös ääni voidaan sisällyttää samaan datavirtaan. JPEG-pakkauksessa kuvavirrasta tulevat kuvat tallennetaan yksittäisinä kuvina tietyin väliajoin. MPEG-pakkauksessa kuvavirrasta tallennetaan tietyin väliajoin yksittäiset kuvat. Tämän lisäksi tallennetaan yksittäisten kuvien välissä pelkät kuvassa tapahtuneet muutokset koko kuvan tallentamisen sijaan. MPEG4-pakkauksen varhaisempi versio MPEG2 on tuttu dvd-levyillä käytettävänä pakkaustapana. (Alho 2004, 24-26; Matchett 2003, 121-123; Technical Guide to Network Video 2006, 20-23.)

Videovalvonnassa vähemmän käytettyjä ovat mm. Wavelet- sekä H.263-pakkaustavat. Wavelet on kehittyneempi pakkaustapa jossa kuvat pakataan moneen kertaan eri koossa kuvavirran tapahtumien mukaan. H.263 taas on alun perin kehitetty hitaille siirtoyhteyksille videoneuvotteluja varten. Matchettin (2003, 123) mukaan Wavelet-tekniikan osuus markkinoilla kasvaa nopeasti sen pakkaustehokkuuden vuoksi. (Matchett 2003, 123; Technical Guide to Network Video 2006, 21.)

Alla olevassa kuvassa (Kuva 6) on verrattu Axis 207W-verkkovalvontakameran tuottamaa kuvaa eri pakkauslaaduilla. Kuvat on tallennettu JPEG-muodossa CIF-resoluutiolla (352x288 pikseliä). Vasemmanpuoleisessa kuvassa pakkaustiheytenä on käytetty arvoa 90 kuvan koon ollessa 5,1 kilotavua. Oikeanpuoleisessa kuvassa pakkausta on käytetty arvolla 10, ja kuvan kooksi on kertynyt 33,7 kilotavua. Pakkauksessa pienin mahdollinen arvo 1 tarkoittaa parasta kuvaa ja isointa tiedostokokoa. Suurin arvo 100 tekee tiedostosta pienimmän kuvanlaadun kustannuksella.



Kuva 13 JPEG-kuva eri pakkauksella

3.7.3 Uudet tekniikat

Takalan (1998, 10) mukaan rikos edellyttää tapahtuakseen kolmea asiaa: motivoitunutta rikosentekijää, rikoskohdetta ja kykenevän valvojan puuttumista. Kykenevällä valvojalla tarkoitetaan tässä yhteydessä jokaista, joka voi vaikuttaa rikoksen syntymiseen puuttumalla tapahtumien kulkuun. Valvontakamera voi olla kykenevä valvoja, mutta se edellyttää että rikosentekijä uskoo valvontakameran vaikuttavan rikoksen teon kulkuun. Kykenevän valvojan erääksi tärkeäksi ominaisuudeksi Takala (1998, 12) mainitsee vuorovaikutuksen. Vuorovaikutusta kameravalvonnassa voidaan tehostaa ip-pohjaisessa kameravalvonnassa kameraan liitettyllä ääniyhteydellä. MPEG-siirtotekniikka mahdollistaa äänen kuljettamisen samassa datavirrassa kuvan kanssa (Alho 2004, 25). Esimerkiksi ISS Security lanseerasi vuonna 2006 Virtuaalivartijapalvelun. Palvelu on tarkoitettu yksin työskentelevien turvaksi ja yksin työskentelevä saa sen avulla tarvittaessa kaksisuuntaisen puheyhteyden valvomossa työskentelevään vartijaan. Vartija pystyy lisäksi seuraamaan samalla valvontakameran välittämää kuvaa. (Virtuaalivartija 2007.)

Axis Communications AB taas julkisti vuonna 2006 kävijälaskentatoiminnolla varustetun videopalvelimen. Videopalvelin pystyy siihen kytketyn kameran avulla tarjoamaan verkon yli kameravalvontakuvaa videotallentimelle ja lisäksi kävijälaskuritietoa muille sovelluksille. Kävijälaskenta ei siis kuormita tässä tapauksessa videotallenninta, koska älykkyyttä on siirretty tallentimelta kameroille. Samalla vältetään erillisen sisääntuloa valvovan kameran hankinnalta kävijälaskurin lisäksi. (Technical Guide to Network Video 2006, 73-76.)

Verkkopohjainen tallennus mahdollistaa myös sen, että kameravalvonnan hankkijan ei tarvitse investoida ollenkaan tallennuslaitteisiin, vaan hän voi hankkia tallennuksen tietoverkon yli tapahtuvana palveluna. Suomessa tällaista palvelua tarjoavat IP-Valvonta Oy sekä AXNet Oy. IP-Valvonta Oy aloitti palvelun tarjoamisen vuoden 2005 lopussa käyttäen ASAN Security Technologies Oy:n verkkotallentimia. AXNet Oy:n kohdalla palvelu julkistettiin tammikuussa 2007. AXNet Oy ei kuitenkaan mainitse käyttämäänsä tallennusohjelmistoa. Käyttäjälle palveluna ostettu tallennus mahdollistaa esimerkiksi yhden kameran livekuvan sekä tallennuksen katselun paikasta riippumatta. (Tallennuspalvelu 2007, AXNet tallennuspalvelu 2007.)

3.7.4 Tallentimet

DVR – Digital Video Recorder – tarkoittaa yleensä kameroihin kytkettyä kovalevytallenninta jonne kuvat tallentuvat digitaalisessa muodossa. Tallennin toimii joko pc-tietokoneella ajettavana ohjelmistona tai sulautettuna järjestelmänä. Tallennin on usein varustettu analogisten kameroiden sekä monitorien liitinten lisäksi hälytystuloilla sekä kameroiden ohjaamiseen tarkoitetuilla sarjaportteilla. Analogiset kamerrat kytketään suoraan tallentimeen tai joissain tapauksissa tallentimeen liitettyyn parikaapelivastaanottiin tai kuitumuuntimeen. (Alho 2004, 6; Videovalvontajärjestelmät 2003, 155-175.)

Uudemmat DVR-tallentimet on usein varustettu myös verkkoliitännällä. Verkkoliitäntä mahdollistaa tallentimen kytkemisen yrityksen lähiverkkoon tai internetiin. Tallenninta voidaan käyttää tämän jälkeen tietokoneella verkon yli. Tallentimesta riippuen etäkäyttö tapahtuu esimerkiksi omalla ohjelmallaan tai selaimella toimivalla web-käyttöliittymällä. Ennen DVR-tallentimia käytettyihin videonauhureihin nähden DVR-tallentimien etuina

ovat etäkäytön lisäksi myös parempi kuvanlaatu sekä helpompi vanhojen tallenteiden haku (Alho 2004, 6.)

NVR – Network Video Recorder – on toiminnallisuudeltaan muuten kuten DVR mutta painottuu verkon kautta tapahtuvaan tallentamiseen ja käyttöön. Kameran kytetään tallentimeen lähiverkon kautta, eikä tallentimessa ole ollenkaan suoraa analogiliitäntöä. Myös tallentimen käyttö tapahtuu lähiverkon yli pc-tietokoneella. (Technical Guide to Network Video 2006, 64.)

4 HAASTATTELUJEN TUOTOS

Seuraavissa kappaleissa käsittelen teemahaastatteluissa ilmenneitä tutkimusongelmaa valottavia asioita. Aiheet on jäsennetty eri osa-alueisiin teoriapohjan mukaisesti. Haastatteluissa ilmenneiden asioiden tukena käytetään teoriapohjasta saatua tietoa.

4.1 Siirtyminen uuteen tekniikkaan

Haastateltujen mukaan analogisilla kameravalvontajärjestelmillä on vahva pohja Suomessa. Miksi verkkopohjaista kameravalvontaa sitten hankitaan? Syynä saattavat olla niin kustannussäästöt, joustavuuden hakeminen kuin uusimman tekniikan tavoittelemisenkin. Siirtyminen uusiin järjestelmiin tapahtuu hitaasti – mahdollisesti kokemuksia etsimällä ja paloittain järjestelmiä uusimalla.

J-E. Holmströmin mukaan jo 60 vuotta markkinoilla olleen analogisen kameravalvonnan luoma pohja on erittäin vahva. Analogisia valvontakameroita on vuosien varrella myyty paljon. Myös J. Kaikkonen mainitsi analogikameroiden olevan tuotannoltaan loppuun viritettyjä mikä on vaikuttanut erityisesti yksikköhintoihin. Alhon (2004, 35) mukaan etuna analogisilla kameroilla on myös suuri valmistajamäärä ja laaja valikoima. Analogisia kameroita löytyy erilaisiin erikoistarpeisiin: kameroita valmistetaan erityisen pienikokoisina, erikoismuotoiltuina tai vedenpitävinä. Laajasta valikoimasta johtuen käyttötarkoitukseen soveltuva kamera on helpompi valita. Alhon mukaan myös suuret valmistusmäärät ovat tuoneet kameroiden hinnat alas. (Alho 2004, 35.)

Verkkopohjaiseen järjestelmään siirtyminen tapahtuu hitaasti, sillä kameroiden rikkoutuessa ne pyritään korvaamaan samanlaisilla uusimalla koko järjestelmää. Sandholm kertoi järjestelmissä käytettävän vielä paljon myös mustavalkokuvaa tuottavia kameroita. Muutoksen hitaus johtuu myös palvelutoimittajista: asiakas saattaa tarjouspyynnössä vaatia verkkopohjaista järjestelmää mutta tarjoukset tehdään silti perinteiseen tapaan analogisina. Asiakkaat ovat myös tottuneet analogiseen kameravalvontatekniikkaan. Analogivalvontaa tarjoavat yritykset pysyvät vielä analogijärjestelmissä; verkkopohjaista kameravalvontaa markkinoidaan paljon ominaisuuksilla jotka olivat jo ensimmäisissä verkkokameroissa 10 vuotta sitten. (Holmström 2007, Sandholm 2007, kts. myös Networking/IP to drive video surveillance market growth 2007.)

Siirtyminen analogisesta verkkopohjaiseen järjestelmään tapahtuu osa osalta. Osa kameroista saatetaan Sandholmin mukaan hankkia kokeilumielessä verkkopohjaisina. Näistä kertyneillä kokemuksilla taas perustellaan jatkohankintoja. Luonnollinen siirtymispolku verkkopohjaiseen valvontaan on videopalvelimien käyttäminen. Kameroista uusitaan osa ja käyttökelpoiset vanhat kamerrat varustetaan videopalvelimilla verkkotalennukseen liitettäväksi. Kolu mainitsi videopalvelinten myös säästävän järjestelmän hankintakustannuksia vanhan tekniikan osittaisen säilyttämisen osalta mutta myös mädaltavan kynnyistä uuteen tekniikkaan siirtymisessä. (Sandholm 2007, Kolu 2007)

J.Kaikkonen lisäsi aiheeseen verkkokamerapuolella tulevan kameroiden monipuolisuuden. Analogipuolella kamerrat hankittiin usein kaikki samanlaisina, kun taas verkkokameroissa kamera pyritään valitsemaan käyttötarkoituksensa mukaan. Kameroiden ominaisuuksia voidaan ottaa käyttöön vaiheittain. Verkkoon liitettävyyden tuo mukaan myös järjestelmän dynaamisuuden; kameroiden tyyppiä ja paikkaa voidaan vaihdella tarpeen mukaan.

4.2 Kameravalvontatekniikan kehittyminen

Analogiset kamerajärjestelmät ovat J.Kaikkosen mukaan pitkään käytössä olleina standardisoitu hyvin – eri kamerrat ja järjestelmät ovat keskenään yhdisteltävissä. Verkkopohjaisissa kameroissa ongelmana taas on standardien puute. Periaatteessa yhteensopivat http-standardit eivät käytännössä sitä kuitenkaan ole. Kaikista kameroista tulisi saada kuvaa jollakin yhtenäisellä rajapinnalla sekä protokollalla. J.Kaikkonen pohitti myös laatustandardin tarvetta verkkokameroille. Analogipuolella esimerkiksi kamerassa käytetyn kuvakennon koko ja tyyppi kertoo paljon kameran suorituskyvystä.

Verkkokameroissa suurena haasteena on onnistuneen ohjelmiston tekeminen kameran päähän.

Asennettavuuden kannalta verkkokamerat ovat helppoja. Suuri osa kuvasäädöistä pystytään tekemään verkon yli koneelta eikä itse kameran asennuspisteessä tarvitse käyttää paljoa aikaa. (J.Kaikkonen 2007) Lisäksi asennusta helpottaa virransyötön ja kaapeloinnin osalta omassa kappaleessaan käsitelty Power Over Ethernet- tekniikka.

Kuvanlaatu on ollut eräänä myyntiargumenttina verkkopohjaista kameravalvontaa markkinoitaessa. J. Kaikkonen kertoikin analogitekniikan standardin olevan myös sen rajoitteena; televisiotekniikka rajoittaa kuvanlaadun eikä sitä pystytä parantamaan. Esimerkiksi jo kameran kuvakennon uudemmallalla Progressive Scan -lukutekniikalla parannetaan kuvanlaatua huomattavasti, kun kuvan ottaminen ei rajoitu PAL-standardin puolikenttiin ja juovien lukemiseen. Eteenpäin kuvalaadussa päästään myös megapikselikameroilla, vaikkakin Kaikkonen mainitsee niiden suurimmaksi rajoitteeksi suuremman kuvakoon tuoman kuorman kameroille, verkolle ja tallentimille. Kameran tuottaman kuvatahti ei myöskään pääse korkeaksi megapikselitasoista kuvaa tuottaessa. Kuvatahtia parannettaessa kameraan liittyvä älykkyys kuten liikkeentunnistus kärsii kameran prosessointitehon rajoittamana. (J.Kaikkonen 2007.)

Kolun (2007) mukaan Sonyn kameroista ei tällä hetkellä löydy megapikselitarkkuutta tuottavia malleja mutta ne ovat tulossa. Kuvanlaadun hyödyt verkkopohjaisessa järjestelmässä tulevat kuvan siirtämisestä kokonaisuudessaan digitaalisena. Kuvan muuntaminen ja uudelleenpakkaus siirron eri vaiheissa heikentävät laatua. Analogipuolella myös siirtoetäisyydet sekä signaalitason lasku heikentävät kuvaa.

Kotilaisen (2007, 14-15) artikkelissaan haastatteleman T. Lehtisen mukaan verkkopohjaisissa kameravalvontajärjestelmissä kustannussäästöjä saadaan myös tallennustekniikassa ohjelmistojen osalta. Kun tallennustekniikka hankitaan ohjelmistona voidaan laitteistona käyttää yrityksen muun laitekannan mukaisia palvelimia. Verkkotallennin ei tarvitse analogisia kameraliitännöitä joten tallenninohjelmiston alla käytettävä laitteisto ei ole sidottu tiettyyn merkkiin. Ohjelmistoja päivitettäessä voidaan myös tallentimien kohdalla ottaa käyttöön uusia ominaisuuksia. Tietokoneella toimivina ohjelmistot ovat Lehtisen mukaan käyttäjien helposti omaksuttavissa. (Kotilainen 2007, 14-15.)

Verkkopohjaisen järjestelmän etuina ovat myös paikasta riippumattomuus sekä skaalautuvuus. Lehtisen (Kotilainen 2007, 15) mukaan tallentimet ja kamerat voidaan sijoittaa minne tahansa verkon alueelle. Suurin osa haastatelluista mainitsi tähän liittyvänä verkkotallennuksen etuna kameravalvonnan laajennettavuuden ja joustavuuden. Kameravalvontaverkosta tulee dynaaminen kokonaisuus, jota pystytään tarvittaessa muuttamaan tai lisäämään valvontakohteen toiminnan mukaan. Uudet kamerat voidaan lisätä verkkoon joko langallisena tai langattomana. Kamerajärjestelmien joustavuus tuo myös uusia käyttökohteita, kuten liikkuvat kohteet kuljetusalalla ja joukkoliikenteessä.

4.2.1 Power Over Ethernet

Power over Ethernet-tekniikkaa käsitellään seuraavissa kappaleissa. Tekniikka otettiin omaksi otsikokseen sen merkittävyyden vuoksi. PoE vaikuttaa kuitenkin verkkopohjaisissa valvontajärjestelmissä huomattavasti asennukseen, kaapelointiin ja toiminnan varmistamiseen.

E. Kaikkosen (2007) mukaan perinteisesti sähkökaapeliurakkaan liittyvässä turvakaapelointiurakassa on virransyöttö järjestetty 230 V pistokkeena jokaisen kameran viereen. Virransyöttöä ei välttämättä ole erikseen varmennettu kameroiden virtapistokkeille. Kattavaan virtakaapelointiin saattaa myös vaikuttaa J. Kaikkosen (2007) mainitsema sähkösuunnittelijoiden epätietoisuus uusien järjestelmien ominaisuuksista. Power Over Ethernet on haastateltujen mukaan uutena tekniikkana houkutteleva, sillä se mahdollistaisi verkkovirtapistokkeiden kaapeloinnin pois jättämisen ja virransyötön varmistamisen ups-varmennettujen kytkimien avulla. M. Turunen (2007) totesi akkuvarmennetun ratkaisun tekemisen 230V-sähköverkkoon olevan kallista: jokaisen kameran pistokkeen kohdalla joudutaan miettimään missä sähköryhmässä ja minkä sulakkeen alla pistoke on. Varavoima joudutaan myös mitoittamaan riittäväksi kaikille kameran kanssa samaan ryhmään kytketyille laitteille. T. Sandholm (2007) esitti PoE-järjestelmän haasteena kytkimien virransyötön: 24 kameralle virtaa syöttävä PoE-kytkin tarvitsee huomattavan paljon virtaa ja jäähdytystä.

PoE-standardi riittää hyvin tavallisten sisäkameroiden virransyöttöön. Maksimiteho kameran päässä on 12,9 wattia (Technical Guide to Network Video 2006, 40). Nykyistä IEEE802.3af-standardin mukaista PoE-virransyöttöä ei voida käyttää ulkokameroiden tai PTZ-kameroiden kanssa niiden vaatimasta suuremmasta tehosta johtuen. Uusi,

valmisteilla oleva 802.3at-standardi tulee kuitenkin mahdollistamaan jopa yli 50 watin tehon (PowerOverEthernet.com 2007). J-E.Holmströmin (2007) mukaan nykystandardilla käytetäänkin usein ulkoista virransyöttöä kameran kotelon lämmitykselle kun taas itse kameran virransyöttö on hoidettu varmistetulla PoE-ratkaisulla.

Verkkopohjaista kameravalvontaa toteutettaessa verkkokytkimet joudutaan E. Kaikkosen (2007) mukaan joka tapauksessa hankkimaan kameroita varten, joten ne voidaan saman tien ottaa kameroiden virransyöttöön kykenevinä. PoE-ominaisuus alkaa myös löytyä vakio-ominaisuutena suuressa osassa kameroita joten asiakkaat osaavat sitä myös vaatia. Uudiskohteissa virtakaapelointi tehdään kameroille yleensä valmiiksi, mutta vanhoihin rakennuksiin tehtävissä asennuksissa tai järjestelmän laajentamisissa PoE tulee kuitenkin huomattavasti halvemmaksi kuin uudet sähkövedot. M. Turunen (2007) ja T. Sandholm (2007) mainitsivat hintaeron vaikuttimeksi etenkin sen, ettei asennusurakkaan tarvitse tilata sähkömiestä erikseen.

Sandholm kertoi myös akkuvarmennettuun PoE-ratkaisuun liittyen kytkinten vikaantumistiheydestä: PoE-kytkin on yhtä vikaantuva tavalliseen kytkimeen verrattuna. PoE-kytkimen hajotessa kameratkaan eivät saa enää virtaa. Vikaantumistilanteessa PoE-varakytkinten saatavuudesta tulisi myös mielestäni huolehtia: jos vastaavaa PoE-syöttöön kykenevää kytkintä tai riittävää määrää PoE-syöttimiä ei ole saatavilla on suuri määrä kameroita pimeänä varakytkimen saapumiseen asti.

4.2.2 Langattomat siirtoyhteydet

Langattomat siirtoyhteydet ovat kameravalvonnassa kasvuvaiheessa. Kameravalvonnassa langattomien yhteyksien käyttöä ovat rajoittaneet lähinnä saatavilla olevien yhteyksien käyttövaikeudet: yhteydet ovat hitaita, päätelaitteet kalliita ja osa yhteystekniikoista on vaatinut erityisen käyttöluvan. Uudet etenkin kuluttajamarkkinoille suunnatut langattomat tekniikat ovat käyttökelpoisia myös kameravalvonnassa.

Langattomia siirtoyhteyksiä käytetään verkkopohjaisessa kameravalvonnassa pääasiassa kahdesta syystä: kustannusten laskemiseksi tai joustavuuden hakemiseksi. Kustannusten säästö langatonta tekniikkaa käyttäen tapahtuu yleensä pitkillä kaapelointietäisyyksillä tai hankalissa kaapelointiolosuhteissa. E. Kaikkosen (2007) mukaan kiinnostusta langattomaan tekniikkaan asiakkaiden suunnalta on paljon; harva kuitenkaan

hankkii itselleen sellaista. Sandholm (2007) kuvasi langattomiin tekniikoihin kohdistuvaa kiinnostusta uutuudenviehätykseksi. Asiakkaat eivät välttämättä tiedä uudesta tekniikasta mutta ovat kiinnostuneita sen tarjoamista uusista mahdollisuuksista.

Käyttökohteina langattomille ratkaisuille ovat E. Kaikkosen (2007) ja J. Kaikkosen (2007) mukaan esimerkiksi isot satama- ja varasto ympäristöt sekä viranomaiskäyttö erityisalueilla; raja-alueilla tai saaristossa langattomat ratkaisut ovat hyvinkin käyttökelpoisia ja kilpailukykyisiä kaapelointiratkaisuihin verrattuna. J-E. Holmström (2007) sekä T.Sandholm (2007) mainitsivat myös logistiikan varastokeskuksissa paljon käytetyt wlan-verkot jotka mahdollistavat myös valvontakäytön. J. Kaikkonen lisäsi langattoman kuvasiirron esimerkikohteiksi isot tehdasalueet joissa kehäaita on kilometrien pituinen. Näissä paikoissa valvontakuva siirretään yhteen paikkaan jolloin langattomat ratkaisut ovat käytännöllisiä. Lisäksi langattomia ratkaisuja käytetään paikoissa joissa haetaan ratkaisulta muunneltavuutta; kameroiden paikkaa voidaan vaihdella langattoman verkon alueella tarpeen mukaan. J.Kaikkonen vertasi muunneltavuutta poliisin liikennevalvontaan jossa kallista kameraa vaihdellaan epäsäännöllisesti valmiiden kameratolppien kesken. Aikaisemmin myymälöissä oli saatettu käyttää valekameroita aitojen kameroiden lisäksi – nykyään voidaan käyttää aitoja kameroita joiden paikkaa vaihdellaan tarpeen mukaan. (J.Kaikkonen 2007.) Paikanvaihto ja muunneltavuus ei kuitenkaan ole sidottu langattomuuteen verkkotekniikassa. Kamera voidaan myös sijoittaa mihin tahansa langalliseen pisteeseen josta on verkkoyhteys tallentimeen.

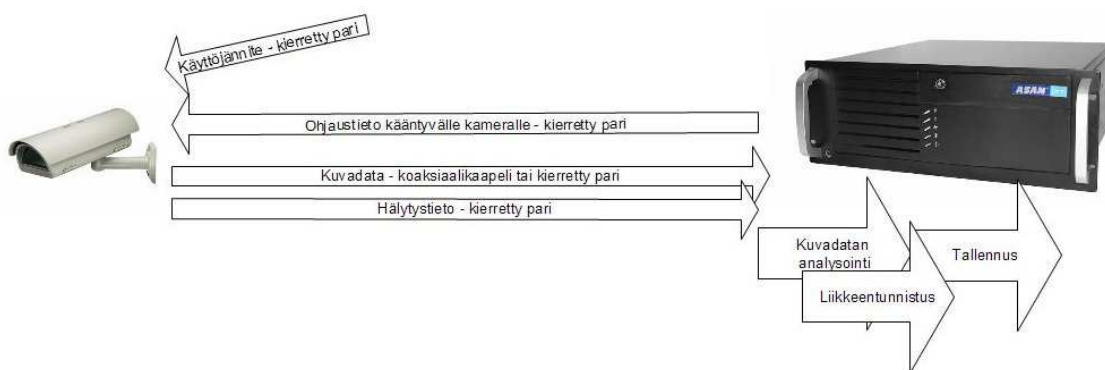
E. Kaikkosen (2007) mukaan ongelmaksi langattomia tekniikoita käyttäessä muodostuu usein kaistanleveys. Langaton tekniikka ei mahdollista monen kameran yhtäaikaista valvontaa. J. Kaikkonen (2007) mainitsi myös 3G-verkoissa ilmenevän suuren latenssin (vasteajan), joka aiheuttaa haasteita valvontavideon siirrolle ja käytölle. Gsm-verkon gprs-tekniikan suurimmaksi ongelmaksi J.Kaikkonen kertoi kapean kaistanleveyden lisäksi myös epävakauden. Väistyvästä liikenteestä gprs saattaa katketa välillä kokonaan eikä kameravalvonnalle voida taata minimikaistaa. Gprs-siirto on myös hidasta laitteelta verkon suuntaan.

J.Kaikkonen mainitsi langattomien ratkaisujen etuna helpot kaupallisesti saatavilla olevat ratkaisut. Etenkin WLAN-tekniikan osalta päätelaitteiden suuret myyntimäärät ovat tuoneet yksikköhintoja alas. Uuden 450 MHz tekniikan osalta todettiin suurempien nopeuksien sekä kattavan peittoalueen luovan uusia mahdollisuuksia langattomien ratkaisujen käyttöönotossa. (J.Kaikkonen 2007.)

4.2.3 Älykkyys kameravalvonnassa

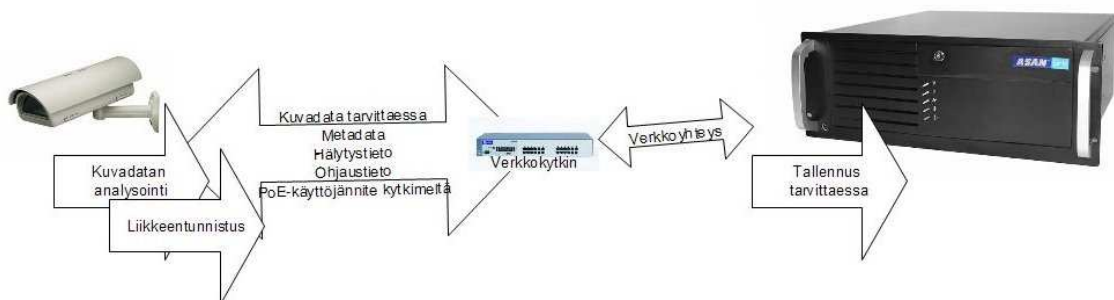
Verkkokameroiden merkittävimpana etuna on nimenomaan kuvan siirto kokonaisuudessaan digitaalisena. Kuvanlaatu ei heikkene pitkilläkään siirtoyhteyksillä ja lisäksi tietoverkossa voidaan kuvan ohella kuljettaa muitakin valvontaan liittyvää dataa. Tällaista voi olla esimerkiksi ääni, kuvaan liittyvä tai kuvasta tunnistettu rekisterinumero tai kuvattuun kassatapahtumaan liittyvä kuittinumero. Myös kameroiden ohjaustieto voidaan siirtää samaa reittiä. (Technical Guide to Network Video 2006, 69-70, 73-76.) R.Kolun (2007) mukaan Sony'n uusimmissa kameroissa itse kamera tuottaa kuvasta metadataa, joka voidaan siirtää kuvamateriaalin ohessa.

Alla olevissa kuvissa (Kuva 14, Kuva 15) on selvitetty haastatteluissa ilmennyt ero analogisen videon sekä verkkopohjaisen tiedonsiirron kanssa. Analogisessa kameravalvontajärjestelmässä (Kuva 14) kuvadata, ohjaustieto, hälytystiedot sekä käyttöjännite siirretään yleensä omia kaapeleitaan pitkin. Kierrettyä neliparista parikaapelia käytettäessä voidaan yhden kaapelin pareissa kuljettaa tarvittavat tiedot. Kameralta saatu kuvadata on analysoimatonta raakakuva, joka tallenninpäässä tallennetaan ja analysoidaan. Tallennus voidaan aktivoida esimerkiksi tallentimen tekemällä liikkeentunnistuksella jolloin tallennetaan vain liikettä sisältävät kuvat. Kuvadatan analysointi aiheuttaa monen kameran järjestelmässä kuormitusta tallennuslaitteelle.



Kuva 14 Tiedon siirto kameran ja tallentimen välillä analogisessa kameravalvontajärjestelmässä (Kuvat © Axis Communications ja ASAN Security Technologies)

Kuvan 15 verkkopohjaisessa tiedonsiirrossa kuvadata, hälytystiedot sekä ohjaustiedot voidaan siirtää kaksisuuntaista datayhteyttä käyttäen. Lisäksi käyttöjännite voidaan PoE-ratkaisuissa siirtää samaa kaapelia pitkin; tosin käyttöjännitteen siirtäminen onnistuu vain viimeiseltä kytkimeltä kameralle kaapelin maksimipituuden ollessa 100 metrin luokkaa. Väliässä ei saa olla muita kytkimiä. Kolun (2007) mukaan älykkäissä kameroissa kuvadataa voidaan analysoida jo kameran päässä ja tuoda kuvaan liittyvä metadata yhteensopiville tallentimille yhdessä kuvadatan kanssa. Kuvaan liittyvä metadata saattaa sisältää esimerkiksi rekisterinumeroita, kuvassa olevien objektien määrää tai liikettä. Kuvaan liittyvää metadataa käytetään kuvamateriaalista jälkikäteen tehtävissä haku-toimissa. Kamerapäässä kuvaan liitetty metadata säästää tallennuspalvelimen kuormaa. Verkkoon kohdistuvaa kuormaa voidaan vähentää myös kameran tekemällä liikkeen tunnistuksella, jolloin kuvaa ei siirry tallentimelle ellei kameran näkyvässä ole liikettä.



Kuva 15 Tiedon siirto kameran ja tallentimen välillä verkkopohjaisessa kameravalvontajärjestelmässä (Kuvat © Axis Communications ja ASAN Security Technologies)

Kameratallentimissa on pitkään ollut ”älykkäitä” ominaisuuksia kuten liikkeen tunnistusta. Haastateltujen mukaan uusissa kameravalvontajärjestelmissä älykkyys tarkoittaa etenkin älykkyuden hajauttamista tallentimelta kameroille. Sonyllä uusissa kameravalvontajärjestelmissä käytetään lyhennettä DEPA – Distributed Enhanced Processing Architecture. R.Kolun (2007) mukaan järjestelmissä ollaan myös menossa ”on demand” –tyyppiseen kuvanvälitykseen. Kuvaa siis lähetetään, tallennetaan, käsitellään tai näytetään kameroita valvovalle henkilöstölle vain tarpeen mukaan. Tavoitteena uusissa järjestelmissä on valvontahenkilöstön kuorman vähentäminen, ajan säästö sekä työn tehostaminen; kameran tuottamaa kuvaa valvotaan vain kun kuvassa tapahtuu valvonnan kannalta oleellisia asioita. Kameraan sijoitettua älykkyyttä käytetään siis suodattamaan valvovalle henkilöstölle tulevaa kuvavirtaa. Kuvamateriaalin määrän

kasvaessa järjestelmän älykkyyttä käytetään tiedonhaun nopeuttamiseen ja materiaalin jäsentämiseen. (Kolu 2007.) Myös Nashin (2007, 18) mukaan tulevaisuuden turvallisuusjärjestelmien merkittävimpinä ominaisuuksina tulee olemaan epäolennaisen datan suodattaminen valvontahenkilöstölle tulevasta liikenteestä. Kameravalvontajärjestelmät muuttuvat reagoivista ennakoiviksi.

J.Kaikkosen (2007) mukaan älykkäinä mainostettujen kameroiden toiminta on käytännössä ollut tähän asti heikkoa tai jopa olematonta. Kameroissa käytettävien prosessorien sekä muistien kapasiteetit ovat rajallisia, mikä voi johtaa älykkyyden tullessa käytettävyyden huonontumiseen. Esimerkiksi kuvatunnistukseen liittyvissä toiminnoissa kameran suorituskyky muodostaa suurimman pullonkaulan. Suorituskykyyn vaikuttavat osat taas muodostavat ison osan kameran hinnasta. Kaikkosen mukaan kehityssuunta on kuitenkin selvä. Hintojen laskiessa ja tekniikan kehittyessä tullaan älykkyyttä ja uusia ominaisuuksia saamaan enemmän. Nykyhetkellä kameroiden älykkyyks on kuitenkin enemmän markkinointikikka kuin todellinen lisäarvo. (Kaikkonen 2007.)

Holmström (2007) mainitsee myös verkkokuorman säästön kameran päässä tapahtuvan kuva-analysoinnin yhteydessä. Kameran älykkyyks vapauttaa valvontaa suorittavia henkilöitä muihin tehtäviin ja tehostaa siten toimintaa. Aktiivista valvontaa suoritetaan siis enemmän järjestelmän kuin ihmisten toimesta. Sandholm (2007) mainitsi esimerkiksi Tukholmassa metron laiturialueiden valvonnassa käytettävän kameran älykkyyden, jossa kamera on viritetty hälyttämään laiturin reunan ylittävästä henkilöstä ns. Tripwire-toiminnolla (kts. myös Axis network cameras in subway and commuter rail stations 2007, 40). Hyvinä kohteina älykkäälle valvonnalle mainittiin myös sellaiset alueet joissa ei ole normaalisti minkäänlaista toimintaa. Kamera voi siis hälyttää asiattomasta liikkeestä valvotulla alueella ilman henkilöiden tekemää aktiivista kameravalvontaa. (Holmström, Sandholm 2007)

4.3 Tietoturvallisuus

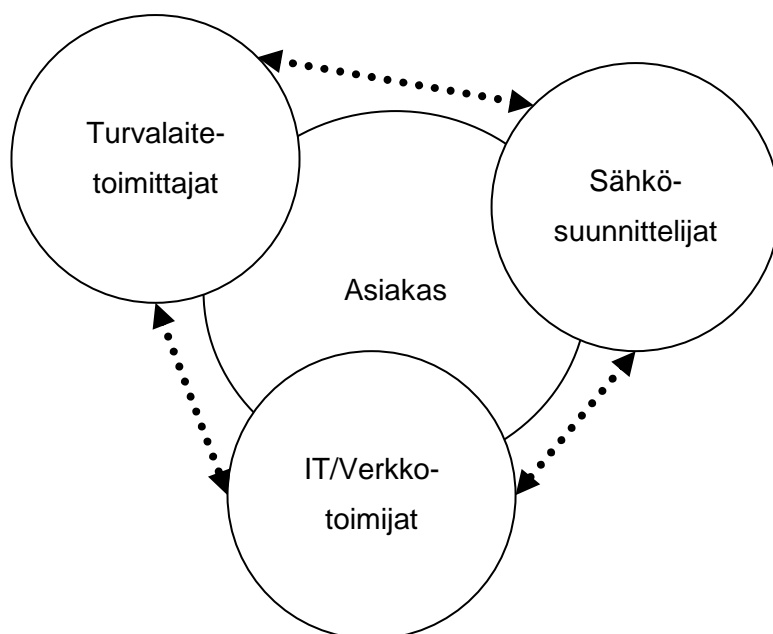
E. Kaikkosen (2007), R. Kolun (2007) ja T.Sandholmin (2007) mukaan kameravalvontajärjestelmän tietoturva liitetään usein internetistä tuleviin uhkiin. Fyysiseen verkkoon liittyviä tietoturvaratkaisuja käytetään vain ns. kovemmissa kohteissa tai kiinteistöjen ulkoseinustoilla olevissa pistokkeissa. M.Turunen (2007) valotti lisäksi fyysisen turvallisuuden ominaisuuksia; kameravalvontaverkko tulisi määrittää omaksi loogiseksi ver-

kokseen esimerkiksi VLAN-tekniikalla (Virtual LAN). Kameravalvontaverkossa ei saisi olla toimivaa DHCP-palvelinta jonka avulla verkkoon voisi liittyä helposti suoraan kamera pistokkeesta. DHCP:tä käytetään ip-osoitteiden automaattiseen jakamiseen verkkoon kytketyille laitteille. Kytkimet tulisi säätää siten, että ne hyväksyvät kameravalvontaverkkoon liittymisen vain tietyistä kytkimen porteista ja näistäkin vain tietyillä mac-osoitteilla. Mac-osoitetta – laiteosoitetta – käytetään verkkoon kytkettyjen laitteiden yksiköintiin. Turusen mukaan joissakin tapauksissa kameravalvontajärjestelmän puutteellinen dokumentaatio on myös saattanut muodostaa tietoturvauhan. Kameroiden ip-osoitteet on saatettu merkitä tarroilla kameroiden kylkiin ja jättää järjestelmätasoinen dokumentaatio tekemättä. Mac-osoitteet ovat teoriassa laitteille yksilöllisiä, mutta käytännössä vastaan on tullut samanlaisista mac-osoitteista tulleita ongelmia. Useimmiten nämä ovat liittyneet aasialaisten alihankkijoiden tekemään plagiointiin. Todennäköisyys kahden laitteen osumisella samaan verkkoon on kuitenkin pieni. Mac-osoitteeseen perustuvaa pääsynvalvontaa ja suodatusta voidaan kuitenkin Turusen mukaan pitää suhteellisen luotettavana ja sillä voidaan torjua monta yleistä uhkaa. (Turunen 2007.)

Turunen (2007) mainitsi haastattelussa myös keskitetyllä hallinnalla varustetut verkot, joissa laitteet autentikoidaan ennen ip-osoitteen antamista niille. Autentikointiin voidaan käyttää laitevalmistajasta riippuen julkista avainta tai muuta suojattua menetelmää. Autentikointiin voidaan liittää myös kameran sydämenlyöntien seuranta. Sydämenlyönneillä tarkoitetaan kuvavirtaan piilotettua dataa, jolla kamera ilmoittaa olemassaolostaan. Sykkeen katketessa voidaan olettaa että kamera on kytketty jostakin syystä verkosta irti. Kolun mukaan Sonyn uusimmat kamerat on varustettu 802.1x-standardin mukaisella verkkotason autentikoinnilla. Sandholm kertoi turvatasovaatimusten riippuvan asiakkaasta; tietyntyyppiset asiakkaat asettavat lisävaatimuksia kuva-aineiston luotettavuudelle ja kameravalvontaverkon suojaamiselle.

4.4 Yhteistyö toimijoiden välillä

Verkkopohjainen kameravalvonta pitää ympäristössään erilaisia toimijoita. Alla olevassa kaaviossa on esitetty kolme haastatteluissa ilmennyttä tahoa, joiden yhteistoimintaa ja keskinäistä tiedonvaihtoa olisi kehitettävä. Sähkösuunnittelijat pitäisi useankin haastatellun mukaan saada tietoisiksi verkkopohjaisen kameravalvontajärjestelmän vaatimuksista – lisäksi it-puolen ja turvatekniikkapuolen tarpeiden ja mahdollisuuksien tulisi olla tiedossa kummallakin osapuolella.



Kuva 16 Ympäristön toimijat ja tiedon vaihto

T.Sandholmin (2007) ja J-E. Holmströmin (2007) kokemuksien mukaan monessa kohteessa tehdään kamerakaapeloinnit sähkösuunnittelijan ohjeiden mukaan koaksiaali-kaapelointina siitä huolimatta, että kohteeseen on tulossa verkkopohjainen kameravalvontajärjestelmä. J.Kaikkonen (2007) mainitsi sähkösuunnittelijoiden tietotaidon kulkevan n. 3-5 vuotta kehityksen perässä. Samantyyppisiä ongelmia suunnittelussa oli havaittavissa myös kun tallennustekniikkaa vaihdettiin videonauhureista DVR-tallentimiin.

Eri osaamisalueiden kohdalla Holmström (2007) eritteli varsinaisen kameraosaajan sekä tietoverkko-osaajan. Kameraosaaja tuntee kamerrat sekä niiden tuottamaan kuva-

laatuun vaikuttavat objektiivit, valaistuksen sekä muut olosuhteet. Tietoverkko-osaaja taas tuntee kameroiden liittämisen verkkoon. Verkko-osaamista voitaisiin nykypäivänä myös pitää merkittävänä vahvuutena turvalaitetoimittajalla. (Holmström 2007.) Hartigin (Hedlund 2007, 14) mukaan tulevaisuudessa kameravalvontajärjestelmät tulevat toimimaan kuitenkin it-laitteistoalustoilla käyttäen it-verkkoja siirtokanavanaan.

Kameravalvonnan toimittajan tulisi sopia rajapinnat ja vastualueet verkkotoimijan kanssa. Usein kohteessa halutaan pitää koko verkon ylläpito omassa hallinnassa; tätä ei kuitenkaan koeta ongelmaksi. Kameratoimittajalle riittää se, että verkko-operaattori järjestää yhteydet tiettyyn verkkoon kameroille varattuihin pistokkeisiin. Valmis määritelty verkko helpottaa myös asennusta. Holmström kertoi verkkopuolen pelkona olevan myös vastuun turvajärjestelmistä. Verkon ylläpitäjät uskovat myös kriittisen kamerajärjestelmän vastuun siirtyvän heille sen toimiessa tietoverkon päällä. (Holmström 2007.)

Turusen mukaan verkkopohjaisten turvajärjestelmien liiketoiminnassa tullaan näkemään turvallisuusalan toimittajien ja it-alan palveluntuottajien sekoittumista. Todennäköisesti turvallisuusosalalle tulee muodostumaan oma asiantuntijaryhmänsä sekä verkko-että turvallisuustekniikan tuntevista henkilöistä.. It-puolen pitäisi myös pystyä kommunikoimaan turvapuolen henkilöiden kanssa ja pitää turvapuoli tietoisena tietoverkoissa piilevistä riskeistä. (Turunen 2007.) J.Kaikkonen (2007) vertasi verkkopuolelle menevää turvallisuustekniikkaa yleensä muutokseen ja kehitykseen liittyvänä alalla. Turvallisuusala on kehittyvä ja markkinoilla pysyäkseen tulee turvallisuustekniikan ja – palveluiden pystyä kehittymään mukana. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä että henkilökuntaa koulutetaan myymään, käyttämään ja asentamaan uutta tekniikkaa. Asiaa helpottaa Kaikkosen mukaan verkkotekniikan yleisyys muun muassa kuluttajakäytössä mikä on voimistanut yleistä it-osaamista.

4.5 Liiketoiminnallinen näkökulma

Kuten jo johdannossa totesin, on verkkopohjainen kameravalvonta kovassa kasvussa ja muutoksessa. E.Kaikkosen (2007) mukaan tekniikka on jälleen murrosvaiheessa: tilanne on verrattavissa vuosituhannen vaihteeseen jolloin tallennustekniikka vaihtui videonauhureista kovalevytallentimiin. Tämä on havaittavissa ns. odottavista asiakkaisista ja suuresta määrästä uuteen tekniikkaan liittyviä kyselyjä. Asiakkaat ovat selvästi kiinnostuneita uuden tekniikan antamista mahdollisuuksista. Tilannetta ja markkinoiden kehittymistä seurataan. Lisäksi asiakkaat odottavat uutta tekniikkaa jo hankkineiden kokemuksia. (E.Kaikkonen 2007.)

Verkkopohjaiset järjestelmät ovat uutena, voimakkaasti kasvavana tekniikkana hyvin esillä. M.Turunen kertoi kasvavien markkinoiden tuovan mahdollisesti mukanaan todennäköisesti myös epätervettä kilpailua. Markkinoille tulee toimijoita jotka pyrkivät nopeaan tuottoon mahdollisesti halpatuotteita käyttämällä. (Turunen 2007.) Myös T.Sandholm mainitsi halpakameramallit sekä kopiotuotteet mahdollisena ongelmana. Ongelmaa ei ole vielä mutta se on markkinoilla piilevänä haasteena. J-E Holmströmin ja T. Sandholmin mukaan halpakameratuotanto on tuttu jo analogipuolelta. Asiakkaat ovat saattaneet kokeilla halvempia tuotteita, mutta pidemmän päälle he päätyvät pitkäjänteisempää ja laadukkaampaa toimintaa harjoittavan toimijan pysyviksi asiakkaiksi. (Holmström, Sandholm 2007.) Myös J. Kaikkonen (2007) kertoi analogipuolen halparatkaisuista: ongelmana ovat olleet maahantuojien vaihtuvuus sekä tuotteiden katoaminen – kun järjestelmää ei voida korjata vastaavilla komponenteilla on usein edessä uusintainvestointi. J.Kaikkonen toi mukaan myös asiakkaiden kokemukset kuluttajatuotteista ja web-kameroista. Asiakkaan voi olla vaikeaa ymmärtää miksi valvontakamerasta pitäisi maksaa kymmenkertainen hinta kotona käytettävään web-kameraan nähden. (J.Kaikkonen 2007.)

Turusen mukaan liiketoiminta saattaa olla myös epäpätevää: järjestelmien myyjät ovat tottuneet kotilaitteiden yhteydessä helppoon asennettavuuteen. Kuluttajakäyttöön tehtävät laitteet varustetaan usein Kytke ja Käytä (Plug and Play)-tyyppisillä ratkaisuilla helpon käyttöönoton takaamiseksi. Kotijärjestelmien lisäksi kokemukset verkkopohjaisista kameravalvontajärjestelmistä saattavat rajautua demojärjestelmien käyttöön ja todellista kokemusta isoista järjestelmistä ei löydy. Ammattitaitoa ei ole tarpeeksi ja

toiminta ei ole tarpeeksi pitkäjänteistä laadun takaamiseksi. Tietoverkkopohjaisessa kameravalvonnassa käytetty tekniikka on kuluttajakäytöstäkin tuttua ja helppokäyttöistä, ja yrityksen on helppoa myydä palvelua halvalla menemällä etenkin tietoturvallisuuden kohdalla sieltä missä aita on matalin. (Turunen 2007.)

Asiakkaiden puolelta heikkoudeksi Turunen mainitsi myös Suomessa yleisen hyväuskoisuuden. Kuka tahansa voi väittää itseään tietoturva-asiantuntijaksi. Ulkomailla ollaan skeptisempiä ja palveluntuottajien taustat ja kokemus selvitetään. Suomessa pelkkä käyntikortissa oleva titteli saattaa olla riittävä luottamuksen saamiseksi. Suomessa ei ole Turusen mukaan ollut tarpeeksi kantapään kautta oppimista ja ikäviä esimerkkejä. (Turunen 2007.)

Asiakaskannassa on Holmströmin mukaan havaittavissa kahdenlaista tekniikan hankkijaa; tekniikasta kiinnostuneet seuraavat kehitystä ja pyrkivät pitämään järjestelmänsä ajan tasalla etsimällä aktiivisesti uusia tuotteita. Toiset taas eivät seuraa tekniikkaa mutta kuulevat uuteen tekniikkaan liittyviä kokemuksia tutuiltaan ja tekevät hankintapäätöksiä sen perusteella. (Holmström 2007.)

4.6 Ylläpitopalvelut kameravalvontajärjestelmissä

Kuten kaikki monia kokonaisuuden kannalta kriittisiä laitteita sisältävät järjestelmät, myös kameravalvontajärjestelmät tarvitsevat ylläpitoa ja seurantaa. Seuraavissa kappaleissa käsittelen haastatteluissa ilmenneitä tarpeita, asenteita sekä näkökulmia ylläpitopalveluihin sekä ylläpitotarpeeseen nähden. Ylläpidon tarkoituksena on kuitenkin mahdollistaa it-termein sanottuna mahdollisimman korkea käytettävyyssaste turvallisuuden kannalta kriittiselle järjestelmälle.

M.Turusen (2007) mukaan tietoverkkotoimijoiden keskuudessa on totuttu maksamaan korkeampaa hintaa käytettävyydestä kuin vanhempien, sulautettujen turvajärjestelmien käyttäjien keskuudessa. Myös J.Kaikkonen kertoi turvajärjestelmähankinnoissa suhtaututtavan ylläpitosisopimukseen yleensä itsestäänselvyytenä järjestelmää hankkivan yrityksen it-osaston ollessa mukana päätöksenteossa. Ylläpitopalvelut ja niiden mukaan luvattu käytettävyyssaste tuntuu olevan it-alalla tutumpaa. Turvallisuusosalalla on mahdollisesti totuttu sulautettujen järjestelmien korkeaan käytettävyyteen. Yhtenä näkökulmana Kaikkonen mainitsi myös sen, että turvallisuusjärjestelmien hankinnat eivät

y yrityksissä ole tuotannollisia investointeja joiden toimivuuteen ja käytettävyyssasteeseen kiinnitettäisiin enempää huomiota. Osittain haasteena on palvelutuottajien suunnalta ollut myös valvontajärjestelmien elinkaaren hallintaan ja ylläpitoon liittyvien lisäkustannusten perustelu. (J.Kaikkonen 2007.)

Holmström kertoi kameravalvontajärjestelmän ylläpitona käsitettävän esimerkiksi videonauhurin nauhojen säännöllisen vaihtamisen; asiakkaalle on epäselvää millaista ylläpitoa kameravalvontajärjestelmä tarvitsee. Jos verkon ylläpito on toteutettu asiakkaan verkkotoimittajan toimesta, on sen päälle rakennettu kameravalvontajärjestelmä Holmströmin mukaan melko huoltovapaa. Verkon ja laitteiden tulisi kuitenkin tuottaa tietoa tilastaan ja katkoksista. Kameravalvontajärjestelmän kohdalla ylläpito tarkoittaa usein kameroiden ja tallentimien tilan seuranta. (Holmström 2007.)

Jos kameravalvontajärjestelmän käytettävyyssodotukset on asetettu korkealle tulisi järjestelmä varmistaa riittävän hyvin. Järjestelmän heikot kohdat sekä niiden vikaantumistodennäköisyydet tulisi huomioida. Yritykset luottavat liikaa tekniikkaan ja muuttavat toimintatapojaan tekniikkaa vastaavaksi. Turunen (2007) mainitsee kuvitteellisena esimerkkinä terveydenhuoltoalan työpaikan johon verkkopohjainen kameravalvontajärjestelmä hankitaan väkivallan uhan vuoksi. Jos järjestelmän pääkytkin hajoaa lauantai-iltana, saadaan uusi osa tilattua mahdollisesti maanantaina ja asennukseen se saadaan vasta keskiviikkona tai torstaina. Jos kameravalvontajärjestelmä on näin poissa käytöstä useamman päivän, miten toimitaan työpaikalla? Väkivallan riskiä pienentämään hankittu tekninen järjestelmä ei toimikaan enää, joten onko tarpeen lopettaa työskentely taikka tilata vartiointipalveluja työntekijöiden turvaksi?

Verkkojärjestelmän ylläpito tuo Turusen (2007) mukaan jo normaalitilassa paljon työtä. Verkon aktiivilaitteiden päivittämisen lisäksi niiden tilaa tulee seurata. Laitteet saattavat ilmoittaa tilastaan automaattisesti, mutta jonkun täytyy seurata automaattisia ilmoituksia ja lisäksi automaattisten järjestelmien toiminta on hyvä testata säännöllisesti. Verkon säännöllisessä mittaamisessa havaitaan myös datan määrä sekä mahdolliset pulonkaulat ennen kuin kasvanut liikenne tukkii koko verkon. Pääosa asiakkaista ei mahdollisesti tiedosta tietoverkon käyttöön liittyviä riskejä ja jättää ylläpidon hankkimatta. Osalla asiakkaista taas toiminnan jatkuvuuden varmistaminen kuuluu yrityskulttuuriin. (Turunen 2007.) J. Kaikkonen (2007) taas mainitsi kameravalvontamarkkinoiden olevan erittäin kilpailtu ala, missä ylläpito saatetaan jättää hinnoittelematta tarjouskilpailun voittamiseksi.

Ylläpidon tarpeeseen vaikuttaa J.Kaikkosen mukaan myös kameravalvontajärjestelmien hankintatarpeen luonne; hankitaanko järjestelmä kiinteistöön turvallisuuden parantamiseksi vai kiinteistön arvon kohottamiseksi ja vakuutusmaksujen pienentämiseksi? Kiinteistön arvoa mitattaessa on kameravalvontajärjestelmällä yleensä oma vaikutuksensa; järjestelmän toimivuudella ei ole väliä kunhan se on olemassa. Lisäksi kiinteistöön ostettu järjestelmä on myyntivaiheessa houkuttelevampi kuin ylläpidettynä palveluna hankittu järjestelmä. (J.Kaikkonen 2007.)

Tallennuspalvelimien kohdalla ylläpidon tulisi sisältää esimerkiksi kiintolevyjen tilan seurannan. Kiintolevyt saattavat olla varmistettuja RAID-tekniikalla mikä voi sallia esimerkiksi yhden levyn vikaantumisen. Vikaantuneesta levystä tulisi kuitenkin saada tieto, sillä yhden levyn vikaannuttua järjestelmä on haavoittuvassa tilassa levyn korvaamiseen asti. Myös ylläpitotoimenpiteiden tulisi olla hyvin suunniteltuja. Esimerkkinä Turunen mainitsee ylläpitotoimenpiteenä tehdyn sähkövarmistuksen testauksen aiheuttaman käyttökatkoksen. (Turunen 2007.)

Turunen mainitsee verkon aktiivilaitteiden kohdalla päivittämisen jolla voidaan mahdollisesti myöhemmin tuoda verkkoon uusia ominaisuuksia. E. Kaikkonen kertoi päivitysten lisäävän myös valvontakameroiden elinkaarta. Firmware-päivityksillä kameroihin voidaan mahdollisesti lisätä myöhemmin uusia ominaisuuksia. Samoihin ajatuksiin päätyivät myös muut haastatellut. Sandholm mainitsi oleellisena kohtana firmware-päivityksissä ja lisäominaisuuksien hakemisessa laitteiston vakauden. Kameravalvonnassa laitteiden käytettävyyden tulee säilyä korkeana, eikä uusia ominaisuuksia voida testata vakauden kustannuksella.

Turunen (2007) kertoi myös tekniikan tulehisen vaikuttamisesta ihmisten toimintamalleihin. Tekniikka helpottaa työtä ja ihmiset sopeuttavat käytöksensä uuden tekniikan mukaan. Ihmisten tulisi varautua entistä enemmän toimimaan myös tekniikan käyttökatkosten sattuessa. Esimerkkinä mainitaan kassapäätteet; vanhanmallisilla kassoilla voitiin sähkökatkoksen sattuessa kirjoittaa kuitti käsin eikä ostotapahtuma keskeytynyt. Uusissa järjestelmissä kassapäätteet toimivat varastokirjanpitoon integroiduissa järjestelmissä, ja yhdessä järjestelmän osassa tapahtuva vika saattaa lamauttaa koko järjestelmän.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Seuraavissa kappaleissa tiivistän selvityksessä ilmenneitä asioita. Opinnäytetyön otsikon mukaan kameravalvonta on muutoksessa – mutta mikä on muutoksessa, miten se vaikuttaa markkinoihin ja millaiset toimijat selviävät siitä?

Verkkopohjaiseen järjestelmään siirtyminen ei tapahdu nopeasti. Analogisen kameravalvonnan pitkästä historiasta ja kovasta penetraatiosta johtuen Suomessa on valtavasti käytössä vanhempaa tekniikkaa jota ei uskalleta uusia kerralla. Lisäksi uuteen järjestelmän siirtymistä pohditaan kustannussyistä. Verkkopohjainen kameravalvontajärjestelmä saattaa joissakin tapauksissa tuoda kustannussäästöjä mutta yleisimmissä tapauksissa analogiset järjestelmät ovat vielä hinnaltaan halvempia. Verkkopohjaisten kameravalvontajärjestelmien markkinoinnin tulisikin suuntautua alueille joissa ne ovat vahvoja: hajautettu valvonta ja tallennus sekä langattomasti valvotut liikkuvat kohteet saattaisivat olla potentiaalisia kohteita. Hajautettu valvonta sopii hyvin myös valvontakohteisiin, jossa valvonta täytyy kohdistaa useaan eri kiinteistöön.

Verkkopohjainen kameravalvonta tulee yhä enemmän it-toimijoiden alalle. Yritysten tietoverkkoylläpidon sekä turvallisuuspalveluiden tulisi tiivistää yhteistyötä sekä pitää toisensa tietoisina omasta pelikentästään. Tietoverkon toimijoilla ei välttämättä ole riittävästi tietoa kameravalvontajärjestelmien vaatimuksista. Kameravalvontaa saatetaan jopa pitää verkon mörkönä joka syö resurssit ja aiheuttaa lisävaivaa ja vastuuta verkon ylläpidolle.

Järjestelmiä suunnittelevat henkilöt eivät ole aina tilanteen tasalla tekniikan osalta. Tiedottamista sidosryhmille pitäisi lisätä; turvajärjestelmiä suunnittelevien tulisi myös olla tietoisia uusien tekniikoiden vaatimuksista niin asennuksen, kaapeloinnin, virransyötön kuin aktiivilaitteiden osaltakin. Verkkopohjainen järjestelmä on kuitenkin onneksi hyvin samankaltainen muiden verkkojärjestelmien kanssa. Tiedottamisen tulisi olla voimakasta myös asiakkaiden suuntaan. Tekniikat ovat kuitenkin tuttuja kuluttajamarkkinoilta – laadun merkitystä tulee painottaa.

Verkossa toteutettuna kameravalvontajärjestelmä vaatii enemmän ylläpitoa kuin analogiset sulautetut järjestelmät. Itse verkon osalta ylläpito on usein ulkoistettu verkosta vastaavalle taholle mutta jonkun pitäisi seurata myös kameravalvontajärjestelmään liittyvien komponenttien tilaa. Kovasti kilpaillulla alalla ei ylläpitosopimuksia ole yleensä

tehty – ylläpidon vaatimusten lisääntyessä on haasteena ylläpidon tarpeen perusteleva asiakkaalle. Verkkovastaavien ja it-osastojen ollessa mukana verkkopohjaisten kameravalvontajärjestelmien hankinnassa on ylläpidon tarjoaminen kuitenkin helpompaa.

6 YHTEENVETO

Selvityksen yhteenvedossa käsittelen tutkimusprosessin laatua ja oppimista opinnäytetyöprosessina sekä pohdin selvityksen tuloksia. Itsearviointi ja selvityksen tuomat oppimiskokemukset ovat myös mukana. Selvityksessä vastaan tulleita asioita käsittelen pohdinnan yhteydessä myös uusina tutkimusaiheina.

Tarkoitukseni oli opinnäytetyöprosessissa selvittää sekä itselleni että toimeksiantajalle markkinaosuudeltaan kasvavan verkkopohjaisen kameravalvonnan mahdollisuuksia ja uhkakuvia. Tavoitteena oli tiedon tuottaminen järjestelmiä hankkiville tahoille sekä sidosryhmille. Opinnäytetyö pääsi tavoitteeseensa ja tietoa saatiin kerättyä alalla käytettäväksi. Selvitys on sellaisenaan käytettävissä turvallisuusalan asiantuntijoiden ja opiskelijoiden tietopakettina. Tämä opinnäytetyö tullaan myös julkaisemaan verkossa pdf-muotoisena. Osa opinnäytteeseen kootusta tiedosta tullaan myös julkaisemaan erikseen turvallisuusalan verkkosivustoilla.

Opinnäytetyön teoriasta, haastatteluista sekä johtopäätöksistä koostuva osuus luettiin toimeksiantajan lisäksi muutamalla turvallisuusalalla toimivalla henkilöllä. Henkilöt työskentelevät vartioimisliikkeiden esimiehinä sekä turvallisuusalan kouluttajina. Lukijoiden mukaan opinnäytetyö tarjoaa hyvää perustietoa verkkopohjaisesta kameravalvonnasta, ja toimii reittinä sekä lähdeluettelona syvällisempiin teoksiin.

6.1 Laadun säilyttäminen tutkimusprosessissa

Tässä tutkimuksessa laatu pyrittiin säilyttämään niin Hirsjärven ja Hurmeen (2001, 184-185) mainitsemien haastattelupäiväkirjan kuin nopean litteroinnin avullakin. Aineisto pyrittiin ottamaan huomioon kokonaisuudessaan. Validiuden varmistamiseksi haastatteluaineistoa verrattiin lähdemateriaaliin. Tutkimuksen uskottavuutta käsiteltiin vertaamalla johtopäätöksiä sekä tutkijan tulkintoja haastateltujen henkilöiden tulkintoihin.

(Hirsjärvi & Hurme 2001, 189.) Selvityksessä haastateltujen henkilöiden näkemykset olivat pääsuunniltaan melko samantyyppiset. Erot olivat huomattavissa lähinnä haastateltavien ammatillisen suuntauksen kautta; verkkotekniikkaan perehtyneillä oli erityyppisiä näkökulmia kuin enemmän turvatekniikan suuntaan painottuneilla.

Kirjallisten lähteiden laatua seurattiin oman aihepiiriä koskevan kokemuksen perusteella. Tutkimuksen käsittelemän aiheen ollessa uusi ja kehittyvä eivät useat lähteet olleet enää luotettavia koko tietosisällöltään. Uutta, ajan tasalla olevaa lähdeaineistoa oli myös heikosti saatavilla ja tietoa löytyi eniten tuotevalmistajien omista julkaisuista sekä internetistä. Verkkopohjaista tiedonsiirtoa käsiteltiin useassa kirjallisessa lähteessä vielä modeemi- ja ISDN-tekniikoilla. Suomessa modeemitekniikat ovat kuitenkin korvautuneet nopeammilla DSL-tekniikoilla. Kansallisen laajakaistatyöryhmän mukaan helmikuussa 2007 Suomessa oli noin 1.500.000 laajakaistaliittymää (Loppuraportti 2007).

Suurimpana haasteena selvityksen aikana oli oman objektiivisuuden säilyttäminen sekä mahdollisimman kattavan kuvan saaminen tutkittavasta alueesta. Johtuen siitä että olen itse työskennellyt verkkopohjaisiin kameravalvontajärjestelmiin liittyvissä projekteissa saattaa oma näkökulmani painottua liikaa tutkittavan aiheen sisälle. Myöskin haastateltavien valinnassa pohdin otoksen edustavuutta; oliko selvityksen tarkoitus hankkia tietoa sekä analogisen että verkkopohjaisen järjestelmän edustajilta vai henkilöiltä joilla oli kokemusta verkkopohjaisen järjestelmän markkinoinnista ja käyttöönotosta. Jälkeenpäin arvioiden haastateltavien valinta osui kohdalleen; kaikilta haastateltavilta löytyi hyviä mielipiteitä ja näkökulmia muuttuvia kameravalvontamarkkinoita kohtaan.

6.2 Oppimiskokemukset ja itsearviointi

Oman oppimiseni kohdalla opinnäytetyöprosessi tarjosi huomattavaa syventymistä tuttuihin asioihin. Tekniikat ja järjestelmät olivat suurin piirtein tuttuja mutta haastatte- luissa pääsin aihepiiriin paljon aikaisempaa syvemmälle. Haastateltavien määrä tuntui- kin aluksi riittämättömältä: haastattelujen edetessä havaitsin rajattuunkin aihealueeseen liittyvän tiedon määrän kasvavan huomattavasti. Haastatteluaineiston kertyessä löytyi paljon syventävää tietoa. Opinnäytetyö tarjosi myös hyvän mahdollisuuden saada ajantasainen tilannekuva tutkittavasta aiheesta alan asiantuntijoita haastatteleamalla.

Oman oppimisen kannalta substanssin tuntemus syventyi. Ammatillista kasvua tapahtui etenkin alaan liittyvän teorian ja haastatteluiden tuoman tiedon käsittelyn yhteydessä. Tutkimusmenetelmiin sekä haastattelukäytäntöihin liittyen tapahtui opinnäytetyöprosessin aikana paljon uutta oppimista.

6.3 Pohdinnat ja uudet tutkimusaiheet

Selvitysprosessin aikana jouduin moneen kertaan pohtimaan oliko käsittelemäni aineisto tutkimukseen oleellisesti liittyvää vai pitäisikö se rajata pois. Ajan säästämiseksi pyrin keskittymään oleelliseen ja jättämään rönsyilyt pois. Selvitykseen liittyviä sivujuonteita käsitellessäni pohdin kuitenkin niiden vaikutusta tutkittavaan aiheeseen. Tutkittavan aiheen lähiympäristöstä löytyisikin paljon uusia aiheita tarkemman selvityksen kohteeksi.

Teoriaosuudessa käsittelin lyhyesti kuluttajapuolella lisääntyneitä kännykkäkameroita ja niiden mahdollistamaa valvontaa. Haastatteluissa ilmeni myös langattomien tekniikoiden antamat mahdollisuudet esimerkiksi venepaikkojen tai kesämökkien valvontaan. Verkkokameroita on nykyään tarjolla paljon myös kuluttajamarkkinoille. Uutena tutkimusaiheena voisikin olla kameravalvontatekniikka kuluttajakäytössä.

Verkon ylläpito toi paljon pohdittavaa. Ylläpito on yleensä toteutettu erikseen verkkoylläpidon toimesta, mutta tutkimisen aiheena voisi olla miten paljon ylläpitoa normaalisti tarvitaan kameravalvontajärjestelmässä. Ylläpitoon liittyvänä tuli esille myös laitteiden ja järjestelmien käytettävyyssaste. Tutkimuskohteena voisi tässä tapauksessa olla kameravalvontajärjestelmän käytettävyyden sekä siihen vaikuttavat tekijät.

Markkinoiden tutkimuksessa selvittämistä riittäisi etenkin julkisia tarjouspyyntöjä tutkimaan; miten paljon tarjouspyynnöissä vaaditaan tekniikoita jotka ovat mahdollisia vain verkkopohjaisissa järjestelmissä? Lisäksi tarjouspyyntöselvityksessä voisivat kohteena olla myös ylläpitosopimukset taikka vastuurajapinnat verkkotoimijoiden kanssa.

Uusien tekniikoiden osalta tutkimista olisi niiden käytössä jokapäiväisessä valvonnassa. Helpottaako älykäs kameravalvonta oikeasti valvomotyöntekijän työtaakkaa vai tuovatko lisääntyvät ohjelmistot työntekijöille lisäkuormaa? Verkkopohjaisen kameravalvonnan käytettävyyteen liittyvänä tutkimusaiheena voisivat olla myös käyttökoke-

mukset verkkopohjaisesta kameravalvonnasta aktiivisessa kameravalvonnassa ja hävikintorjunnassa. Antaako verkkopohjainen järjestelmä mahdollisuudet aktiiviseen valvontaan? Onko verkon yli välitetty kuva aktiivisessa valvonnassa yhtä käyttökelpoinen analogisen, jatkuvan videosignaalin kanssa? Miten verkon yli välitettävän kameran ohjaustiedon viive vaikuttaa käytettävyyteen ohjattavien kameroiden kanssa? Käytännön kokemuksia selvittävä tutkimus voisi näillä aihealueilla olla hyvinkin hedelmällinen mikäli tiedon luovuttamiseen suostuva järjestelmän haltija sekä operaattori löytyisivät.

Turvallisuusjärjestelmistä kameravalvonta ei ole ainoana siirtymässä verkkopohjaisiin ratkaisuihin. Verkkopohjaiset kulunvalvonta- sekä rikosilmoitinjärjestelmät ovat myös tulossa. Samantyyppisen selvityksen toteuttaminen myös niiden osalta voisi olla antoisaa.

LÄHTEET

@450 Langaton laajakaista 2007. Digita Oy. [www-dokumentti]. [luettu 31.3.2007]. <
<http://www.450laajakaista.fi> >

3-Megapixel intelligent IP security camera with built-in video analytics. Detektor International 2007 (2), 50.

Alho, V-M. 2004. Internet-tekniikan hyödyntäminen videovalvonnassa. Diplomityö. Espoo: TKK.

Axis 212 PTZ Network Camera. Axis Communicatios AB. [www-dokumentti]. [luettu 10.5.2007]. <
http://www.axis.com/products/cam_212/index.htm >

Axis 214 PTZ Network Camera. Axis Communicatios AB. [pdf-dokumentti]. [luettu 10.5.2007]. <
http://www2.axis.com/files/datasheet/ds_214_26970_en_0606_lo.pdf>

AXIS 233D Network Dome Camera. Axis Communications AB. [www-dokumentti]. [luettu 27.4.2007]. <
http://www.axis.com/promotion/axis_233d/index.htm>

Axis network cameras in subway and commuter rail stations. Detektor International 2007 (2), 40.

AXNet Tallennuspalvelu 2007. AXNet Oy. [www-dokumentti]. [luettu 29.1.2007]. <
<http://www.axnet.fi> >

Datanator@450 Langaton laajakaista kaikille. Datanator Oridata Oy. [www-dokumentti]. [luettu 19.4.2007]. <
<http://www.450.fi> >

Eskola, J. & Suoranta, J. 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. 7.painos. Jyväskylä: Gummerus.

Hedlund, C. 2007. CCTV and IT will gradually overlap more. Detektor 2007 (2) 14.

Henkilötietojen siirto ulkomaille henkilötietolain mukaan. Asiaa tietosuojasta 1/2005. Päivitetty 16.10.2006. Tietosuojavaltuutetun toimisto. [luettu 27.4.2007]. [saatavilla www-muodossa]. < <http://www.tietosuoja.fi/9230.htm> >.

Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2001. Tutkimushaastattelu: Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Yliopistopaino.

Hirsjärvi, S., Remes, P & Sajavaara, P. 2004. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.

Holmström, J-E. 2007. Henkilökohtainen tiedonanto 24.4.2007. Espoo: AXNet.

Hämäläinen, P. 2005. Langattomat kaistat solmussa. Tietokone 24 (14), 57-58.

Hämäläinen, P. 2006b. Langattomat verkot ojennukseen. Tietokone 25 (13), 58-65.

Hämäläinen, P. 2006c. Wlan kypsyy kirjain kirjaimelta. Tietokone 25 (9), 53-54.

Jussila, J., Montonen, K. & Nurmi, K. 1992. Systemaattinen analyysi kasvatustieteiden tutkimusmenetelmänä. Teoksessa Gröhn, T. & Jussila, J. (toim.) Laadullisia lähestymistapoja koulutuksen tutkimuksessa. Helsinki: Yliopistopaino, 157-208.

Kaikkonen, E. 2007. Henkilökohtainen tiedonanto 12.4.2007. Espoo: Nordic LAN & WAN Communications.

Kaikkonen, J. 2007. Henkilökohtainen tiedonanto 26.4.2007. Espoo: ASAN Security Technologies.

Kameravalvonnan K-menetelmä 2006. Vakuutusyhtiöiden Keskusliitto. [PDF-dokumentti]. <<http://www.fkl.fi/>>

Kolu, R. 2007. Henkilökohtainen tiedonanto 12.4.2007. Espoo: Sony Finland.

Kotilainen, L. 2007. Seitsemän syytä valita valvontakameran kuvalle verkkotallennus. Turvallisuus 23 (1), 14-15.

Kulonen, L. 2005. Kiinteistöturvallisuuden sanastohanke: Termi-inventaario. Opinnäyte-työ. Espoo: Laurea-ammattikorkeakoulu.

Lehto, T. 2006a. Matkapuhelinverkko kiihdyttää laajakaistavauhtiin. Tietokone 25 (6), 40-41.

Lehto, T. 2006b. Mobiilidatan hintakilpailu alkaa. Tietokone 25 (4), 40-42.

Loppuraportti 2007. Kansallinen laajakaistatyöryhmä. [www-dokumentti]. [luettu 27.4.2007]. http://www.laajakaistainfo.fi/toimeenpano/loppuraportti1_1.php

Matchett, A.R. 2003. CCTV for Security Professionals. Burlington: Elsevier Science.

Metsämuuronen, J. 2000. Metodologian perusteet ihmistieteissä. Helsinki: Methelp.

MotionCam. Skymetric Ltd. [www-dokumentti]. [luettu 27.4.2007]. <
<http://www.getjar.com/products/4508/MotionCam> >

Nash, S. 2007. From reactive to proactive – security for a modern world. Detektor 2007 (2) 18-20.

Network Video Surveillance Market Surges Ahead 23.1.2007. IMS Research. [www-dokumentti]. [luettu 22.4.2007]. <<http://www.imsresearch.com>>

Networking/IP to drive video surveillance market growth. iSuppli Corp report. Detektor International 2007 (2), 26.

Power Over Ethernet 2007. Radioelectronics.com.. [www-dokumentti]. [luettu 15.4.2007]. < http://www.radio-electronics.com/info/telecommunications_networks/networking/ethernet/power_over_ethernet.php >

Pyörälä, E. 1995. Kvalitatiivisen tutkimuksen metodologiaa. Teoksessa Leskinen, J. (toim.) Laadullisen tutkimuksen risteysasemalla. Helsinki: Kuluttajatutkimuskeskus, .

Sandholm, T. 2007. Henkilökohtainen tiedonanto 24.4.2007. Espoo: AXNet.

Takala, H. 1998. Videovalvonta ja rikollisuuden ehkäisy. Rikoksantorjunnan neuvottelukunnan julkaisuja. [saatavilla pdf-muodossa]. <
<http://www.rikoksantorjunta.fi/4062.htm> >

Tallennuspalvelu 2007. IP-valvonta Oy. [www-dokumentti]. [luettu 15.4.2007].
<<http://www.ipvalvonta.fi>>

Technical Guide to Network Video 2006. Axis Communications. [saatavilla pdf-muodossa]. < http://www.axis.com/files/brochure/bc_techguide_26553_en_0604_lo.pdf >

Teknisiä apuvälineitä hyväksikäyttäen tapahtuva myymälätarkkailu 18.1.2007. Turvallisuusalan valvontayksikkö. [saatavilla www-muodossa]. <
[http://www.intermin.fi/intermin/hankkeet/yksityinenturva/home.nsf/files/Kameravalvontaa%20koskeva%20ohje-06%202/\\$file/Kameravalvontaa%20koskeva%20ohje-06%202..doc](http://www.intermin.fi/intermin/hankkeet/yksityinenturva/home.nsf/files/Kameravalvontaa%20koskeva%20ohje-06%202/$file/Kameravalvontaa%20koskeva%20ohje-06%202..doc) >

Tietoa tilastoista: Reliabiliteetti 2007. Tilastokeskus. [www-dokumentti]. [luettu 31.3.2007]. < <http://www.stat.fi/meta/kas/reliabiliteetti.html> >

Tietoa tilastoista: Validiteetti 2007. Tilastokeskus. [www-dokumentti]. [luettu 31.3.2007]. < <http://www.stat.fi/meta/kas/validiteetti.html> >

Tietosuoja ja tekniset valvontajärjestelmät 2005. Turva-alan yrittäjät ry:n julkaisuja. Espoo: Sähköinfo Oy.

Toimitilaturvallisuus ja sähköiset turvallisuusjärjestelmät. Opas tilojen käyttäjälle. 2004. Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry & Turva-alan yrittäjät ry. [PDF-dokumentti]. [luettu 16.10.2006]. <<http://www.turva-alanyrittajat.fi/ajankohtaista/toimitilaturvallisuus.pdf> >

Turunen, M. 2007. Henkilökohtainen tiedonanto 23.4.2007. Tampere: Tamico Systems.

ULISSE Positioning Unit 2007. Videotec. [pdf-dokumentti]. [luettu 21.5.2007]. <
http://www.videotec.com/upl/pdf/u/ULISSE_EN.pdf >

Videovalvontajärjestelmät 2003. ST-käsikirja 13. Helsinki: Sähkötieto ry.

Videovalvontaopas 2005. Helsinki: Turvakamera.

Williams, A. 2003. Police Surveillance and the Emergence of CCTV in the 1960s. Teoksessa Gill, M. (toim). CCTV. Leicester: Perpetuity Press.

Virtuaalivartija-palvelu 2007. ISS Security. [www-dokumentti]. [luettu 15.4.2007]. <
<http://www.fi.issworld.com/view.asp?ID=1412> >

Yksityisyyden suoja kameravalvonnassa. Asiaa tietosuojasta
4/2001. Tietosuojavaltuutetun toimisto. [saatavilla www-muodossa].
<<http://www.tietosuoja.fi/uploads/eolo2h37.rtf>>.

KUVAT

Kuva 1 Analoginen kameravalvontajärjestelmä.....	18
Kuva 2 Hybriditallentimella varustettu kameravalvontajärjestelmä	19
Kuva 3 Verkkopohjainen kameravalvontajärjestelmä	20
Kuva 4 Piirikorttikamera ja putkikamera (© 2007 Camtron).....	21
Kuva 5 Kiinteä ja kääntyvä kupukamera (© 2007 Camtron & © 2007 Axis Communications).....	22
Kuva 6 Täysikokoinen kamera optiikalla sekä sääsuojakotelo (© 2007 Camtron & © 2007 Axis Communications)	23
Kuva 7 Kameran optiikka (Kameravalvonnan K-menetelmä 2006, 10).....	24
Kuva 8 Axis 240Q videopalvelin 4 analogiselle kameralle (© 2007 Axis Communications).....	25
Kuva 9 Verkkovalvontakameroita: kiinteä Axis 209FD-R sekä kääntyvä Axis 214PTZ	26
Kuva 10 Valvontakameroissa käytettyjä liittimiä (© Jonas Bergsten & Piotr Kuczyński, Wikipedia Commons).....	27
Kuva 11 PoE-syöttimien ja –erottimien käyttö (kuvat © Allied Telesis & Axis Communications).....	32
Kuva 12 Kameravalvonnassa käytetyt kuvakoot	34
Kuva 13 JPEG-kuva eri pakkauksella	36
Kuva 14 Tiedon siirto kameran ja tallentimen välillä analogisessa kameravalvontajärjestelmässä (Kuvat © Axis Communications ja ASAN Security Technologies)	44
Kuva 15 Tiedon siirto kameran ja tallentimen välillä verkkopohjaisessa kameravalvontajärjestelmässä (Kuvat © Axis Communications ja ASAN Security Technologies)	45
Kuva 16 Ympäristön toimijat ja tiedon vaihto.....	48

TAULUKOT

Taulukko 1 Kuvamateriaalin siirto verkossa (Technical Guide to Network Video 2006, 44)	29
Taulukko 2 Langattomia verkkoyhteystekniikoita (Hämäläinen 2005, 58)	31