

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Tieto- ja viestintäteknikan koulutusohjelma

Jouni Ylönen

VALVONTAKAMERAJÄRJESTELMÄN MODERNISOINNIN
SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Opinnäytetyö
Toukokuu 2019



OPINNÄYTETYÖ
huhtikuu 2019
Tieto- ja viestintätekniikan koulutus-
ohjelma
Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
(013) 260 600

Tekijä
Jouni Ylönen

Nimeke
Valvontakamerajärjestelmän modernisoinnin suunnittelu ja toteutus

Toimeksiantaja
Ovako Imatra Oy AB

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa terästehtaan ympäristössä prosessinvalvontaa käytettävän valvontakamerajärjestelmän päivitys analogisista valvontakameroista IP-kameroiksi, eli verkkokameroiksi. Työ oli ajankohtainen, sillä monet kameravalmistajat ovat lopettaneet analogisten valvontakameroiden valmistuksen ja siirtyneet pelkästään IP-kameroiden valmistukseen.

Työn teoriaosuudessa käydään läpi lyhyesti aihepiiriin liittyvää lainsäädäntöä ja sen tuomia vaatimuksia, jotka täytyy huomioida kamerajärjestelmää suunniteltaessa. Teoriaosuudessa käsitellään myös kamera- ja lähiverkkotekniikoiden perusteita, jotka pohjustivat suunniteltavan järjestelmän vaatimuksien määrittelyä.

Toteutusosuudessa kartoitettiin prosessin valvontaan käytettävien kameroiden nykyinen tilanne alueittain ja määritettiin vaatimukset uusille laitteille. Toteutukseen sisältyivät myös kaapelireittien suunnittelu, laitteiden konfigurointi ja asennukset urakoitsijan kanssa, sekä dokumentointi.

Lopputuloksena oli toimiva järjestelmä, jota voidaan muokata tulevaisuudessa tarpeen mukaan. Valikoidut laitteet soveltuivat hyvin teollisuusympäristöön ja ovat korvattavissa myös muiden valmistajien laitteilla tarvittaessa.

Kieli
suomi

Sivuja 47

Asiasanat

kameravalvonta, IP-kamera, lähiverkko



THESIS
May 2019
**Degree Programme in Information and
Communication technology**
Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
FINLAND
+ 358 13 260 600

Author
Jouni Ylönen

Title
Designing and Implementing the Modernization of a Camera Surveillance System

Commissioned by
Ovako Imatra Oy AB

Abstract

The purpose of this thesis was to plan and implement the renovation of a surveillance camera system used in a steel mill environment for process control. The goal was to replace analog surveillance cameras with IP cameras. The project was relevant because many camera manufacturers have moved solely to IP-camera production.

The theory part covers briefly legislation on the field of camera surveillance and the requirements of the law that must be factored when setting up a CCTV system. The theory section also covers the basics of camera and local area network technologies that set up the ground for planning a CCTV system.

The practical part included the mapping of existing cameras at the plant and determining the requirements for new hardware configuration. The practical part also included planning of the cable routes, setup and installation of the new hardware, and documentation.

The result of this thesis was a functional system that can be modified in the future if needed. The selected hardware was suitable for industrial environment and can be replaced with other hardware produced by other manufacturers if necessary.

Language

Finnish

Pages

47

Keywords

camera surveillance, IP-camera, local area network

Sisältö

1	Johdanto	5
2	Kameravalvonnan tarve	5
3	Lainsäädäntö	6
3.1	Rikoslaki	6
3.2	Henkilötietolaki.....	7
3.3	Työelämän tietosuojalaki	8
3.4	GDPR	8
4	Kameratekniikka	9
4.1	Kennotyypit ja kennokoko	9
4.2	Objektiivin rakenne ja ominaisuudet	10
4.3	Valotusaika ja ISO-arvo	11
4.4	Kuvatahti.....	12
4.5	Kuvan erottelutarkkuus ja kuvasuhde	12
4.6	Analogisen ja digitaalisen kamerajärjestelmän erot	14
4.7	Kuvan pakkaus	16
5	Valvontakameratyypit.....	19
5.1	Kiinteät kamerat.....	19
5.2	PTZ-kamerat.....	20
5.3	Erikoiskamerat	20
6	Lähiverkkotekniikka.....	21
6.1	Ethernet	21
6.2	Virtuaalilähiverkot	22
7	TCP/IP-protokolla.....	23
7.1	IP-osoite	24
7.2	Aliverkon maski ja luokaton reititys	26
8	Kaapeloinnit	26
8.1	Parikaapelit.....	26
8.2	Valokaapelit	29
8.3	Power Over Ethernet	30
9	Yleiskaapelointijärjestelmät.....	31
10	Kamerajärjestelmän suunnittelu.....	31
10.1	Mitoitus	34
10.2	IP-osoitteet.....	34
10.3	Ympäristön haasteet	34
10.4	Laitteisto	35
11	Toteutus	39
11.1	Kaapeloinnit ja yrityksen kaapelointistandardit	39
11.2	Asennukset.....	40
11.3	Järjestelmän rakenne	43
11.4	Dokumentointi.....	44
12	Yhteenveto ja tulevaisuuden näkymät	44
	Lähteet.....	46

1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella ja toteuttaa kamerajärjestelmän päivitys Ovako Imatra Oy AB:lle. Yritys käyttää kameravalvontaa sekä tehdasalueen valvontaan että prosessinvalvontaan. Työssä keskitytään prosessivalvonnan osuuteen kameravalvonnasta. Suunnitelma kattaa uudessa järjestelmässä käytettävän laitteiston ja tekniikat.

Tehtaalla laajalti käytössä olevien analogisten valvontakameroiden saatavuus on nykyään heikentynyt ja hintataso huomattavasti kalliimpi digitaalisiin verkkokameroihin nähden. Useat laitetoimittajat eivät myöskään myy analogisia valvontakameroita enää ollenkaan. Verkkokameroiden, eli IP-kameroiden etuina ovat muun muassa myös parempi kuvanlaatu sekä tuorempien kameramallien saatavuus ja tuki tulevaisuudessa.

Työn teoriaosuudessa käsiteltiin lyhyesti kameravalvontaan liittyvää lainsäädäntöä ja sen tuomia vaatimuksia kamerajärjestelmän suunnittelussa. Muita teoriaosuuden aiheita olivat kamera- ja lähiverkkotekniikan perusteet.

Työn perimmäisenä tarkoituksena oli kartoittaa nykytilanne ja selvittää ratkaisu järjestelmän modernisoimiseksi. Ratkaisun oli tarkoitus olla sovellettavissa tulevaisuudessa pienillä muutoksilla tehtaan muillekin alueille. Ratkaisu keskittyi enimmäkseen käytettäviin laitteisiin ja yhden alueen kameraverkon toteuttamiseen. Laajemmassa mittakaavassa varsinainen kameraverkko ja sen käytön laajuus tulevat mahdollisesti muuttumaan tulevaisuudessa.

2 Kameravalvonnan tarve

Terästehtaan ympäristössä on omat vaaratekijänsä, kuten millä tahansa tuotantolaitoksella. Tuotantoprosessi sisältää todella vaarallisia vaiheita, joihin liittyy

suuria massoja ja sulan teräksen käsittelyä. Kameravalvontaa tarvitaan tuotantoprosessin tarkkailuun lisäksi näin ollen myös turvallisuuden varmistamiseen. Kameravalvonta vähentää joissakin tapauksissa myös henkilöstömäärän tarvetta ja tarvetta jalkautua kentälle valvomoista. Prosessinvalvonnan lisäksi tehdasalueella on aluevalvontaa, joka kattaa alueen rajojen ja ulkoalueiden valvonnan.

3 Lainsäädäntö

Kameravalvonta on aihealue, johon liittyy paljon lakeja ja yleistä vastuuta. Tässä luvussa käsitellään lyhyesti merkittävimmät aiheeseen liittyvät lait ja asetukset, jotka täytyy huomioida kameravalvontajärjestelmää suunniteltaessa. Kameravalvontaan kohdistuvia lakeja ovat pääasiassa rikoslaki, henkilötietolaki, työelämän tietosuojalaki, EU:n yleinen tietosuoja-asetus GDPR ja yhteistoimintalainsäädäntö.

3.1 Rikoslaki

Rikoslain vuonna 2000 voimaan astuneessa 24. luvussa käsitellään kameravalvontaa seuraavasti:

Rikoslain salakatselusäännöksessä kielletään teknisellä laitteella tapahtuva, yksityisen tai julkisen kotirauhan piirissä luvallisesti oleskelevan henkilön luvaton katselu tai kuvaaminen. Säännöksen mukaan rangaistavaan tekoon syyllistyy tällöin kameravalvonnan käyttäjä. Myös näiden rikosten yrittäminen on rangaistava teko. Salakatselusäännös ei koske paikkoja, joihin on yleisöllä vapaa pääsy. [1, 19-20.]

3.2 Henkilötietolaki

Henkilötietolakia sovelletaan, jos henkilöistä tallennetaan tietoa, eli kameravalvonnan tapauksessa kuvaa tai ääntä. Kameravalvonnan edellytyksenä on, että sen täytyy olla henkilötietoja käsittelevän toiminnan kannalta perusteltua. Henkilötietolaki edellyttää kameravalvonnasta ilmoittamista. [1, 21.] Kameravalvonnasta ilmoittaminen tapahtuu tavallisimmin kylteillä, varsinkin tehdasalueilla ja muilla suljetuilla alueilla (kuva 1).



Kuva 1. Kameravalvonnasta ilmoittaminen kyltillä (kuva: Jouni Ylönen).

Lisäksi saatavilla on oltava rekisteriseloste, josta ilmenevät kameravalvonnan perustiedot ja vastuuhenkilöt. Kameravalvonnan yhteydessä on otettava myös huomioon säännökset käsiteltävien tietojen suojaamis- ja hävittämisvelvollisuudesta. Muun muassa seuraavat toimenpiteet edellyttävät henkilötietolain noudattamista: tiedon kerääminen, tallentaminen, käyttö, luovuttaminen, siirto, säilyttäminen ja hävittäminen. [1, 21.]

3.3 Työelämän tietosuojalaki

Työelämän tietosuojalakiin on kirjattu ne työtilat ja -tilanteet, joissa työnantaja saa ja ei saa käyttää kameravalvontaa. Tietosuojalaki sisältää myös ohjeistuksen kameravalvonnan tallenteiden säilyttämisajoista ja hävittämisestä. Lain tavoitteena on parantaa työntekijöiden yksityisyydensuojaa ja täydentää henkilötietolakia. [1, 22-23]

3.4 GDPR

Yksi tuoreimpia henkilötietojen käsittelyyn liittyvä lakeja EU-alueella on EU:n tietosuoja-asetus GDPR. GDPR asettui lopullisesti voimaan kahden vuoden siirtymäajan päätyttyä 25.5.2018. Tietosuoja-asetus määrää, että henkilötietojen käsittelyyn liittyen rekisterinpitäjän on kyettävä osoittamaan erinäisin toimenpitein, että henkilötietojen käsittely ei vaaranna rekisteröityjen oikeuksia ja on asetuksen vaatimusten mukaista. Osoitusvelvollisuuden rikkomisesta on olemassa erilaisia sanktioita, joiden seuraamusmaksut voivat ulottua jopa 20 miljoonaan euroon tai 4 prosenttiin organisaation globaalista liikevaihdosta. [2.]

Rekisterinpitäjän ja henkilötietojen käsittelijän velvollisuuksina on huolehtia, että henkilötietojen käsittelyssä noudatetaan lainsäädäntöä sekä varmistetaan, että henkilötiedot ovat kulloisenkin riskitason huomioiden turvassa. Rekisteröidyillä henkilöillä on oikeus omiin tietoihinsa ja siihen, mitä niillä tehdään. Rekisteröity henkilö voi esimerkiksi vaatia tietojen käsittelijää näyttämään, korjaamaan tai siirtämään tietoja, sekä luovuttamaan tietoja itselleen. Tärkeää onkin varmistaa, että rekisteröidyn oikeudet on helppoa toteuttaa kaikissa tilanteissa. [2.]

Tietosuoja-asetuksessa määrätään suoraan, että rekisterinpitäjän täytyy sopia osapuolten välillä kirjallisesti aina, kun henkilötietojen käsittelyä siirretään edes vähäisesti jonkun toisen tehtäväksi. Sopimuksen täytyy olla juuri asetuksen määräämän tavan mukainen. [2.]

4 Kameratekniikka

Kameralla kuvattavan kuvan muodostuminen alkaa aina siitä, että valonlähteestä heijastuva valo heijastuu takaisin kuvattavasta kohteesta ja heijastuva valo päätyy kameran linssiin. Todella suuri määrä valonsäteitä, jotka koostuvat fotoneista, eli valohiukkasista kulkevat linssin läpi. [3, 39.]

Linssin läpi kuljettuaan valo päätyy kuvakennolle (engl. sensor), joka toimittaa digikamerassa periaatteessa samaa virkaa kuin filmi vanhoissa filmikameroissa. Filmin tapaan sensori koostuu materiaalista, joka on herkkää valolle. Sensori on rakenteeltaan ryhmä todella pieniä valoherkkiä diodeja, joista jokainen on yksi kuvan kuvapiste, eli pikseli. Kun riittävä määrä fotoneita osuu diodeihin, syntyy elektroneita, jotka kirkastavat pikselit ja muodostuu kuva. Mitä enemmän valoa osuu diodeihin, sitä kirkkaampi lopullisesta kuvasta tulee. [3, 39-40.]

4.1 Kennotyypit ja kennokoko

Valoherkkiä kennoja on eri tyyppisiä ja kokoisia. Kennoissa käytetään pääasiassa kahta eri teknologiaa: CCD (Charge-coupled Device) ja CMOS (Complementary Metal-oxide Semiconductor). CCD-teknologia on ollut kamerakäytössä jo yli 30 vuotta. Perinteisesti verrattuna CMOS-kennoihin CCD-kennot olivat herkempiä valolle ja eivät niin häiriöherkkiä. Nykyään tekniikan kehittyttyä näitä eroja ei enää juurikaan ole. CCD:n heikkoutena sen analogiset komponentit vaativat enemmän tilaa piirilevyllä sensorin ympärillä ja ovat kalliita valmistaa. CCD-kenno kuluttaa myös enemmän virtaa ja virran kulutus voi olla jopa 100 kertaa suurempi CMOS-kennoon verrattuna. [4.]

Modernimpi CMOS-kenno käyttää nimensä mukaisesti puolijohdetekniikkaa, on huomattavasti edullisempi ja kuluttaa vähemmän virtaa. CMOS ei ole yhtä valo-

herkkä kuin CCD johtuen jokaisen kuvapikselin yhteyteen sijoitetuista transisto-reista, jotka vievät valontunnistustilaa kennolta. Tekniikka on kuitenkin kehittynyt nopeasti viime vuosina. [4; 5.]

Kennon tyypin lisäksi kuvan tarkkuuteen vaikuttaa merkittävästi kennon koko. Kennon koko ilmoitetaan yleensä tuumina ja yleisimpiä kennokokoja valvontaka-mera käytössä ovat 1/4", 1/3" ja 1/2" [6, 137]. Mitä suurempi kenno on, sitä enem-män kuvaan saadaan pikseleitä. Kennon koolla on myös muutakin merkitystä kuin kuvan laatu, sillä mitä pienempi kenno on, sitä pienemmälle alueelle kuva joudutaan kohdistamaan objektiivin avulla. [5.]

4.2 Objektiivin rakenne ja ominaisuudet

Kuvanlaatuun vaikuttavia tekijöitä on useita, kuten ympäristön valo, objektiivi, ka-meran kuvakenno, kuvanpakkausformaatti. Merkittävimmän kuvan laadun määrit-tää kennon ohella kuitenkin itse kameran objektiivi. [7, 7]

4.2.1 Polttoväli

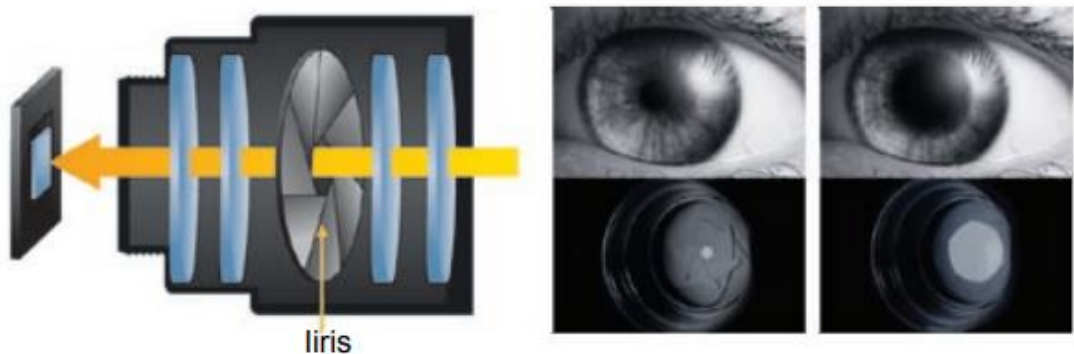
Yksi merkittävimmistä objektiivin ominaisuuksista on polttoväli. Polttovälillä tar-koitetaan kuvakennon ja objektiivin polttopisteen välistä etäisyyttä. Mitä lyhyempi polttoväli on, sen laajempi kuvakulma saadaan. Vastaavasti taas pitkällä poltto-välillä kuva-alasta tulee suppeampi. Lyhyt polttoväli soveltuu hyvin varsinkin si-sätiloihin, jotta kaikki kuvattavat kohteet mahtuvat kuvaan. Jos polttoväli on to-della lyhyt haittapuolena ovat kuvaan mahdollisesti syntyvät vääristymät, esimerkiksi pyöristyminen. Pitkällä polttovälillä kuva taas litistyy ja kauempana olevat kohteet näyttävät olevan lähempänä kuin ne todellisuudessa ovat. [8.]

Valvontakamerakäyttöön olevia objektiivityyppejä ovat muun muassa kiinteät ob-jektiivit, muuttuvan polttovälin objektiivit ja suurentavat objektiivit. Kiinteän objek-tiivin tapauksessa polttoväliä ei voida muuttaa ollenkaan. Muuttuvan polttovälin

objektiiveissa polttoväliä voidaan säätää manuaalisesti, jotta saadaan kohteeseen sopiva näkökenttä. Muuttuvan polttovälin objektiiveja kutsutaan usein Vari-focal-objektiiveiksi. Yleisin muuttuvan polttovälin objektiivin säätöväli on noin 3,5-8 mm. [7, 8]

4.2.2 Aukko

Aukko eli iiris ohjaa objektiiviin tulevan valon määrää kuvauksen aikana. Aukko on periaatteessa verrattavissa ihmisen silmän pupilliin (kuva 2).



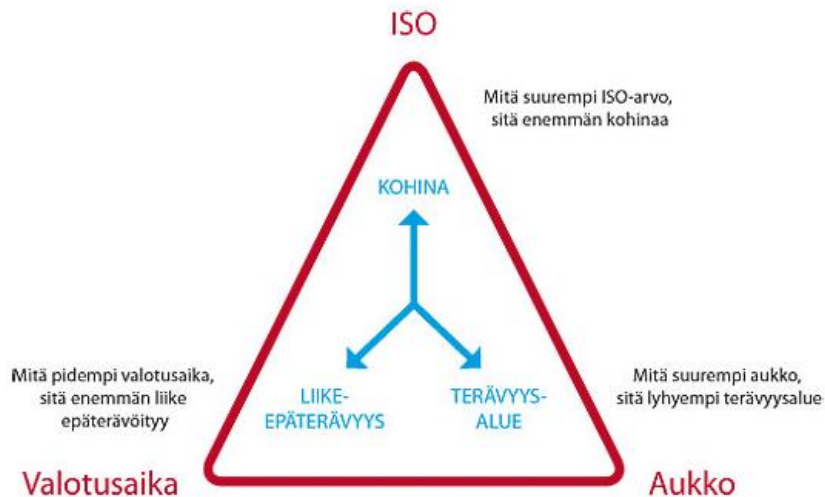
Kuva 2. Aukon toimintaperiaate [7, 9].

Aukkoa mitataan F-luvulla, joka on polttovälin ja objektiivin halkaisijan välinen suhde. Aukon koko on käänteisesti suhteessa F-lukuun ja aina kun F-luku suurenee, valotussuhde vähenee. Esimerkiksi F-luvun arvolla 1.4 valotussuhde on 32 ja F-luvulla 2 valotussuhde on 16. [7, 9]

4.3 Valotusaika ja ISO-arvo

Kuvan valoisuuteen vaikuttavia tekijöitä aukon koon ohella ovat myös valotusaika (suljinaika) ja ISO-arvo eli valoherkkyys. Suljinaika tarkoittaa ajanjaksoa, jonka aikana kamerasensoriin pääsee valoa. Suljinaika ilmoitetaan sekunneissa esimerkiksi 1/1000s. [9.]

ISO-arvo määrittää kameran kennon valoherkkyyden. Eli suuremmalla ISO-arvolla kenno on valoherkempi. Alhaisin tavallisesti käytetty ISO-arvo on 100. Liian suurella ISO-arvolla voidaan pahimmillaan heikentää kuvan laatua ja kuvaan voi tulla kohinaa, rakeisuutta ja värien himmentymistä. (Kuva 3.) [9; 10.]



Kuva 3. ISO-arvon, valotusajan ja aukon suhde [10].

4.4 Kuvatahti

Kuvatahti tarkoittaa kameran tuottamaa kuvamäärää sekunnissa. Kuvatahdilla voidaan tarkoittaa myös tallentimen tallentamaa kuvamäärää. Reaaliaikaista, nykimätöntä liikettä tuottavan kuvatahdin tulee olla vähintään 25 kuvaa sekunnissa. IP-kameran kuvatahtia voi säätää tilanteen mukaan jopa 60 kuvaan sekunnissa. [11, 7-8]

4.5 Kuvan erottelutarkkuus ja kuvasuhde

Videokuvan erottelutarkkuus, eli resoluutio ilmaisee kuvan pikseleiden vaaka- ja pystysuuntaisen määrän kuvassa. Hieman kärjistetysti voidaankin sanoa, että

mitä korkeampi resoluutio on, sitä parempi kuva on laadultaan [12, 20], mutta kameran muut ominaisuudet määräävät lopullisen kuvanlaadun. Myös käytössä oleva monitori määrittää valvomon pään lopullisen kuvanlaadun ja monitorin resoluution ollessa kameran resoluutiota pienempi, kuva skaalautuu useimmiten monitorin resoluution mukaiseksi.

Analogisten kameroiden tapauksessa erottelutarkkuus ilmoitetaan juovalukuna. Luku ilmoittaa kuinka monta vaakajuovaa kamera kykenee erottelemaan kuva-alasta [13, 11]. Analogisille resoluutioille on olemassa kaksi vallitsevaa standardia PAL ja NTSC. Euroopan alueella näistä käytössä on PAL. PAL-standardin kuvan virkistystaajuus on 25 ruutua sekunnissa ja resoluution on parhaimmillaan 720 x 576 pikseliä. Seuraavassa taulukossa on listattu yleisimmät analogiset videoresoluutiot pikseleinä. (Taulukko 1).

Taulukko 1. Analogiset videoresoluutiot [14].

Format	NTSC-Based	PAL-Based
QCIF	176 × 120	176 × 144
CIF	352 × 240	352 × 288
2CIF	704 × 240	704 × 288
4CIF	704 × 480	704 × 576
D1	720 × 480	720 × 576

IP-kameroilla päästään huomattavasti korkeampiin resoluutioihin (taulukko 2). IP-kameroiden käyttöön siirryttäessä kamerat ovat nykyään lähes poikkeuksetta vähintään megapikselikameroita 1M. Megapikselikameralla tarkoitetaan kameroita, joiden kennossa on vähintään miljoona kuvapistettä eli pikseliä. [14.]

Taulukko 2. IP-kameroiden kuvan resoluutioita [14].

Size/ Format	Pixels
QQVGA	160x120
QVGA	320x240
VGA	640x480
HDTV	1280x720
1M	1280x960
1M	1280x1024
2M	1600x1200
HDTV	1920x1080
3M	2048x1536

Kuvan resoluution yhteydessä puhutaan usein myös kuvasuhteesta. Kuvasuhde tarkoittaa vaaka- ja pystysuuntaisten pikselimäärien välistä suhdetta, eli kuvan leveyden ja korkeuden suhdetta. Esimerkiksi $1920/1080 = \sim 1.78 = 16:9$.

IP-kamerat käyttävät 16:9 kuvasuhdetta, eli laajakuvaa, joten kuva-ala on merkittävästi leveämpi kuin 4:3 kuvasuhteen kameroissa. Joissakin tapauksissa yhdellä laajakuvaformaatin kameralla voidaankin mahdollisesti korvata kaksi lähekkäin sijoitettua 4:3 kuvasuhteen kameraa. [14.]

4.6 Analogisen ja digitaalisen kamerajärjestelmän erot

Analoginen- ja digitaalinen valvontakamerajärjestelmä eroavat toisistaan lähes tulkoon täysin. Edellä mainittujen resoluution- ja kuvasuhde-erojen lisäksi myös kuvadatan siirtotie ja järjestelmässä käytettävät laitteet ovat täysin erilaisia. Analogisen kamerajärjestelmän tapauksessa kaapelointina käytetään yleisimmin koaksiaalikaapeleita ja BNC-tyypin liittimiä. Kuva siirtyy analogisessa järjestelmässä sähköisenä signaalina. [12.] Analogisessa järjestelmässä kuvien jakaminen monitoreille toteutetaan joko kytkemällä kameran koaksiaalikaapeli suoraan

monitoriin tai käytetään kuvan jakoon tarkoitettuja laitteita, kuten nelikkoja (quad) tai videomatriiseja, joista saadaan jaettua usean kameran kuvat yhteen monitoriin.

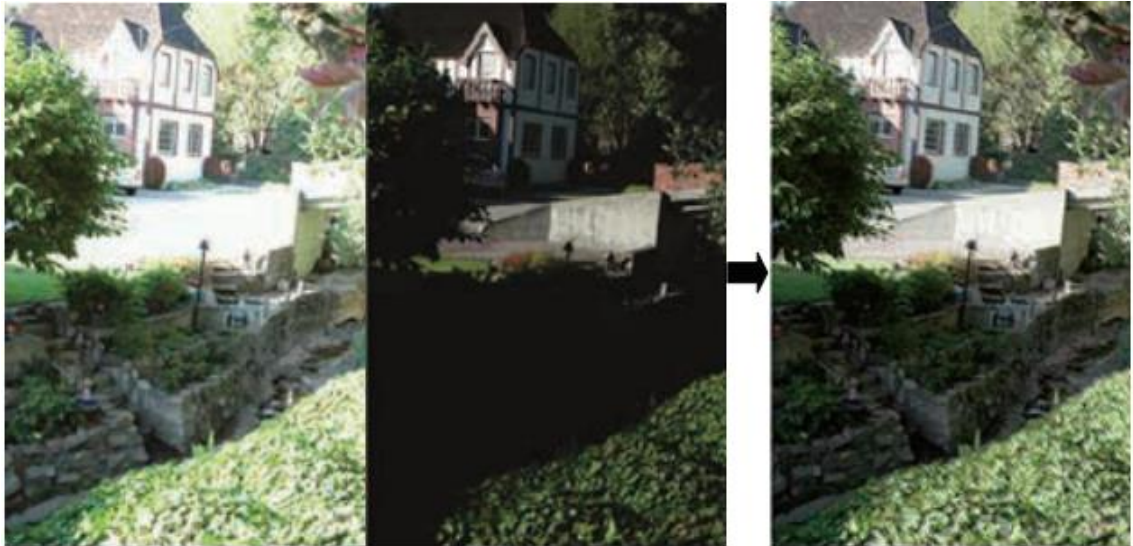
Vastaavasti IP-kameroiden tapauksessa siirtotienä käytetään tietoverkkoa, useimmiten langallista tai langatonta lähiverkkoa. IP-kamera pakkaa kuvan digitaaliseksi bittivirraksi, joka lähetetään kameralta valvomon niin sanotulle videopalvelimena toimivalle laitteelle. Videopalvelimena toimii joko tietokone sopivalla ohjelmistolla tai tallenninlaite. Videopalvelin purkaa pakatun kuvan ja välittää sen monitoreille määritettyjen asetusten mukaisesti. Videopalvelin voi olla myös ihan varsinainen keskitetty palvelin, josta valvontakameroiden kuvat jaetaan valvomoihin.

Yleensä analogisessa järjestelmässä kameroiden kaapeleita kulkee aina kameralta valvomoon asti pitkiäkin matkoja vierekkäin useita, sillä jokaisen kameran kuvasignaali täytyy tuoda omaa kaapeliaan pitkin. IP-kameroiden tapauksessa siirtotien suhteen voidaan tehdä joustavampia ratkaisuja esimerkiksi keskittämällä kentälle kameroiden läheisyyteen verkkokytkin, johon kamerat yhdistetään lyhyillä kaapelivedoilla. Kytkimeltä usean kameran kuvadata viedään edelleen valvomoon vain yhtä parikaapelia tai valokuitua pitkin. Yksi varteenotettava toteutustapa voi olla myös langattoman WLAN-lähiverkon käyttäminen kuvansiirrossa.

IP-kameroissa on myös paljon ominaisuuksia, joita analogisissa kameroissa ei ollut ollenkaan. Muun muassa henkilön- ja liikkeentunnistus, joista voidaan asettaa haluttujen raja-arvojen mukaan hälytyksiä näkymään valvomon monitoriin tai erilliseen järjestelmään. IP-kameroissa on myös monenlaisia kuvaa käsitteleviä ominaisuuksia, kuten automaattista kohinan poistoa ja dynaamista kuvan valotuksen säätöä.

Yksi kuvan valoisuuteen liittyvä ominaisuus IP-kameroissa on WDR eli Wide Dynamic Range. WDR-tekniikka mahdollistaa kuvaamisen vaihtelevassa valaistuksessa ehkäisten häikäisyä ja poistaen varjoja. Kuvattavan alueen valaistusvoimakkuuden määrä voikin vaihdella esimerkiksi kirkkaan päivänvalon noin 100 000 luksista varjon 10 luksiin. Yleisimmin WDR toteutetaan tasapainottamalla kuvan yli- ja alivalottuneet osa-alueet. Tasapainotus saadaan toteutettua

ottamalla kohteesta useita kuvia eri valotusajoilla ja yhdistämällä kuvat yhdeksi tasapainoiseksi kuvaksi (kuva 4).



Kuva 4. Esimerkki WDR kuvasta [15].

Kameran WDR ominaisuuden kyvykkyyttä kuvata korkea kontrastisia kohteita ilmaistaan yksiköllä desibeli dB. Mitä suurempi desibelimäärä on ilmoitettu, sitä suurempi kameran käsittelemän kuvan kirkkaimman ja tummimman alueen välinen suhde voi olla. [15.] WDR-tekniikan ja IP-kameroiden yökuvaus ja hämäräkuvaus ominaisuuksien ansiosta valaistuksen taso ei ole välttämättä enää niin tärkeä tekijä kamerajärjestelmää suunniteltaessa kuin ennen.

4.7 Kuvan pakkaus

Yhtenä merkittävimpänä erona IP-kameroiden ja analogisten kameroiden välillä on kuvan pakkaus. IP-kamera digitalisoi, eli pakkaa kuvatun videon kameran tukemalla koodekilla kamerassa itsessään. Kuvan digitalisointia varten IP-kameroissa on sisäänrakennettuna mikroprosessori, keskusmuisti ja ohjelmisto kuvan pakkaamiseen. [12, 20] Pakkaamalla kuvatun videon koosta saadaan pienempi, mikä helpottaa siirtämistä ja varastointia. Siirtämiseen tarvitaan vähemmän verkon kaistaa ja tallennettaessa varastointiin vähemmän tallennustilaa.

Yleisimpiä IP-kamerajärjestelmissä käytettäviä videokoodetteja ovat muun muassa MJPEG, MPEG-4 ja H.264. [14.]

4.7.1 Motion JPEG (MJPEG)

MJPEG on pakkausformaatti, joka koostuu sarjasta pakattuja JPEG-kuvia. Jokainen yksittäinen kuva siirretään sellaisenaan ilman ennakoivaa pakkausta kuvien välillä. MJPEG vaatii vähemmän prosessointitehoa vaikkapa MPEG-4-formaattiin verrattuna, mutta vaatii siirtoverkolta huomattavasti enemmän kaistaa. Esimerkiksi nykyään todella alhainen vain 640x480 VGA-tarkkuuden videokuva 30 ruudun sekuntivauhdilla voi käyttää kaistaa jopa 5-10 Mb/s MJPEG-formaattiin pakattuna [14.]. Uudemmissa koodikkeilla saadaan pakattua Full HD laadun kuvaa suunnilleen samaan tiedostokokoon.

4.7.2 MPEG-4 ja H.264

MPEG-4- ja H.264-koodikit käyttävät niin sanottua ennakoivaa kuvanpakkaus-tekniikkaa. Ennakoivassa tekniikassa jokaista yksittäistä kuvaa ei tallenneta erikseen, vaan ainoastaan kuvaan tulevat muutokset tallennetaan (Kuva 5). H.264:n pakkaussuhde on korkeampi kuin MPEG-4:ssa, joten kaistaleveyden tai tallennustilan tarve on vieläkin vähäisempi. [16, 3]



Kuva 5. Ennakoivien pakkausformaattien toimintaperiaate [7, 20].

Nykyään on olemassa myös kehittyneempi H.265-formaatti, mutta se ei ole vielä kovinkaan yleinen. H.265-koodekilla saadaan tuplattua videokuvan laatu säilyttäen sama kaistankäytön määrä aiempiin pakkausformaatteihin nähden. [17.]

4.7.3 Tallentimet ja pakkauksen purkaminen

Kameravalvonnan tallentamiseen käytetään pääasiassa järjestelmään kytkettyä tietokonetta tai kovalevytallentimia. Analogisen tekniikan yhteydessä käytettäviä tallentimia ovat DVR-tallentimet, ja IP-kameroiden kanssa käytetään verkkotal-
lentimia NVR. Analogisessa järjestelmässä DVR pakkaa kuvatun materiaalin tal-
lennuksen lisäksi ja IP-kameroiden käytössä NVR-tallennin hoitaa lähinnä pelkän
valmiiksi kameroiden pakkaaman videomateriaalin tallennuksen. [12, 22-25.]

NVR-tallentimet myös purkavat videonkuvan pakkauksen ennen valvomoiden
näytöille siirtämistä. Pienissä valvomokokonaisuuksissa voidaankin käyttää
NVR-tallenninta ilman kiintolevyä pelkkään videon purkamiseen, jos tallennusta
ei tarvita tai haluta käyttää. Tallenninlaite voi olla usein halvempi ja huoletto-
mampi ratkaisu kuin erillisen PC:n hankkiminen, sillä tallennin on suoraan valmis
paketti sisältäen videon käsittelyyn tarvittavan ohjelmiston. Negatiivisena puo-
lena halvemman hintaluokan tallentimien yleinen suorituskyky on usein heikom-
paa kuin erillisen PC:n. Monissa tallenninmalleissa ei myöskään yleensä ole kuin
yksi kuvanulostulo, joten vaikkapa kahden nelikkonäkymän jakaminen kahteen
eri monitoriin voi vaatia kaksi tallenninta.

Markkinoilla on ollut myös hybriditallentimia, joihin saadaan liitettyä analogisia
kameroita ja IP-kameroita, mutta kyseessä oli lähinnä analogisista kameroista IP-
kameroihin välisen siirtymäajan tekniikka. Hybriditallentimet ovat kalliita ja kan-
nattavampaa on uusia kamerat suoraan IP-kameroiksi, sillä vanhat kamerat jou-
dutaan uusimaan jossain vaiheessa joka tapauksessa.

5 Valvontakameratyypit

Valvontakameroita on tyypiltään monenlaisia ja mallin valinta tehdään usein käytötarkoituksen ja olosuhteiden mukaan. Kameroiden suurin perusero on, onko kamera mustavalko vai värikamera. Markkinoilla on myös päivä- ja yökameroita, jotka kuvaavat päivällä värikuvaa ja yöllä mustavalkokuvaa. [12, 17] Oleellista on myös kameran sijoitus, sillä ulkokäyttöön ja sisäkäyttöön on tarjolla erilaisia kameroita. Kameroille on myös saatavilla erilaisia säänsuojakoteloita, joita voidaan käyttää myös sisäkäytössä suojaamaan kameraa.

5.1 Kiinteät kamerat

Yleisimmin kameravalvontaa voidaan hoitaa suurelta osin kiinteisiin asennustelineisiin sijoitetuilla kameroilla. Tässä tapauksessa kamera suunnataan juuri haluttuun kohteeseen. [13, 8.]

Kiinteä kamera on usein niin sanottu kasattava kamera, johon hankitaan erikseen kamerarunko, objektiivi, kotelo ja jalusta kiinnittämistä varten. Etuina tässä ratkaisussa on, että vaihdettavien komponenttien ansiosta kamerasta saadaan kasattua juuri sellainen kokonaisuus kuin halutaan. On myös olemassa kuitenkin niin sanottuja bullet- ja dome -tyyppisiä kameroita, joissa kamera on valmis paketti sisältäen jalustan, objektiivin ja telineen.

Kupumallisissa, eli dome-kameroissa kamera ja objektiivi on sijoitettu ympyrän mallisen suojakotelon ja puolipallon muotoisen kuvun sisälle, eikä objektiivia yleensä saa vaihdettua. Kupukameran etuina ovat muun muassa mahdollisuus käyttää himmennettyjä kupuja, joten kameran suuntausta ei nähdä ulkoa päin. Kupukamera sulautuukin näin esteettisesti hyvin ympäristöön varsinkin sisätiloissa. [13, 8.] Rakenne on myös yksinkertainen integroidun jalustan ansiosta ja heti valmis asennettavaksi.

Bullet-kamera muistuttaa ulkonäöltään enemmän perinteistä valvontakameraa, mutta on kupukameran tapaan valmis paketti sisältäen objektiivin, kamerarungon ja kiinteän jalustan. Bullet-kameran etuna erillisestä rungosta kasattavaan kameraan on edullisuus, mutta objektiivia ei yleensä saa vaihdettua. Kameramalli onkin syytä valita tarkkaan niin, että objektiivin ominaisuudet soveltuvat varmasti käyttökohteeseen.

5.2 PTZ-kamerat

PTZ-kamera on kamera, jota pystytään kauko-ohjaamaan. Kameratyyppin nimi tulee englannin kielen sanoista Pan, Tilt ja Zoom. Kameraa pystytään siis kääntämään ja zoomaamaan käyttäjän toimesta valvomossa sijaitsevilla hallintalaitteilla tai hallinta PC:llä.

PTZ-kameroissa on moottoroitu kääntöpää ja moottoroitu vaihtuvapolttovälinen objektiivi. PTZ-kameralla voidaan korvata joissakin tapauksissa useampi kiinteä kamera, ratkaisu on kuitenkin kahta tai useampaa kiinteää kameraa kalliimpi hallintaan tarvittavista lisälaitteista ja monimutkaisemmasta tekniikasta johtuen ja vaatii jatkuvaa aktiivista huomiota käyttäjältä. [13, 8] PTZ-kameroita käytetään yleensä pääasiassa aluevalvontaan, mutta myös tietyissä tapauksissa PTZ-kameroista on suuri hyöty myös prosessin valvonnassa. Esimerkiksi jos käyttäjän tarvitsee satunnaisissa tilanteissa tarkentaa tiettyyn kohteeseen tai kääntää kameraa hieman.

5.3 Erikoiskamerat

On olemassa myös erilaisia erikoiskameroita, muun muassa seuraavat Lopputuloksena oli toimiva järjestelmä, jota voidaan muokata tulevaisuudessa tarpeen mukaan. Valikoidut laitteet soveltuivat hyvin teollisuusympäristöön ja ovat korvattavissa myös muiden valmistajien laitteilla tarvittaessa.

:

- EX-kamerat eli räjähdysherkkien tilojen kamerat

- EMP-kamerat eli elektromagneettiselta pulssilta suojatut kamerat
 - lämpökamerat
 - vakoilukamerat eli muuksi kuin kameraksi naamioidut valvontakamerat.
- [12, 20]

Terästehtaan tapauksessa tuotannon monissa vaiheissa käytetään uuneja teräksen lämpökäsittelyyn ja näiden uunien yhteydessä käytetään lämpöä kestäviä erikoiskameroita. Uuneissa on reiät, joista lämpöä kestävät jäähdytetyt kamerat on kohdistettu kuvaamaan uuniin sisälle.

6 Lähiverkkotekniikka

Lähiverkolla tarkoitetaan yleisesti tietoverkkoa, joka ulottuu maantieteellisesti pienenkölle alueelle. Lähiverkko voi kuitenkin nimestään huolimatta olla myös todella suuri kokonaisuus. Lähiverkosta käytetään lyhennettä LAN, joka tulee englannin kielen sanoista Local Area Network. Vastaavasti jos kamerajärjestelmän kuvaa haluttaisiin lähettää ja vastaanottaa internetin yli siirryttäisiin lähiverkosta laajaverkon WAN, eli Wide Area Network puolelle.

6.1 Ethernet

Ethernet on yleisin käytössä oleva lähiverkkotekniikka ja se on määritelty IEEE 802.3 -standardissa. Fyysiseltä topologialtaan Ethernet-verkko on joko väylä tai tähti. Nykyään kytkimiä käytettäessä topologia on kuitenkin aina tähti [18, 284]. Tähtimäisessä topologiassa jokaisella verkkolaitteella on oma yksittäinen yhteys verkon keskittimenä toimivaan laitteeseen, eli kytkimeen [18, 77].

Ethernet-standardit ovat muuttuneet vuosien saatossa ja niihin on tullut uudistuksia, joissa verkon nimellishopeutta on nostettu ja uusia ominaisuuksia lisätty. Uudistuksissa päivittyvät tietenkin myös standardeissa määritetyt kaapeloinnit, liittimet ja kaapelointien maksimipituudet kullekin kaapelityypille. [18, 262-263.]

Yleisimmät nykyään käytössä olevat Ethernet-toteutustavat ovat Fast Ethernet, Gigabit Ethernet ja 10 Gigabit Ethernet. Fast Ethernet-nimitystä käytetään 100 Mbit/s nopeuden Ethernet tekniikoista. Vastaavasti Gigabit-Ethernet on kymmenen kertaa nopeampi tekniikka ja 10 Gigabit-Ethernet vielä kymmenen kertaa nopeampi tekniikka. [18, 262-263.]

Tekniikat käyttävät eri luokkien kaapeleita ja liittimiä, mutta tämä on otettu huomioon taaksepäin yhteensopivuudella. Esimerkiksi Fast Ethernet-tekniikassa käytettävä Cat 5-parikaapeli toimii myös laitteiden Gigabit Ethernet-porteissa, mutta käyttö ei ole suositeltavaa mahdollisten ongelmien ja rajoitetun siirtonopeuden takia.

Valvontakameraverkon tapauksessa 100 Mbit/s siirtokyvyn verkkokin voi olla riittävä, jos kameroita ei ole määrällisesti montaan, mutta verkko kannattaa rakentaa kapasiteetiltaan suuremmaksi suoraan tulevaisuuden varalle ja nykyisten standardien mukaan.

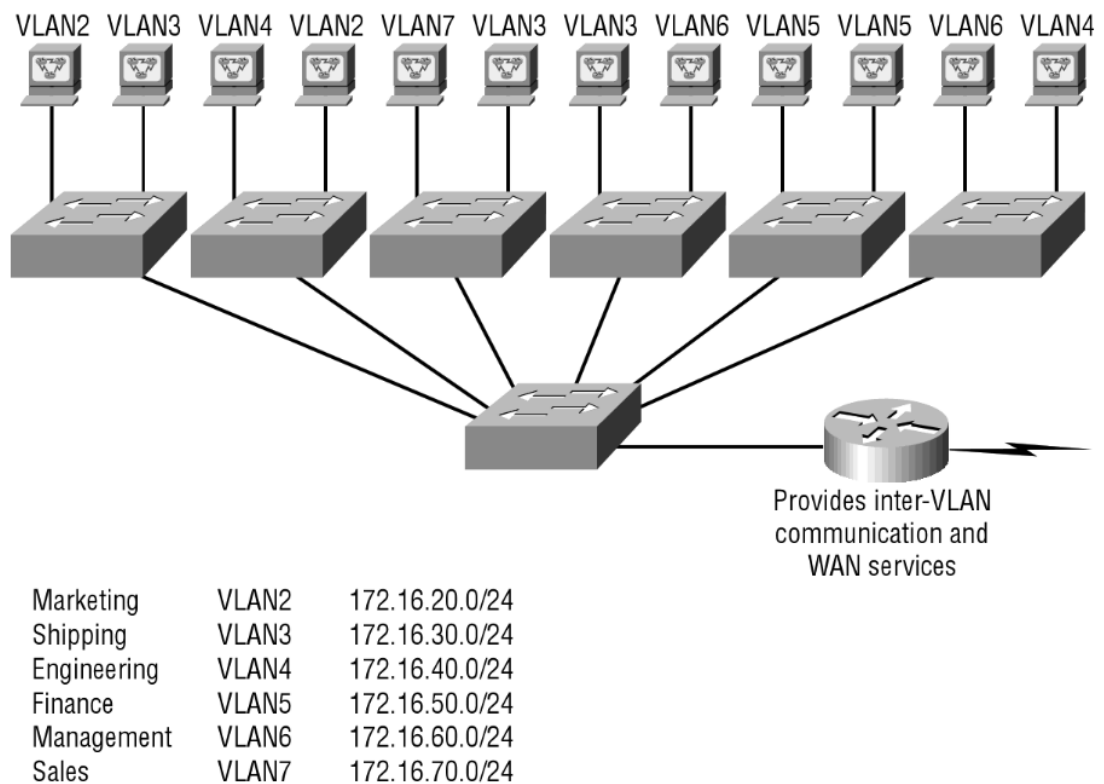
6.2 Virtuaalilähiverkot

Hallittaviin verkkokytkimiin voidaan muodostaa virtuaalilähiverkkoja, jotka ovat toisistaan riippumattomia ryhmiä samassa fyysisessä kytkimessä. Virtuaalilähiverkoista käytetään usein nimitystä VLAN. Virtuaalilähiverkoilla voidaan siis ryhmitellä verkon liikennöinti esimerkiksi vaikkapa osastokohtaisesti (kuva 6). Virtuaalilähiverkkojen käyttö on perusteltua etenkin, kun lähiverkon tietoturva on puutteellinen tai kun halutaan rajoittaa verkkoliikennettä. [20, 157.]

VLAN voidaan toteuttaa usealla erilaisella tavalla. Tavallisimpia määrittelytapoja ovat seuraavat:

- kytkimen porttien määrittäminen kuulumaan haluttuun VLANiin

- verkko-osoitteen mukaan tehtävä määrittäminen, eli vaikkapa samaan osoiteavaruuteen tai samaan IP-aliverkkoon kuuluvat laitteet tulevat samaan VLANiin kuuluviksi
 - MAC-osoitteen, eli laitteen laiteosoitteen mukaan määrittäminen
 - käytettävän tietoliikenneprotokollan mukaan määrittäminen.
- [20, 157-158.]



Kuva 6. Esimerkki VLAN-toteutuksesta [19, 108].

7 TCP/IP-protokolla

Verkkolaitteet tarvitsevat tietynlaisia sääntöjä kommunikoidakseen keskenään. Näitä sääntöjä kutsutaan protokolliksi. TCP/IP-protokolla on yleisin ja eniten käytetty protokollaperhe tietoliikennekäytössä. Se on nimetty kahden merkittävimm-

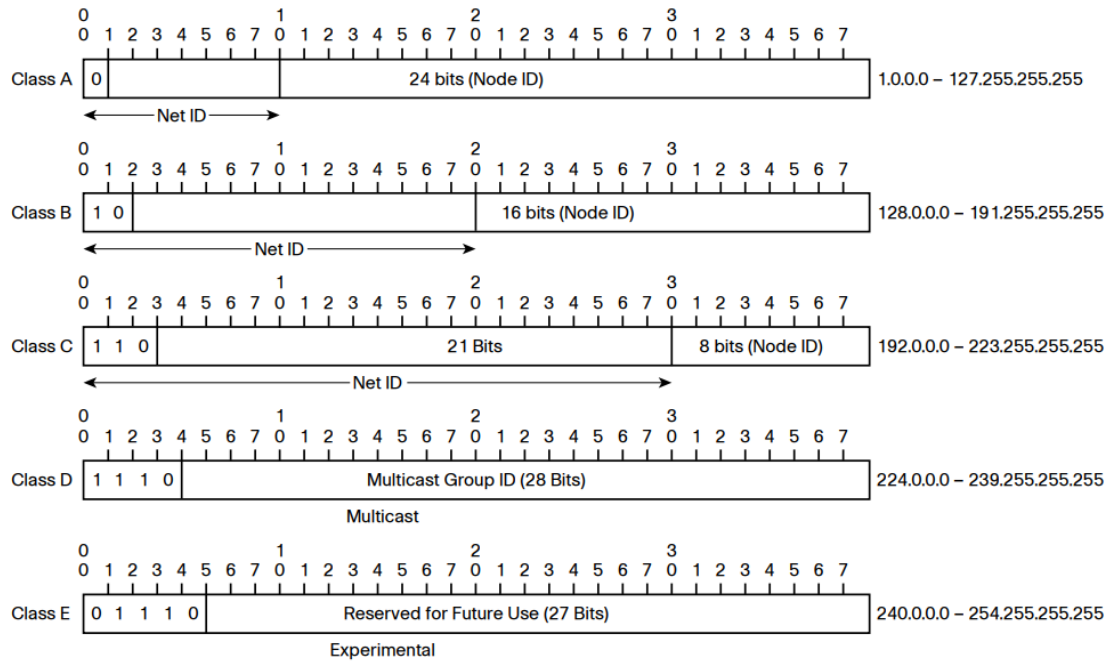
män protokollansa TCP:n, eli Transmission Control Protocol ja IP:n Internet Protocol mukaan. Kuvaavaa TCP/IP:n merkittävydestä onkin se, että koko Internet-verkko perustuu TCP/IP:n varaan [20, 128].

Lyhyesti sanottuna TCP/IP:n toiminta muodostuu tietopakettien lähettämisestä ja vastaanottamisesta. Toimintaan liittyy tilanteesta riippuen monia muitakin protokollia, mutta peruseriaate on, että TCP-protokolla valmistelee tietopaketin, varmistaa pakettien perille pääsyn ja korjaa mahdolliset siirtovirheet uudelleen lähetyksillä ja IP-protokolla viimeistelee paketit lisäten kohde IP-osoitteen ja hoitaa niiden liikennöinnin kyseisen osoitteen perusteella. [21, 241-242.]

7.1 IP-osoite

IP-osoitteita käytetään verkon laitteiden yksilöimiseen tietoverkossa. Laitteelle määritetty IP-osoite voi olla kiinteä tai dynaaminen. Kiinteä osoite määritetään laitteelle yleensä manuaalisesti laitteen verkkoasetuksista, kun taas dynaamisesta IP-osoitteiden automaattisesta jakelusta vastaa DHCP-protokolla (Dynamic Host Control Protocol), joka jakelee osoitteet laitteille. DHCP-rooli voi olla asennettuna esimerkiksi palvelimelle tai dynaamisen osoitteiden jakelun voi hoitaa vaikkapa reititin.

IP-osoitteista käytössä ovat IP version 4 ja 6 mukaiset osoitteet IPv4 ja IPv6. IPv4-osoite on 32 bitin pituinen ja muodostuu neljästä pisteillä toisistaan erotetusta osiosta. Osioita kutsutaan okteteiksi, sillä yhden osion pituus on 8 bittiä. Jokaisen oktetin arvo voi olla välillä 0-255 desimaalimuodossa tai välillä 00000000-11111111 binäärimuodossa. Osoite jaetaan verkko-osaan (Net ID) ja laiteosaan Node ID, yleisemmin Host ID. IP-osoitteet jaetaan myös luokkiin A, B, C, D ja E (kuva 7), joista luokka D on varattu ryhmälähetyksille (multicast) ja Luokka E on varattu tulevaisuuden varalle tai testikäyttöön. [23, 3.]



Kuva 7. IP-osoitteiden luokat [23, 3].

IPv6-osoite taas koostuu 128 bitistä, jotka on jaettu kahdeksaan osaan kaksoispisteillä erotettuna. IPv6 osoitteet esitetään siis täysin eri muodossa kuin IPv4 osoitteet, esimerkiksi 3ffe:0305:0000:0000:0000:0000:0000:0001. IPv6 tarjoaa pituutensa ansiosta huomattavasti suuremman osoitetilan IPv4:n verrattuna. [7, 27.] Suuremman osoitemäärän ansiosta IPv6:lla on saatu ratkaistua osoitepula, joka IPv4 kohdalla oli väistämättä edessä.

Osa IP-osoitteista on varattu niin sanottuun yksityiseen käyttöön, eli paikallisten sisäverkkojen käyttöön. Paikalliseen käyttöön, eli sisäverkkokäyttöön varatut osoitteet on määritetty seuraavanlaisiksi (taulukko 3).

Taulukko 3. Sisäverkkojen käyttöön tarkoitetut IP-osoitteet [24, 86].

Class	From IP address	To IP Address	Prefix
A	10.0.0.0	10.255.255.255	\8
B	172.16.0.0	172.31.255.255	\12
C	192.168.0.0	192.168.255.255	\16

Tavallisesti kameraverkon tapauksessa käytetään kiinteitä sisäverkon yksityisiä osoitteita ja jos haluttaisiin lähettää kamerakuvaa internetin yli, tämä ratkaistaisiin

käyttämällä reitittimessä osoitteenmuunnosprotokollaa NAT, eli Network Address Translation. NAT toimii käyttäen muuntotaulukoita, joilla yksityisestä osoitteesta lähtevän paketin IP-osoite muunnetaan julkiseksi IP-osoitteeksi. NAT:n ansiosta useat laitteet samassa sisäverkossa voivat käyttää internetiä yhden julkisen IP-osoitteen kautta. [7, 26; 24, 4.]

7.2 Aliverkon maski ja luokaton reititys

Aliverkon maskilla tai tavallisemmin verkkomaskilla saadaan tarvittaessa jaoteltua verkon osoiteavaruutta pienemmiksi kokonaisuuksiksi, eli aliverkoiksi. Nykyään käytetäänkin niin sanottua luokatonta reititystä, jossa perinteisistä osoiteluokista on luovuttu. Luokattomuus on mahdollista juurikin aliverkon maskia käyttämällä. Luokattomassa esitystavassa IP-osoite kirjoitetaan normaalisti, mutta perään lisätään maskia kuvaava bittimäärä. Esimerkiksi muodossa: 192.168.3.15 /26. [25, 96.]

8 Kaapeloinnit

Nykyään käytössä olevat tietoverkkokaapelit jaotellaan yleensä karkeasti kahteen luokkaan, jotka ovat kuparikaapelit ja valokuitukaapelit. Näiden kahden kaapelityypin merkittävimmät ominaisuudelliset erot ovat kapasiteetti ja kantama, sekä tietysti hinta. Aiemmin lähiverkkojen kaapeloinneissa on käytetty myös koaksiaalikaapeleita. [18, 41.]

8.1 Parikaapelit

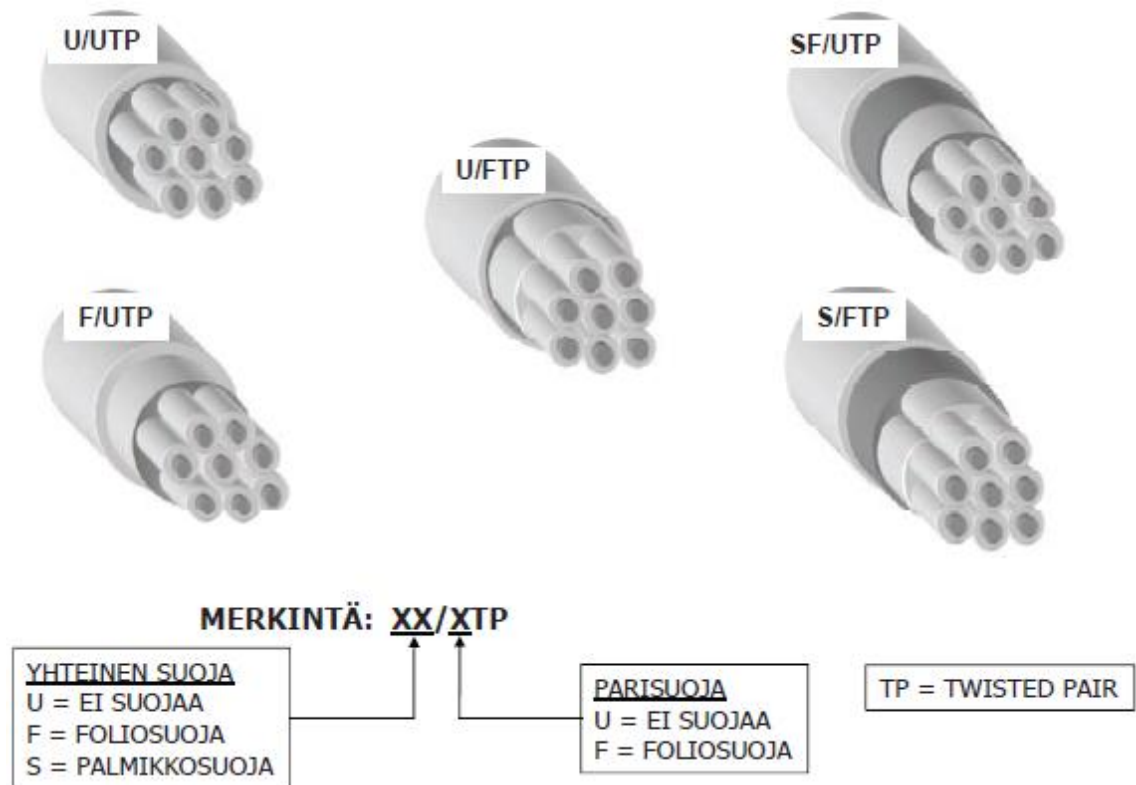
Nykypäivänä poikkeuksetta yleisimpänä lähiverkon kaapelityyppinä käytetään kierrettyjä kuparisia parikaapeleita. Johdinparien kiertämisellä saadaan vähennettyä elektromagneettista häiriötä, kuten ylikuumenemista [18, 42]. Parikaapelit jaotellaan eri kategorioihin Cat, joiden mukaan kaapelit on nimetty. Nykyään käytettäviä kategorioita ovat lähinnä Cat 5 ja sitä tuoreemmat tyypit (taulukko 4). Yleisesti parikaapelin suurin sallittu yksittäisen segmentin pituus voi olla maksimissaan 100 metriä. Standardeissa kuten SFS 5739:2004 on määritelty, että kaapelin vaimennus on pidemmällä matkalla muuten liian suuri. [26, 42.]

Taulukko 4. Parikaapeleiden kategoriat [26, 14]

Kategoria	Saavutettavissa oleva kaapeloinnin luokka	Ylärajataajuus MHz
5	D	100
6	E	250
6 _A	E _A	500
7	F	600
7 _A	F _A	1000

Kategorian lisäksi kaapeleille on määritetty kaapelointiluokkia, jotka määrittävät kaapelin tukemat sovellutukset. Esimerkiksi kaapelointiluokka D soveltuu Fast Ethernet (100 Mbit/s) ja Gigabit Ethernet (1000 Mbit/s) käyttöön. [26, 17.]

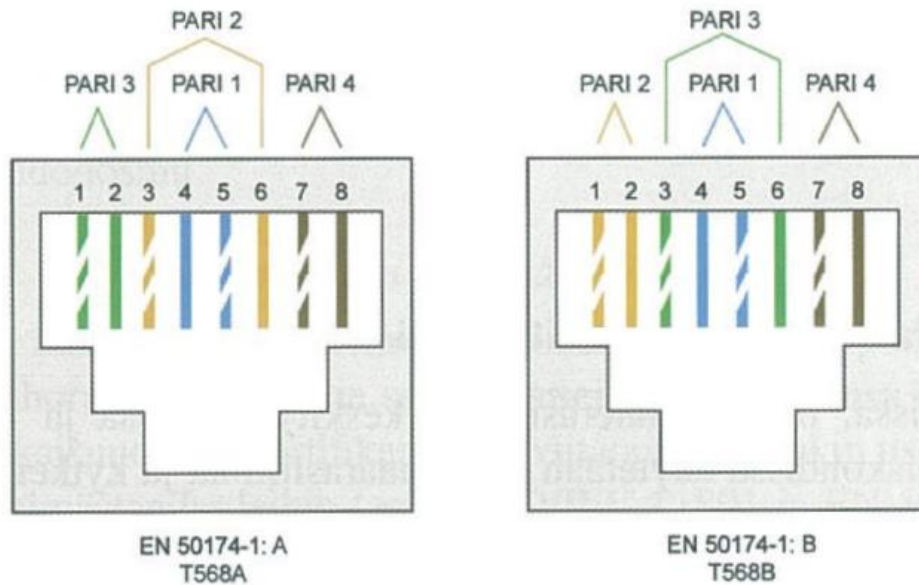
Parikaapelit voivat olla rakenteeltaan joko suojattuja tai suojaamattomia. Suojaamattomassa kaapelissa U/UTP suojaus perustuu vain parien symmetriaan ja parikierron riittävään tasaisuuteen. Suojaamattomassakin kaapelissa on siis periaatteessa suojaus. Suojauksella tarkoitetaan kuitenkin johdinparien ja kaapelin vaipan päällä olevaa metallisuojausta. Seuraavassa kuvassa (kuva 8) on kuvattu kaapeleiden eri suojaustavat ja merkinnät.



Kuva 8. Parikaapeleiden suojaukset [26, 15].

Parikaapelin liittiminä käytetään RJ-45 tyyppin naaras- ja urosliittimiä. Liittimet on jaettu kategorioihin samaan tapaan kuin kaapelitkin [27, 68]. Liittimistä on olemassa suojattuja ja suojaamattomia versioita. Suojatussa liittimessä liitinrakennetta ympäröi metallisuoja ja liittimessä on rakenne sekä mekanismi, joilla suojatun kaapelin suojarakenne tai rakenteet saadaan päätettyä liittimeen. [27, 172.]

Standardoituja Cat-kaapelin kytkentätapoja RJ45-liittimeen on kaksi, tyyppi A ja B. Kytkennän erona on johdinparien kytkemisjärjestys liittimeen (kuva 9).



Kuva 9. RJ-45 naarasliittimen kytkentätavat [27, 180]

8.2 Valokaapelit

Valokuiduissa tiedon siirto tapahtuu optisesti. Sähköinen signaali muutetaan muuntimessa, eli lähettimessä valoksi. Vastaavasti kuidun toisessa päässä olevassa vastaanottimessa valo muutetaan sähköiseksi signaaliksi. Valokuitujen etuja kuvansiirrossa ovat muun muassa: huomattavasti pidemmät siirtomatkat parikaapeleihin nähden, kuvanlaatu, häiriöttömyys ja suuri siirtokapasiteetti. [11, 11.]

Kuituja on kahta päätyyppiä: monimuotokuitu (50/125 μm tai 62,5/125 μm) ja yksimuotokuitu (10/125 μm), joiden maksimisiirtoetäisyydet ovat noin 8 km monimuotokuidulla ja noin 20 km yksimuotokuidulla [11, 11]. Kaapeleiden merkinnässä ensimmäinen lukuarvo tarkoittaa kaapelin ytimen halkaisijaa toinen luku vaipan halkaisijaa. Monimuotokuituja käytetään tavallisimmin lähiverkon kaapeloinneissa ja yksimuotokuitua pitkillä etäisyyksillä ja aluekaapeloinneissa. [20, 63]

Valokuiduille on olemassa useita eri tyyppisiä liittimiä. Yleisimmät liittintyyppit yksi- ja monimuotokuiduille ovat SC ja LC. Uusissa standardeissa LC-tyyppi on määritetty ensisijaiseksi liittintyyppiksi ja se on alkanut yleistyä voimakkaasti. [26, 25.]

8.3 Power Over Ethernet

Power over Ethernet (PoE) tekniikka mahdollistaa laitteiden käyttöjännitteen syöttämisen parikaapeleiden kautta tiedonsiirron yhteydessä. Tekniikka on standardoitu IEEE-standardeissa IEEE 802.3af ja IEEE 802.at. Uudempi standardi 802.at on nimeltään PoE+ ja siinä syötettävän tehon maksimi tarvetta on nostettu 25,5 W asti aiemmasta 12,95 W tehosta (Taulukko 5). Power over Ethernet soveltuu hyvin melko pieni tehoisten laitteiden jännitteensyöttöön. [26, 17-18.]

Kamerajärjestelmän yhteydessä PoE-tekniikalla saadaan säästettyä kaapelointikustannuksissa, eikä kameroille tarvita erillisiä pistorasioita. Kameroiden sähkönsyöttö voidaan toteuttaa sopivan PoE-tuellisen verkkokytkimen kautta, jos kamerat tukevat myös ominaisuutta. Rajoitteena toteutuksessa on tietenkin parikaapeleiden yksittäisen kaapelinvedon 100 metrin maksimi pituus. Huomioitavaa on myös, että PTZ-kamerat ja ulkokäyttöön tarkoitetut kamerat, joiden kotelossa on lämmitys vaativat usein enemmän tehoa.

Taulukko 5. Power over Ethernet standardit [26, 18].

PoE → Ominaisuus ↓	PoE Plus, IEEE 802.3at	PoE, IEEE 802.3af
Syötettävän laitteen tarvitsema teho, maks.	25,5 W	12,95 W
Kaapelointi	Standardisarjan EN 50173 mukainen, vähintään luokan D kaapelointi, kanavan maksimipituus 100 m	
Tehonsyöttölaite	Kytkimeen integroitu tehonsyöttölaite tai kaapelointiin sijoitettu tehon välisyöttölaite	
Tuetut Ethernet-sovellukset	10BASE-T 100BASE-T 1000BASE-T	10BASE-T 100BASE-T 1000BASE-T (ei välisyötössä)

9 Yleiskaapelointijärjestelmät

Yleiskaapeloinnin lähtökohtana on ajatus, että kiinteistön tietoliikennekaapelointi on tärkeä ja rakennuksen olennaisesti kuuluva perusjärjestelmä [27, 45]. Yleiskaapeloinnin tärkeimpiä ominaispiirteitä ovat muun muassa seuraavat:

- Sovelluksesta riippumaton määrämuotoinen tietoliikennekaapelointi, joka voidaan asentaa rakennukseen sen valmistumisen tai peruskorjauksen yhteydessä.
- Kaapeloinnin vaatimat tilat, kuten jakamot ja laitehuoneet sekä johtotiet voidaan ottaa huomioon jo rakennussuunnitelmissa.
- Kaapelointijärjestelmä on joustava ja helposti muunneltavissa tarpeiden mukaisesti.
- Kaapeloinnin rakenneosat on standardoitu, joten suorituskyky ja laatu ovat hyvin määriteltyjä ja yhteensopivuus on varmistettu. [27, 46.]

10 Kamerajärjestelmän suunnittelu

Lain mukaan kameravalvonta tulee aina perustella ja tarpeellisuus selvittää. Kamerajärjestelmän tarvekartoituksessa selvitetään mihin tarkoitukseen kameravalvontaa halutaan. Tarvekartoituksessa tulisi aina saada vastaukset seuraaviin kysymyksiin: Miksi ja mitä halutaan valvoa? Kuinka halutaan valvoa? Kuinka kamerakuvien tallennus ja mahdolliset kuvansiirrot toteutetaan? Miten järjestetään hallinnointi ja katselupisteet? Yleensä kartoitus kannattaa suorittaa niin laaja-alaisesti, että siinä otetaan huomioon koko turvallisuustilanne kokonaisuutena. [1, 156.]

Kun kyseessä oli vanhan järjestelmän uusiminen, laaja-alaista tarvekartoitusta ei tarvittu. Kamerajärjestelmän tarve tiedostettiin jo entuudestaan ja tarkoituksena on tarkkailla prosessin toimintaa reaaliaikaisesti ilman, että kuvamateriaalia tal-

lennetaan. Näin ollen ainoat muutokset tulivat laitteistoon, tekniikkaan ja kuvansiirtoon, joten aihealueeseen liittyviä lakeja ei tarvinnut soveltaa. Lait oli kuitenkin tarpeellista ottaa huomioon kaikissa projektin vaiheissa.

Järjestelmän suunnittelu aloitettiin nykytilanteen kartoituksella, jossa kierrettiin läpi koko tehdasalueen valvomot. Kartoituksessa kirjattiin ylös kunkin alueen prosessinvalvontaan käytettävien kameroiden määrät ja tyypit. Kartoitus oli aiheellinen koska kaiken kattavaa dokumenttia prosessinvalvontaan käytettävistä kameroista ei ollut olemassa.

Enimmäkseen käytössä on kiinteitä kameroita, mutta myös PTZ-kameroita oli muutamalla osastolla. Lisäksi kartoituksessa kirjattiin ylös kunkin valvomon kameramonitorien määrät ja asetelma, kuinka kuvat oli jaoteltu monitoreille. Pääasiassa asetelmu oli joko yhden kameran kuva yhdessä monitorissa tai nelikkoko jako, jossa yhteen ruutuun on jaettu neljä kuvaa. Kierrosten yhteydessä haastateltiin myös käyttöhenkilöstöä ja uusien kameroiden tarpeita tuli ilmi. Kartoituksesta kirjattiin dokumentit, joita voidaan hyödyntää tulevaisuudessa tehtaan muiden alueiden kameroiden uusimisen yhteydessä.

Toteutettavaksi kohteeksi valikoitui Bloomiuunin alueen kamerajärjestelmä. Kyseessä on uuni, jossa kuumennetaan yleisimmin eri pituisia kokoon 370 mm x 310 mm valettuja teräskappaleita eli bloomeja ennen valssausta. Uunin ympäristössä oli yhteensä neljä kameraa, joista kaksi kuvaavat uunin panostusluukkua ulkopuolelta ja panostuspäätä uunin sisältä. Vastaavasti kaksi kameroista on sijoitettu kuvamaan uunin poistopäätä sisältä ja ulkopuolelta.

Kameroiden uusiminen oli aiheellista, koska alueen kamerat olivat jo vanhoja ja yhden kameran kuvassa näkyi lähes jatkuvaa valkoista juovaa, joka johtui kameran kennon hajonneista pikseleistä. Lisäksi uunin käyttöhenkilöiltä oli tullut tarve lisäkameralle alueella.

Vanha järjestelmä oli toteutettu analogisilla kameroilla, jotka oli tarkoitus päivittää IP-kameroiksi. Syynä oli lähinnä analogisten kameramallien huono saatavuus, sillä monet valmistajat ovat siirtyneet pelkästään IP-kameroiden valmistukseen. Vanha järjestelmä oli kaapeloitu RG59-koaksiaalikaapeleilla, joten IP-kameroita varten täytyi kaapeloida uusi lähiverkko.

Yhtenä vaatimuksena oli, että kamerajärjestelmä haluttaisiin pitää mahdollisimman yksinkertaisena. Digitaalitekniikkaan siirryessä tarvitaan kuitenkin väistämättä enemmän laitteistoa kuin vanhassa analogisessa järjestelmässä tarvittiin. Analogisenkameran kuva pystyttiin tuomaan suoraan kamerasta monitoriin, mutta IP-kameroiden kanssa tarvitaan aina jokin laite kuvan pakkauksen purkuun ennen valvomon monitoria. Vaatimuksena oli, että kyseinen laite ei olisi tietokone. Kameroiden tekniset vaatimukset määriteltiin tässä vaiheessa ja liitettiin urakoitsijoille lähetettäviin tarjouspyyntöihin.

Kävimme parin urakoitsijan kanssa kohteen läpi ja pyysin heiltä tarjoukset järjestelmän laitteistosta ja asennuksista. Samassa yhteydessä määritettiin myös kaapelireitit, joita oli jo alustavasti suunniteltu. Uusien lähiverkkokaapelointien reitiksi valvomosta kentälle oli kaksi mahdollista vaihtoehtoa uuni- ja valuhallin alapuolella kulkeva tunneli tai maan tasalla hallien seinustaa ja kaapelihyllyjä pitkin kulkeva reitti. Päädyimme urakoitsijoiden kanssa ratkaisuun, että tunneli olisi helpompi vaihtoehto, eikä vaatisi niin paljon henkilönostimen käyttöä.

Tunnelin etuina helpomman kaapeleiden asennuksen lisäksi oli myös hieman puhtaammat olosuhteet. Samassa yhteydessä mitattiin myös tarvittavien kaapelinvetojen pituudet. Joiltakin uunin ympäristön kameroilta oli valvomoon matkaa juurikin yli 100 metriä, joten päädyttiin ratkaisuun, että tunneliin sijoitetaan kentäkotelo, johon asennetaan toinen verkkokytkin. Näin alueen kameroiden lähiverkko saatiin kaapeloitua pelkästään parikaapeleilla ja valokuituja ei tarvittu. Kaapelireitin määrittämisen yhteydessä urakoitsijoille kerrottiin myös yrityksen kaapelointistandardien vaatimukset.

Tarjousten saavuttua projektista laadittiin kunnossapitoehdotus. Kunnossapitoehdotus on käytäntö tietyn rahasumman ylittävien projektien hyväksyttämiseen. Ehdotuksen hyväksymisen jälkeen tehtiin työtilaus Ovakon kunnossapitojärjestelmään PowerMaint:n ja työ tilattiin urakoitsijalta.

10.1 Mitoitus

10.2 IP-osoitteet

Kartoituksessa listattujen kameroiden kokonaismäärä oli 142 kameraa, joten kamerat ja tarvittavat laitteet saatiin mahdutettua alustavasti yhteen C-luokan yksityiseen IP-osoiteavaruuteen, jossa on käytettävissä 253 IP-osoitetta. Jokaiselle osastolle on varattu nykyisen kameramäärän mukaan osoitteita ja varalle osoitteita mahdollisia tulevaisuuden laajennuksia varten. Jokaiselle alueelle on myös varattu listaan osoitteita mahdollisesti hallinnoitavaa verkkokytä ja tallenninlaitteita tai kameranhallinta pc:tä varten.

10.3 Ympäristön haasteet

Terästehtaan ympäristössä pääasiallisia ympäristön haasteita ovat pölyisyys ja lika. Monissa paikoissa myös lämpötila on melko korkea ja lämpötila vaihtelee hetkittäin kuumen teräksen liikkuessa tuotantolinjoilla.

Ympäristön pölyisyyden vuoksi kameroilla tai kameroiden koteloilla on oltava riittävä IP-kotelointiluokka. Kartoituksen yhteydessä vanhojen koteloiden tiedoista ja vanhojen kamerajärjestelmien dokumentoinnista kävi ilmi, että vanhoissa kamerakoteloissa eri alueilla IP-kotelointiluokka oli yleensä IP66, joten vaatimukseksi uusille kameroille tai kamerakoteloille määritettiin vähintään sama IP-luokitus.

Lämpötila prosessin läheisyydessä vaikuttaa kameroihin ja kameroille kulkeviin kaapelointeihin kamerajärjestelmän komponenteista eniten. Toteutettavalla alueella kameroiden sijoituspaikkojen muutoksille ei ollut kuitenkaan tarvetta, sillä kamerat on sijoitettu niin, etteivät ne altistu liikaa lämpötilan muutoksille. Yksi kokonaan uusi kamera sijoitettiin myös melko korkealle tuotantolinjan sivuun valvon läheisyyteen, jossa lämpö ei pääse vaikuttamaan kameraan. Kameroiden

sijoituspaikan ollessa tehtaan hallin sisällä myöskään koteloiden lämmitystä ei tarvittu.

10.4 Laitteisto

10.4.1 Kameramallin valinta

Teräksen tuotannon prosessinvalvonnassa värikamera on selkeästi paras vaihtoehto, sillä monissa prosessin vaiheissa kuumat oranssina hehkuvat teräskappaleet liikkuvat tuotantolinjoilla, joten värikuvasta toimintaa on selkeämpi seurata. Värikuvasta myös syvyyksien hahmottaminen on usein helpompaa. Nykyään IP-kamerat ovat muutenkin lähes poikkeuksetta värikameroita.

Kameran valinnassa ympäristön asettamien vaatimusten lisäksi käytettyjä kriteereitä olivat sopiva polttoväli, jotta kameran kuva saadaan kohdistettua hyvin kuvattavaan kohteeseen. Mielellään objektiivin säädettävällä polttovälillä, eli varifocal objektiivin, kuten vanhoissakin kameroissa oli ollut. Vanhoissa kameroissa polttoväliä oli mahdollista säätää välillä 3-8 mm, joten tämä arvo otettiin viitekehukseksi uusien objektiivien tai kameroita valitessa.

Kameran kuvanlaaduksi valittiin full HD 1920 x 1080 pikseliä, mikä oli moninkertaisesti tarkempi resoluutio aiempiin kameroihin nähden ja täysin riittävä tarkkuus sisätiloissa kuvaamiseen. Vaatimukseksi määriteltiin myös, että kamerassa olisi tuki käyttöjännitteensyötölle PoE-tekniikkaa käyttäen.

Käytettäväksi kameraksi valikoitui Hikvisionin valmistama DS-2CD2623G0-IZS bullet-tyyppinen kamera. Bullet-mallinen kamera täytti kaikki vaatimukset ja oli edullisempi erillisistä komponenteista kasattaviin kameroihin nähden.

Kamerassa oli 1/2.8" CMOS Full HD-tarkkuuden kenno ja 2.8-12 mm säädöllä varustettu varifocal linssi. Kameran IP-kotelointiluokka on IP67, joten se on täysin pölytiivis ja kestää hetkellisen upotuksen veteen. Käyttölämpötilaksi on ilmoitettu -30 - +60 °C, joten kameramalli soveltui hyvin käytettäväksi tuotantolinjojen lähei-

syyteenkin. Kamerassa oli lisäksi päällä säädettävälippa, jolla voidaan tarvittaessa ehkäistä roiskeveden tai ulkokäytössä sadeveden osumista kameran etupuolelle. Lipalla voidaan myös saada vähennetyksi valaistuksen aiheuttamaa häikäisyä.

10.4.2 Kytkimet

Verkkokytkimien vaatimuksina olivat Power Over Ethernet tuki, riittävä porttimäärä ja porttien nopeus. Porttikohtaisen nopeuden lisäksi huomioitavaa on kytkimen kytkentäkapasiteetti, eli liikenteen määrä, jonka kytkin pystyy käsittelemään yhden sekunnin aikana. PoE-tukeen liittyen huomioitavaa olivat kytkimen kokonais PoE-budjetti ja verkkoporttien PoE-tuki. Monissa PoE-kytkimissä PoE-tuki on rajattu usein vain puoleen laitteen verkkoporteista tai PoE-tehonsyötön kokonaiskapasiteetti on melko alhainen.

Lisäksi toivottiin, etteivät kytkimet olisi hallittavia. Verkon ollessa yksinkertainen hallinnoimatonkytkin oli riittävä ratkaisu ja kytkimen hajotessa sähkökunnossapidon henkilöstö pystyisi vaihtamaan tilalle uuden kytkimen ilman, että uutta kytkintä tarvitsisi konfiguroida millään tavalla. Mahdollisten hallittavien kytkinten osalta ehtona oli, että kytkimet olisivat Cisco:n valmistamia, koska yrityksen IT-osasto haluaa yhtenäistää kytkinkantaa ja eri valmistajien konfiguraatiot ja konfiguraatioiden määrittävät poikkeavat toisistaan. Suurempien alueiden toteutuksissa tullaan tarvitsemaan melko varmasti 24 porttisia hallittaviakytkimiä.

Kyttimeksi valittiin Hikvision DS-3E03318P-E, joka on hallitsematon 16-porttinen PoE-tuellinen kytkin. Kytkimen PoE-tuki tukee standardia IEEE 802.3at, joten kyseessä on PoE+ standardin mukainen kytkin ja käytettävät laitteet voivat olla teholtaan 25,5 W. Alkuperäisessä suunnitelmassa kyttimeksi kaavailtiin 8-porttista kytkintä, mutta uuden kameran lisäyksen myötä vapaiden porttien määrä olisi jäänyt todella vähäiseksi, joten oli loogista valita kyttimeksi suoraan 16-porttinen malli. Kytkimen kokonais- PoE-budjetti oli 230 W, joten valittua kameramallia saadaan liitettyä kyttimeen PoE-syöttöä käyttäen ainakin 12 kappaletta.

Kytkimen portit olivat 100 mb/s nopeuden fast ethernet-portteja, mutta kytkimessä on myös yksi Gigabit Ethernet portti ja yksi SFP-portti kuituliityntää varten. Näillä porteilla saadaan nopea yhteys kytkimestä toiseen. Kytkinmalli on myös mahdollista asentaa räkkiin.

10.4.3 Tallentimet

Koska valvomoon ei haluttu yhtäkään uutta tietokonetta IP-kameroiden pakatun kuvan käsittelyyn tarvittiin jokin muu laite. Verkkotallennin, eli NVR ilman kiintolevyä voi toimia myös videopalvelimena, joka purkaa videon pakkauksen jakelee IP-kameroiden kuvat valvomon monitorille. Tallentimeksi valittiin Hikvisionin valmistama DS-7608NI-K2, johon saadaan tuotua 8 IP-kameran kuvat. Laitteesta on myös olemassa 16-kanavainen malli. Myös vastaavia laitteita kahdella kuvanlähdöllä on olemassa, mutta kaksi erillistä tallenninta tulee halvemmaksi ja järjestelmä on tässä tapauksessa vikasietoisempi kahdella laitteella.

10.4.4 Valvomon monitorit

Valvomoon tuli alueelta entuudestaan neljän kameran kuvat, joten kokoonpanoon kuului neljä 17 tuuman monitoria, jotka oli kiinnitetty seinälle valvomon operaattorin pöydän läheisyyteen (kuva 10).



Kuva 10. Vanhojen monitorien asettelu (kuva: Jouni Ylönen).

Nykyisin isompien monitorien hinnat ovat halventuneet niin paljon, että päädyttiin ratkaisuun, jossa yhteen suurempaan monitoriin jaetaan neljän kameran kuvat ja uuden kameran kuva voidaan näyttää yhdessä vanhassa monitorissa.

Vanhoja monitoreja oli uusittu asteittain ja uusimmissa vielä käytössä olevissa oli HDMI-liitäntä, joten ne olivat vielä käyttökelpoisia ja uuteen järjestelmään soveltuvia. Useamman kameran kuvan samaan monitoriin jakamisen heikkoutena on tietenkin se, että monitorin hajotessa menetetään samalla kaikkien neljän kameran kuvat. Häätapauksessa monitori voidaan korvata millä tahansa HDMI-liitännäisellä monitorilla.

Uudeksi monitoriksi valikoitui LG:n valmistama 49SM5D-B. Valinnan kriteereinä olivat jatkuvaan käyttöön soveltuvuus, resoluutio ja ruudun koko. Resoluution osalta tarkkuuden oli hyvä vastata vähintään kameroiden tarkkuutta, eli Full HD 1920 x 1080 pikselin tarkkuutta. Kokonsa puolesta 49 tuumaa oli sopiva neljän kamerakuvan jakamiseen samaan näyttöön tämän kokoisessa valvomossa, jossa ruutua katsotaan noin parin metrin päästä. Ruudut nelikko näkymässä oli-

vat itseasiassa hieman suuremman näköisiä kuin vanhat 17” näytöissä olleet kuvat. Tämä johtui siitä, että kuvasuhteessa siirryttiin 4:3 tavallisesta kuvasuhteesta 16:9 laajakuvaan.

Monitori saadaan kiinnitettyä universaalin VESA-standardin mukaisella telineellä valvomon seinään. Teline on säädettävissä eri kokoisille monitoreille, joten mahdollisen varamonitorin ei tarvitse olla täysin samanlainen, kunhan varamonitorissa on tuki VESA-standardin mukaiselle kiinnitykselle ja HDMI-liitäntä.

11 Toteutus

11.1 Kaapeloinnit ja yrityksen kaapelointistandardit

Yrityksen kaapelointistandardeissa oli määritetty, että uudet tietoverkkokaapeloinnit toteutetaan vähintään kategorian 6 parikaapeleilla. Joten lähiverkon kaapeloinnit kameraverkkoa varten toteutettiin ulkokäyttöön soveltuvalla Cat 6 parikaapelilla Deltaco SupremeNet LDPE outdoor U/UTP. Kaapelointistandardeissa oli määritetty, että hankalissa olosuhteissa ja tuotantotiloissa voidaan käyttää ulkokäyttöön tarkoitettua kaapelia. Pidemmät kaapelit urakoitsija teki itse päättämällä kaapelit Harting:n valmistamilla teollisuuskäyttöön tarkoitetuilla kategorian 6 RJ-45 liittimillä. Liitinten lämmönkesto on huomattavasti parempi kuin esimerkiksi toimistokäyttöön tarkoitetuilla liittimillä. Ilmoitettu liitinten toimintaympäristön lämpötilan vaihteluväli oli -40 - +70°C.

Lyhyemmät metrin pituiset niin sanotut patch-kaapelit olivat valmiita kategorian 6 mukaisia kaapeleita. Patch-kaapeleita käytettiin esimerkiksi kytkentäkoteloiden rasiapaneeleilta kytkimiin ja kytkimiltä muihin laitteisiin yhdistäessä. Kaikki parikaapelit kytkettiin kytkentätavalla B, Ovakon tietoverkkojen kaapelointistandardin mukaan. Ovakon kaapelointistandardissa oli myös määritetty kaapeloinneille vaadittavat mittaukset, jotka urakoitsija suoritti.

Tunneliin asennettuun kenttäkoteloon sijoitettiin verkkokytkin, jonka kautta uunin alueen kamerat yhdistettiin verkkoon. Kenttäkotelolta eteenpäin vietiin vain yksi kaapeli valvomolle.

Yleiskaapelointijärjestelmät otettiin huomioon siinä, että kamerajärjestelmän laitteet sijoitettiin valvomon rakkikaappiin, joka on osaston osalta yleiskaapelointien kerrosjakamo. Tulevaisuudessa muidenkin alueiden toteutuksessa kannattaa ottaa huomioon yleiskaapelointijärjestelmät, jos kamerajärjestelmät haluttaisiin joskus sisällyttää osaksi muuta verkkoa.

11.2 Asennukset

Ennen varsinaisia kameraverkon asennuksia tarvittiin vielä kaksi uutta pistorasiaa kamerajärjestelmän laitteistoa varten. Ensimmäinen pistorasioista oli pistorasiapaneeli, joka asennettiin valvomon rakkikaappiin Ovakon sähkökunnossapidon toimesta. Toinen pistorasia tarvittiin kenttäkoteloon verkkokytkintä varten ja asennus sisällytettiin osaksi kamerajärjestelmän tarjoutusta urakoitsijan asennettavaksi. Pistorasioiden sähkönsyötöt kaapeloitiin MMJ 3x2,5 mm² S kaapelilla.

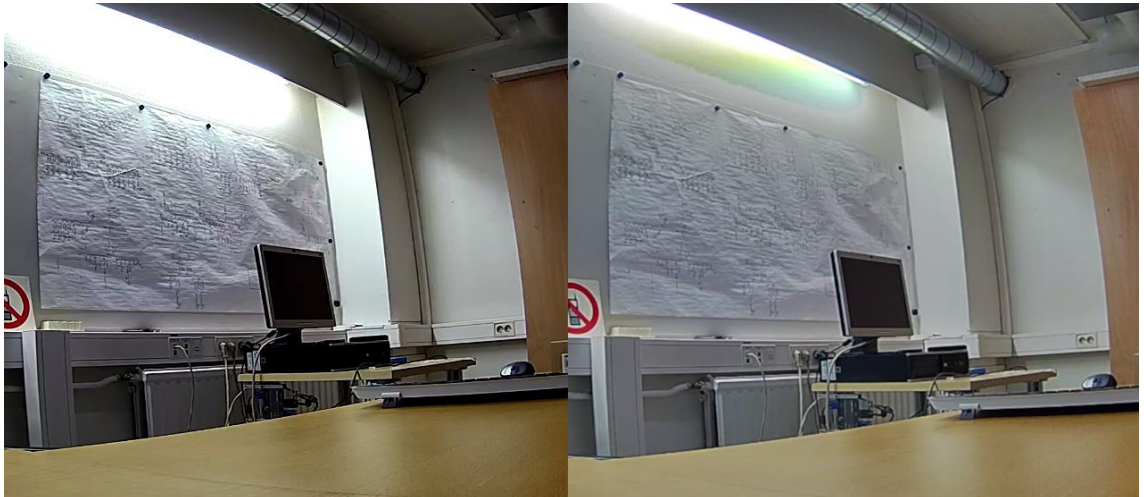
Molemmille asennuksille tehtiin SFS 6000-standardin mukaiset käyttöönottotarkastukset ja sähkökeskusten pääkaavidokumentteihin tehtiin päivitykset lisäämällä uusien pistorasioiden tunnuksat, sulakkeiden koot ja kaapeleiden tyypit. Käyttöönottotarkastuksissa suoritetaan aistinvarainen tarkastus ja käyttöönottomittaukset. Aistinvaraisessa tarkastuksessa todetaan, että kaikki asennukseen kuuluvat osat on asennettu asiallisesti paikalleen hyvien ja hyväksytyjen asennustapojen mukaisesti. Käyttöönottomittauksia ovat eristysresistanssin mittaaminen, suojajohtimen jatkuvuusmittaus, vikavirtapiirin toiminta-ajan mittaaminen ja vikavirtasuojan testaus.

Varsinaiset kamerajärjestelmän asennukset ja järjestelmän käyttöönotto toteutettiin viikonloppuna 1-2.12.2018. Viikonloppuisin tehtaalla on yleensä vähemmän tuotantoa, joten kameroiden vaihto oli helpompaa ja turvallisempaa toteuttaa. Lisäksi viikonlopputoteutuksella saatiin myös minimoitua kameroiden käyttökatkon vaikutukset. Lauantaina aamuvuorossa oli vielä tuotantoa, joten työt aloitettiin

kaapeleiden vedoilla, kenttäkotelon asennuksella ja kameroiden sekä tallentimien asetusten määrittämisellä.

Kameroiden asetukset saatiin määritettyä yhdistämällä tietokone kameraan kameran verkkoportin kautta. Kameroihin määritettiin perusasetuksina olemassa olevan admin-pääkäyttäjän salasanat, laitteen nimi ja päivämäärä.

Kameroille asetettiin kiinteät IP-osoitteet ja määritettiin käytettäväksi verkkoprotokollaksi TCP. Kameroiden kuva-asetuksiin määritettiin resoluutioksi 1920 x 1080 pikseliä, kuvanopeudeksi 25 ruutua sekunnissa ja bittinopeudeksi 2048 Kbps. Lisäksi käyttöön otettiin testimielessä WDR-tila. Kuvista saatiin WDR-tilan käyttöönoton jälkeen tasapainoisemmat pahimman heijastuksen poistuttua ja varjotkaan eivät näyttäneet enää niin tummilta (kuva 11).



Kuva 11. WRD-tilan vaikutukset (kuva: Jouni Ylönen).

Uunin sisään kuvaavien analogisten kameroiden vaihtaminen olisi vaatinut tuotannon seisauksen ja kameroiden jäähdytysjärjestelmän huoltamisen tai uusimisen, joten päädyttiin väliaikaiseen ratkaisuun, että kamerat tuodaan uuteen järjestelmään enkooderien avulla. Enkooderit muuntavat koaksiaalikaapelia pitkin tulevan analogisen signaalin digitaalseksi kuvadataksi, joka saadaan vietyä enkooderin Ethernet-portista valvomon verkkokytkimelle ja siitä eteenpäin tallentimelle ja monitoriin. Enkooderin kautta tuotu kuva oli laadultaan todella heikkoa, mutta tallentimen kautta kuvan värien asetuksia saatiin muokattua niin, että bloomin liikkeen uunin sisällä erotti kohtalaisesti.

Tallentimille ja analogisten kameroiden enkoodereille asetettiin myös kiinteät IP-osoitteet. Kamerat saatiin lisättyä tallentimeen yhdistämällä ne samaan verkkokytkimeen ja määrittämällä kukin IP-osoite haluttuun tallentimeen. Tämän jälkeen tallentimien asetuksista määritettiin haluttu kuvanjako monitoriin. Uuteen monitoriin määritettiin nelikkonäkymä ja vanhaan pienempään monitoriin tuotiin yhden kameran kuva toiselta tallentimelta (kuva 12).



Kuva 12. Uusi asettelu nelikkonäkymällä (kuva: Jouni Ylönen).

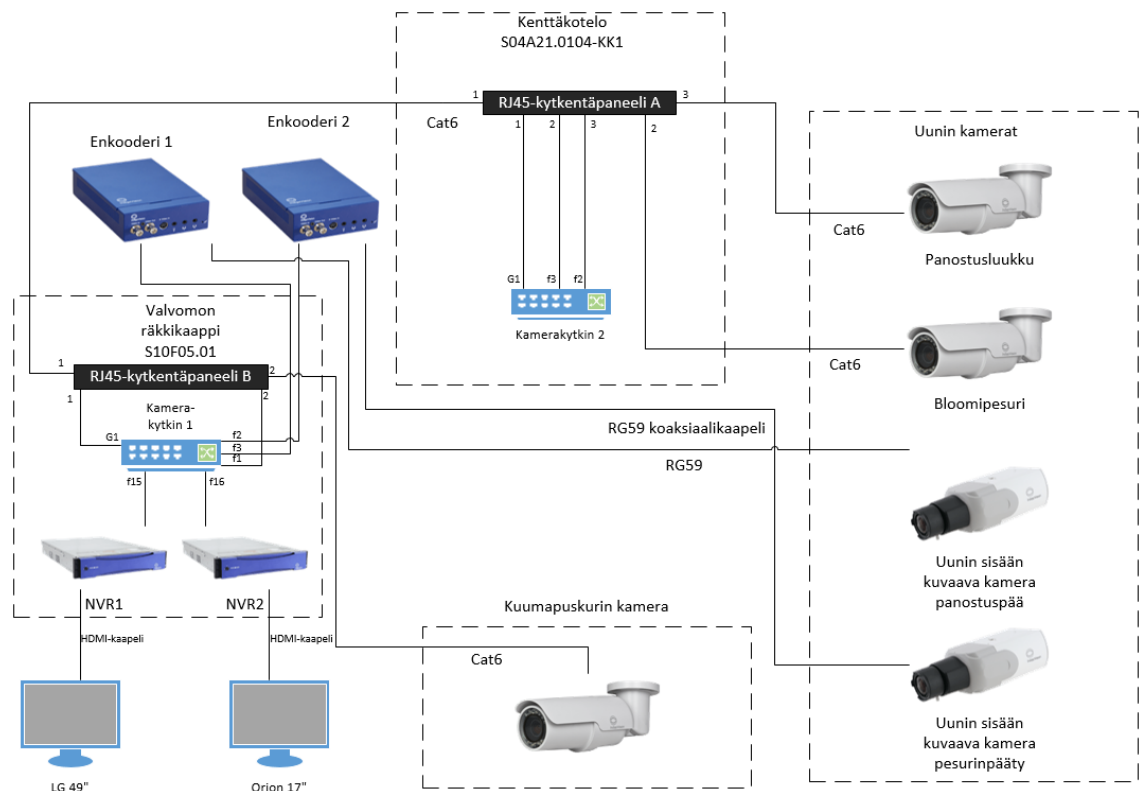
Käyttöön otossa toiseen uunin sisään kuvaavaan kameraan tuli kuvaan häiriötä. Kameran kuvaama kuva liukui ruudun alalaidasta ylös maadoitusvian vuoksi. Kyseessä on niin sanottu "kuvan pyöriminen". Häiriö saatiin poistettua enkooderi 2:n ja monitorin väliin liitettyllä General Electric:n valmistamalla GEC-VIT -mallisella videoerotusmuuntajalla.

Seuraavalla viikolla sähkökunnossapidon henkilöstön kanssa käytiin läpi uuden järjestelmän kaapelointireitit, laitteisto ja tallentimien kautta kameroiden hallinta. Positiivista kunnossapitohenkilöstön mielestä oli, että kameroiden zoomaus, eli

polttovälin säätö on nyt mahdollista säätää valvomosta etänä. Vanhojen kameroiden kanssa tilanne oli ollut hieman työläämpi uutta kameraa asentaessa, sillä polttovälin säätö oli täytynyt aiemmin käydä aina säätämässä paikan päällä kameran objektiivissa itsessään ja työ oli vaatinut kaksi henkilöä ja puhelinyhteyden valvomoon, jotta nähdään koska säätö on kohdillaan.

11.3 Järjestelmän rakenne

Lopullinen toteutettu alueen kamerajärjestelmä koostui viidestä kamerasta, joista kolme olivat uusia IP-kameroita ja kaksi vanhoja analogisia uunin sisään kuvaavia kameroita. Verkkokytkimiä oli kaksi kappaletta, joista toinen sijoitettiin uunin alapuolella kulkevassa tunnelissa sijaitsevaan kenttäkoteloon. Uunin sisään kuvaavat kamerrat voitaisiin liittää suoraan kyseiseen kytkimeen, kun ne päivitetään IP-kameroiksi tulevaisuudessa. Valvomoon sijoitettiin yksi verkkokytkin ja kaksi tallenninta ilman kiintolevyjä sekä kaksi monitoria (kuva 13).



Kuva 13. Järjestelmän rakenne (kuva: Jouni Ylönen).

11.4 Dokumentointi

Uudesta järjestelmästä koostettiin kansio, jossa on dokumentoituna järjestelmän rakenne, laitteiden datalehdet, kartoituksessa kirjatut dokumentit, listaus kameraverkon IP-osoitteista. Tallentimien asetuksista otettiin myös varmuuskopiot. Samat tiedostot tallennettiin myös verkkokiintolevylle sähköosaston kansioon. Lisäksi kameraurakoitsija laati järjestelmästä piirustukset ja oman dokumentointinsa tehdyn työn osalta.

12 Yhteenveto ja tulevaisuuden näkymät

Työn tavoitteena oli löytää välitön ratkaisu järjestelmän uusimiseen ja kyseessä oli ensimmäinen kerta, kun IP-kameroita otettiin kyseisellä tehtaalla käyttöön. Pitkemmällä aikavälillä voidaankin tarkkailla myös sitä, kuinka hyvin kyseinen kameramalli lopulta soveltui tehdasympäristössä käytettäväksi. Noin neljän kuukauden käytön jälkeen ongelmia ei ollut esiintynyt lainkaan.

Kokonaisuutena projekti onnistui aikataulussa ja lopputuloksena oli toimiva järjestelmä. Negatiivisena puolena uudessa järjestelmässä on enemmän laitteistoa vanhaan nähden ja vikatilanteessa mahdollisia vian aiheuttajia on näin ollen myös useampia. Positiivista on, että kameroiden kuvanlaatu on huomattavasti parempi aiempaan verrattuna, mikä tulee varmasti parantamaan työskentelyn tehokkuutta ja työturvallisuutta. Kameroiden hallinta on myös monipuolisempaa ja osittain helpompaa vanhaan verrattuna.

Tulevaisuuden kannalta järjestelmään saadaan lisättyä myös muiden kameravalmistajien valmistamia kameroita ONVIF-standardin ansiosta. Kaapelointien ja laitesijoittelun osalta yhdistäminen tulevaisuudessa mahdolliselle keskitetylle kamerapalvelimelle on mahdollista. On myös mahdollista, että valvomoiden monitorit voivat olla tulevaisuudessa hieman Smart TV-tyylisiä kokonaisuuksia, jotka pystyvät hoitamaan kuvadatan pakkauksen ja purkamisen monitorissa itsessään.

Kameravalvonta on tällä hetkellä tietynlaisessa murrosvaiheessa ja lähivuosina tullaan näkemään varmasti monenlaisia uudistuksia niin tekniikan kuin valvonnan toteutuksen osaltakin.

Lähteet

1. Sähkötieto ry. ST-käsikirja 13 Kameravalvontajärjestelmät. Sähköinfo Oy. 2009. ISBN 978-952-231-009-5.
2. Asianajotoimisto Lukander Ruohola HTO. <https://tietosuoja.info>. 10.12.2018
3. Busch, D. D. Mastering Digital Photography. Course Technology. 2003. ISBN 9781592001149.
4. Axis.com. CCD and CMOS sensor technology Technical white paper. Axis Communications AB. 2010
https://www.axis.com/files/whitepaper/wp_ccd_cmos_40722_en_1010_lo.pdf
f. 26.9.2018.
5. Flyktman, R. Kuvakenno. <http://www.kuvakenno.fi/digikuvaus/kuva-kenno.html>. 26.9.2018.
6. Kruegle, H. CCTV Surveillance: Video Practices and Technology. Elsevier Science & Technology. 2006.
7. Kamicsecurity.fi. IP-Kameravalvonta käsikirja. Vivotec Inc. 2009.
<http://www.kamicsecurity.fi/userData/finalert/ohjeet/IPkasik.pdf>. 26.10.2018.
8. Flyktman, R. Polttoväli. <http://www.kuvakenno.fi/digikuvaus/polttovali.html>. 26.10.2018.
9. Canon.fi. Valotuksen hallinta. 2018. <https://www.canon.fi/get-inspired/come-and-see/showcase/exposure-settings>. 28.10.2018.
10. Flyktman, R. Valotusajan, aukon ja ISO-arvon keskinäinen vaikutus kuvaan. http://www.kuvakenno.fi/digikuvaus/aukko_valotusaika_iso.html. 28.10.2018.
11. Kameravalvontajärjestelmät tekninen suunnitteluohje. ST-kortisto ST 664.10. Sähkötieto ry. 2015.
12. Sallinen, P. Kameravalvontaopas. http://www.turva-alanyrittajat.fi/doc/kameravalvonta/KAMERAVALVONTAOPAS_2010.pdf. Turva-alan yrittäjät ry. 2010.
13. Kameravalvontajärjestelmät tekninen suunnitteluohje. ST-kortisto ST 664.10. Sähkötieto ry. 2015.
14. Cisco.com. IP Video Surveillance Design Guide. 2018.
https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/solutions/Enterprise/Video/IPVS/IPVS_DG/IPVS-DesignGuide/IPVSSchap4.html 26.11.2018.
15. Hikvision. WHITE PAPER Wide dynamic range <https://www.hikvision.com/upload/20140901174925478.pdf>. 26.11.2018.
16. Fortinet. Understanding IP surveillance camera bandwidth. 2017.
<https://www.fortinet.com/content/dam/fortinet/assets/white-papers/wp-ip-surveillance-camera.pdf>. 27.11.2018.
17. Minallah, N. Gul, S. & okhari M. M. Performance Analysis of H.265/HEVC (High-Efficiency Video Coding) with Reference to Other Codecs. Abstract. <https://ieeexplore.ieee.org/document/7421003>. 2015. 22.11.2018.
18. Granlund, K. Tietoliikenne. Docendo. 2007. ISBN 978-951-0-32821-7.
19. Lammie, T. CCNA: Cisco Certified Network Associate. Wiley. 2008.
20. Jaakohuhta, H. Lähiverkot - Ethernet. Edita, IT Press. 2005. ISBN 951-826-787-1.
21. Cieszynski, J. Closed Circuit Television. Elsevier Science & Technology. 2006.

22. Cisco.com. IP Addressing Guide. https://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/collateral/enterprise/design-zone_smart-business-architecture/sba_ipAddr_dg.pdf. 6.11.2018.
23. Cisco.com. IP Addressing Guide. https://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/collateral/enterprise/design-zone_smart-business-architecture/sba_ipAddr_dg.pdf. 6.11.2018.
24. Reynders, D. & Wright, E. Practical TCP/IP and Ethernet Networking for Industry. Elsevier Science & Technology. 2003.
25. Blank, A. G. TCP/IP JumpStart : Internet Protocol Basics. Sybex, Incorporated. 2006.
26. Koivisto, P. Tiedonsiirtokaapelin valinta. ST-ohjeisto 3. Sähkötieto ry. 2010.
27. Koivisto, P. & Annanpalo, J. Yleiskaapelointijärjestelmät. Tietotekniset järjestelmät, ST-käsikirja 16. Sähkötieto ry. 2014.