



Kuvan käytettävyys osana IP-pohjaista kamera- valvontaa

Vikke Marjamäki

2020 Laurea



Laurea-ammattikorkeakoulu

Kuvan käytettävyys osana IP-pohjaista kameravalvontaa

Vikke Marjamäki
Turvallisuusalan koulutusohjelma
Opinnäytetyö
Syyskuu, 2020

Vikke Marjamäki

Kuvan käytettävyys osana IP-pohjaista kameravalvontaa

Vuosi 2020 Sivumäärä 52

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Caverion Suomi Oy:n turvaratkaisut-yksikkö. Opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia empiirisistä aineistoista sekä laadullisten että määrällisten ratkaisujen avulla merkittävimmät kuvan käytettävyyteen liittyvät tekijät. Laadittujen tekijöiden pohjalta määriteltiin kuhunkin käyttötarkoitukseen soveltuvat valvonnalliset ratkaisut. Työn tavoitteena oli määriteltyjen ratkaisujen avulla luoda kameravalvonnan nykytilaa ja tarpeellisuutta kuvaava opas, jota alan toimijat voivat käyttää apuna kameravalvonnan hankintaprosessissa.

Työn tietoperusta rakennettiin siten, että teoriaa kehitettiin systemaattisesti edeten peruskäsitteistä kohti syvällisempää ilmiön tarkastelua. Siinä käytettiin hyväksi kameravalmistajien tekstimuotoisia aineistoja sekä teemahaastattelun avulla saatuja vastauksia tutkitusta ongelmasta.

Teemahaastattelut toteutettiin yhdessä kolmen suuren kameravalvonnan valmistajan edustajien kanssa, pyrkimyksenä selvittää yleisimpien IP-kameramallien pääsääntöinen käyttötarkoitus. Kerätty aineisto analysoitiin aineistolähtöisellä sisällönanalyysillä, jonka tavoitteena oli yhtenäistää haastateltavien näkemyksiä tutkittavasta ilmiöstä. Analyysin tuotoksena pystyttiin muodostamaan tutkimustehtävää vastaavia yhdenmukaisia ja tarkkoja käsitejärjestelmiä.

Termiä kuvanlaatu käytetään usein kuvaamaan valvontakameroiden suorituskykyä. Joissain tapauksissa, erityisten tarpeiden ja tapausten johdosta, on tarpeellista määritellä miten kuvia käytetään ja mitä yksityiskohtia vaaditaan. Tätä näkökulmaa kuvaa parhaiten termi kuvan käytettävyys. Ilmiö kuvaa parhaiten valvontakameroiden todellista suoriutumista tietyissä tilanteissa ja ympäristössä.

Asiasanat: IP-valvontakamerat, kameravalvonta, kiinteistö- ja toimitilaturvallisuus, kuvan käytettävyys, optiikka

Vikke Marjamäki

The importance of Image Usability in Network Video Surveillance

Year 2020 Pages 52

The commissioner of this thesis is the security solutions unit of Caverion Suomi Oy. The purpose of this thesis is to gather the essential factors of image usability and define the surveillance solutions suitable for each usage by using qualitative and quantitative methods together with empirical data. The objective was to create a guide that explains the necessity and current state of video surveillance: The guide can assist in the video surveillance procurement process.

The underlying theoretical framework was produced systematically, moving from the basic concepts towards a more in-depth examination of the phenomenon with the help of empirical data created by camera manufacturers and the responses from interviewees.

The thematic interviews were conducted together in collaboration with representatives of three major camera manufacturers to define the primary purpose of each common network camera model. Compiled data were analyzed with content analysis, whose objective was to unify interviewees' opinions of the studied phenomenon. As a result of the review, it was possible to construct conceptual frameworks corresponding to the research task.

The term image quality is usually used to describe the performance of video surveillance cameras. However, there are particular needs for and usage of video surveillance. This is why it is necessary to determine how images will be used and what detail will be required. This perspective is best described by the term image usability. It represents the actual performance of video surveillance cameras in specific scenarios and environments.

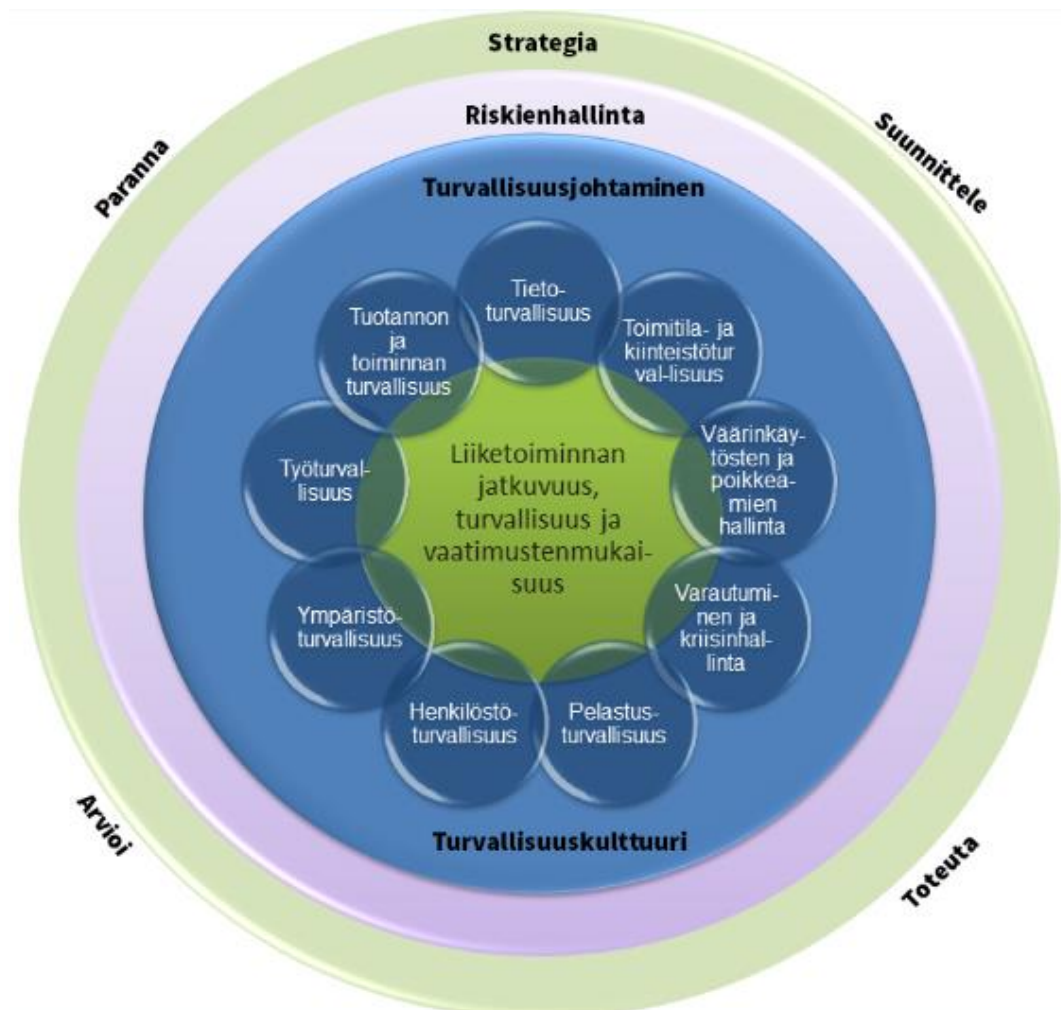
Keywords: Image usability, network cameras, optics, property management security, video surveillance

Sisällys

1	Johdanto.....	6
1.1	Työn tarkoitus, tavoite ja rajaus	7
1.2	Toimeksiantaja	7
2	Optiikka.....	8
2.1	Linssi	9
2.2	Aukko	11
2.3	Kuvakenno.....	12
3	Kuvan käytettävyys	13
3.1	Kameravalvonnan tarpeellisuus	14
3.2	Resoluution määrittäminen	14
3.3	Valon merkitys kameravalvonnassa.....	18
3.4	Asennuspaikkaan vaikuttavia tekijöitä	21
3.5	Erlaiset IP-valvontakamerat ja niiden käyttötavat	22
3.5.1	Runko- ja bulletkamerat.....	23
3.5.2	Kupukamerat	24
3.5.3	PTZ-kamerat	25
3.5.4	360° kamerat	25
3.5.5	Lämpökamerat	27
3.5.6	Kamerakotelot räjähdysvaarallisiin ATEX-tiloihin.....	28
3.5.7	Valvontakamerat erityislaatuisiin tarpeisiin ja skenaarioihin	29
4	Tutkimuksen toteuttaminen	31
4.1	Teemahaastattelu.....	33
4.2	Aineistolähtöinen sisällönanalyysi	34
4.3	Analyysin eteneminen, tulokset ja tulosten tarkastelu	36
5	Johtopäätökset	39
	Lähteet.....	43
	Kuviot	48
	Liitteet	50

1 Johdanto

”Kameravalvonta on yritysten, yhteisöjen ja viranomaisten laajalti käyttämä menetelmä, jolla tuotetaan jatkuvaa kuvallista informaatiota kiinteistön alueella tai tilassa esiintyvistä kohteista” (Kameravalvontaopas 2010, 6). Yritysturvallisuuden näkökulmasta ilmiö kohdistuu kiinteistö- ja toimitilaturvallisuuteen, jonka ”tavoitteena on luoda häiriötön ja turvallinen työskentely- ja asiointiympäristö sekä organisaatiolle arvokkaan tiedon tai materiaalin anastamisen estäminen” (Elinkeinoelämän keskusliitto 2020). Tietoisuus siitä, että käyttäytymistämme tarkkaillaan reaaliaikaisesti suoraan tai passiivisesti jälkikäteen ehkäisee varmasti ennalta monia rikoksia. Rikostorjunnallisen tarkoituksen lisäksi, kameravalvonta soveltuu muihinkin käyttötarkoituksiin, kuten prosien valvontaan ja asiakasvirtojen laskentaan auttaen organisaatiota kohdentamaan resurssejaan oikealla tavalla.



Kuvio 1: Yritysturvallisuus koostuu monista osa-alueista, kuten kiinteistö- ja toimitilaturvallisuudesta (Elinkeinoelämän keskusliitto, 2020)

1.1 Työn tarkoitus, tavoite ja rajaus

Kameravalvonnasta ja kuvan käytettävyydestä löytyy niukasti suomenkielistä materiaalia. Kirjallista materiaalia on lähes olematon määrä saatavilla sekä sähköisiä lähteitä löytyy hajanaisesti, minkä vuoksi niiden sisältämä tieto on pirstaleina ympäri tietoverkkoa. Tämän työn tarkoituksena on kerätä nuo irralliset pirstaleet ja koota niistä tiivis raportti, joka kuvaa parhaiten tämän päivän valvonnan tarpeita. Esimerkiksi Turva-alan yrittäjät ry:n, Poliisihallituksen ja turvallisuusalan neuvottelukunnan julkaisema kameravalvontaopas (2010) kuvaa kameravalvonnan hankintaprosessia perusteellisesti, mutta on puutteellinen ymmärrettävästi julkaisuajankohdansa vuoksi.

Tässä tutkimuksellisessa opinnäytetyössä laaditaan tekstimuotoisista aineistoista sekä laadullisten että määrällisten ratkaisujen avulla merkittävimmät kuvan käytettävyyteen liittyvät tekijät. Laadittujen tekijöiden pohjalta määritetään kuhunkin käyttötarkoitukseen soveltuvat valvonnalliset ratkaisut. Työn tavoitteena on määriteltyjen ratkaisujen avulla luoda kameravalvonnan nykytilaa ja tarpeellisuutta kuvaava opas, jota alan toimijat voivat käyttää apuna kameravalvonnan hankintaprosessissa.

Työn tutkimusongelma määrittyi kahdesta tutkimuskysymyksestä, jotka kiteyttävät sen, mitä aiheesta halutaan tutkia ja tietää sekä kuvata ja ymmärtää:

- 1) *Miksi kuvanlaatu on arvotonta ilman käytettävyyttä?*
- 2) *Mikä on kunkin kameramallin pääsääntöinen käyttötarkoitus?*

Tässä laadullisessa tutkimuksessa aihetta rajattiin siten, että vältettiin tutkittavan ilmiön pintapuolista käsittelyä. Tarkoituksena oli pyrkiä perusteellisempaan kapeamman osa-alueen tarkasteluun (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006). Tutkittavaa ilmiötä käsitellään ainoastaan IP-valvontakameroiden näkökulmasta, mikä tarkoittaa sitä, että analogiset valvontakamerat on jätetty kokonaan pois tutkimuksesta.

Tässä työssä fokuointi kohdistuu valvontakameroiden fyysisiin ja teknisiin ominaisuuksiin, joilla voidaan vastata erinäisiin valvontatarpeisiin. Tämä tarkoittaa sitä, että opinnäytetyön aineisto tulee kuvaamaan ainoastaan kamerapään tekniikkaa.

1.2 Toimeksiantaja

Työn toimeksiantajana toimii Caverion Suomi Oy:n turvaratkaisut-yksikkö, jossa suoritin molemmat harjoittelujaksot monipuolisten turvatekniikan tukitehtävien parissa. Työtehtäväni koostuivat muun muassa tarjouksien laskennasta ja laadinnasta sekä valvontakameroiden käyttöönottoehtävistä.

”Caverion suunnittelee, toteuttaa, huoltaa ja ylläpitää käyttäjäystävällisiä ja energiatehokkaita teknisiä ratkaisuja kiinteistöille, teollisuudelle ja infrastruktuurille Pohjois-, Keski- ja Itä-Euroopassa” (Liiketoiminta ja palvelut, 2020).

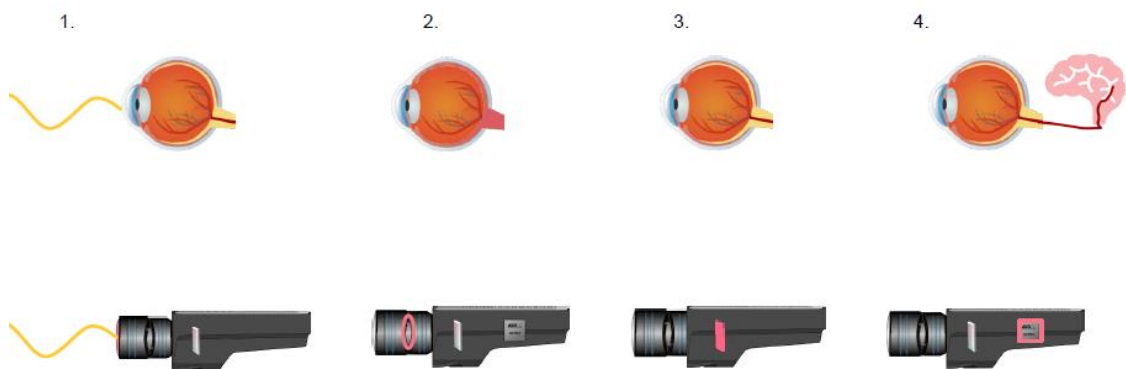
Turvaratkaisut-yksikön palvelut keskittyvät erilaisten turvallisuusjärjestelmien toimituksiin sekä turvallisuustekniikan asiantuntijapalveluihin. Turvaratkaisut -yksikkö keskittyy kameravalvonta-, rikosilmoitin-, lukitus- sekä kulunvalvontajärjestelmien projektointi, suunnittelu, myynti, asennus ja huoltotehtäviin. Projektionin, suunnittelun ja myyntipuolen vastuu jakautuu toimihenkilöille. Asennus- ja huoltotehtävät taas asentajille. Caverion Suomi Oy:n turvapalveluihin kuuluvat myös muun muassa paloilmoitin- ja sammutusjärjestelmät, mutta näistä järjestelmistä vastaa oma paloyksikkönsä. (Monipuoliset tekniikka- ja turvallisuusjärjestelmät, 2020.)

Työn kannalta keskeiset käsitteet määritellään teoreettisen viitekehyksen yhteydessä. Työ on rakennettu niin, että keskeiset ilmiötä kuvaavat käsitteet on sisällytetty työn tietoperustaan systemaattisesti myös kuvia hyödyntäen. Toisin sanoen ilmiön hahmottamisen ja ymmärtämisen kannalta työ etenee peruskäsitteistä kohti syvällisempää ilmiön tarkastelua.

2 Optiikka

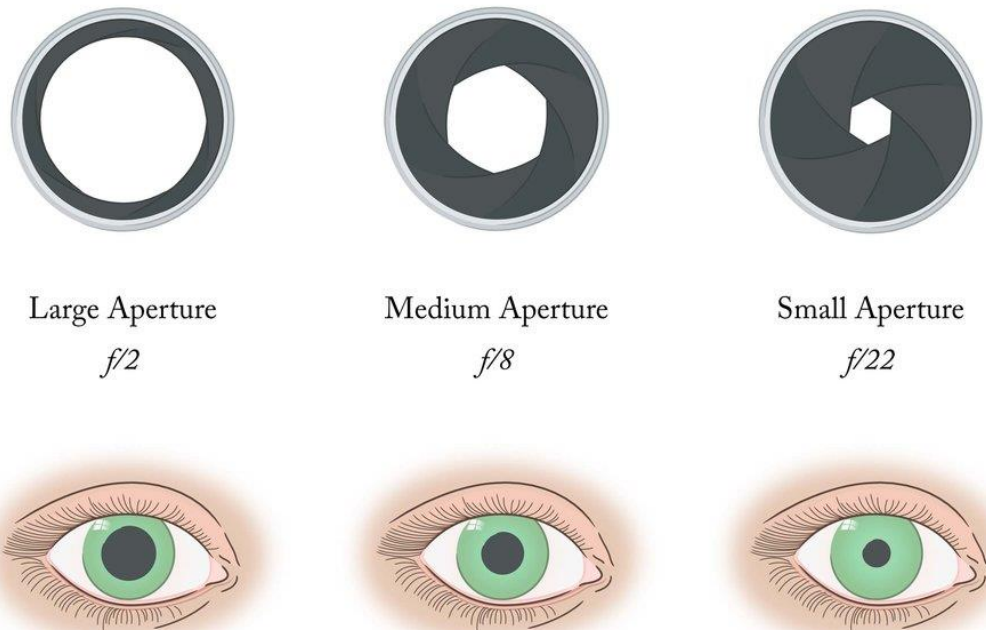
Kameravalvonnan ymmärtämisen kannalta on välttämätöntä käydä läpi kamerateknisiä perusteita, kuten mistä komponenteista valvontakamera koostuu, mitkä näiden komponenttien tärkeimmät tehtävät ovat sekä miten ne toimivat käytännössä.

Millä tavalla valvontakamera sitten oikein näkee? Ensimmäisenä tarvitsemme tietenkin valoa. Ilman valoa emme saa myöskään kuvaa. Tarkemman prosessin voimme käydä läpi seuraavalla kuvasarjalla, jossa verrataan kameran toimintaa samalla tavoin kuin ihminen näkee.



Kuvio 2: Valvontakameran toimintaa voidaan verrata samalla tavoin kuin ihminen näkee (AXIS Communications AB, 2019)

Kuviosta 2 voidaan todeta, että valo kulkee linssin ja aukon lävitse kuvasensorille, josta se siirtyy taas prosessorille (*The image processor*), jonka tehtävänä on prosessoida videokuvaa ja keskustella verkon kanssa. Esimerkiksi seuraava kuva havainnoi kameran aukon ja iiriksen toimivuuden eri valaistusolosuhteissa verraten samaa prosessia ihmisen pupilliin sekä värikalvoon eli iirikseen.



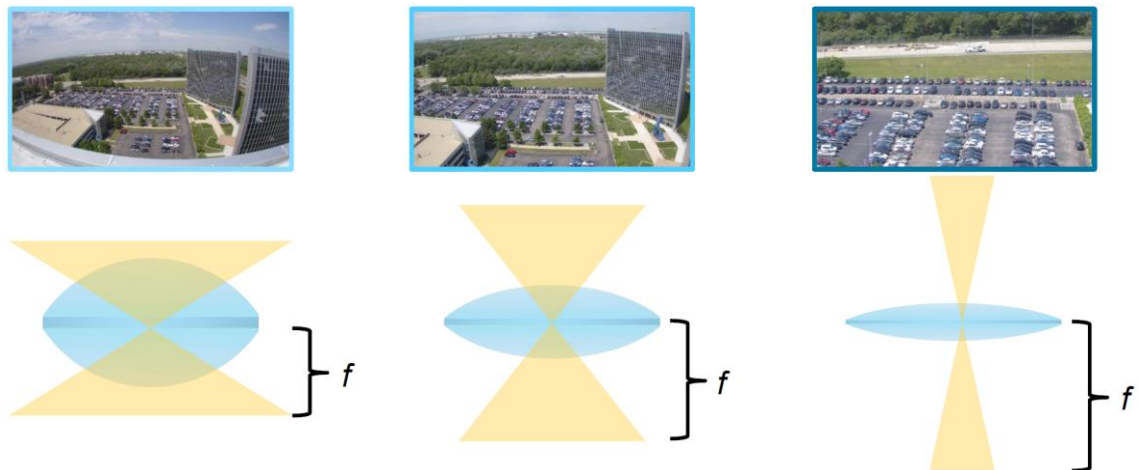
Kuvio 3: Iris supistuu ja laajenee vallitsevan valaistuksen mukaan (Beautiful Vision Project Inc, 2017)

Ihmisen silmän värikalvo säätyy vallitsevan valaistuksen mukaan. Ilman tätä ominaisuutta olisi aina joko liian valoisaa tai liian hämärää. Toimintoa jossa linssi ja kenno säätyvät automaattisesti valaistusolosuhteen mukaan, kutsutaan auto-iris -toiminnoksi.

2.1 Linssi

Linssin pääsääntöinen tehtävä on määrittää kuva-ala (*field of view*), säättää valon määrää (*regulate the amount of light*) sekä tarkentaa kuvaa (*focus*). Voidaan puhua käytännössä neljästä eri kuva-alasta kameravalvonnassa. (Camera optics 2019, 15.):

- Laajakuva (*Wide-angle view*)
- Yleiskuva (*Normal view*)
- Telekuva (*Telephoto view*)
- 180° / 360° kuva (*Fisheye view*)



Kuvio 4: Mitä yksityiskohtaisempaa videokuvaa haluamme, sitä kauemmaksi kuva-ala on säädettävä. Mitä enemmän näkyvyyttä haluamme, sitä laajemmaksi kuva-ala on säädettävä (AXIS Communications AB, 2019)

Linssityylejä on erilaisia riippuen käyttötarkoituksesta. Kiinteää linssiä (fixed lens) käytetään pääsääntöisesti kohteissa, joissa halutaan yleisvalvontaa. Linssityyppi on yleinen muun muassa kupu- ja bulletkaderoissa (Camera optics 2019, 23). Haluttu kuva-ala voidaan laskea valmiiksi ennen varsinaista hankintaa. Esimerkiksi liikkeen kulmasta tarvitaan vähintään 110 asteen vaakasuora (*horizontal*) sekä noin 60 asteen pystysuora (*vertical*) katselukulma. Asiakas on määrittellyt, että yleisvalvonta riittää tavoitteeksi ja halutaan nähdä pimeässä. Ominaisuuksien määrittely toimittajalle voisi mennä käytännössä seuraavalla tavalla:

- Resoluutio 2.0 megapikseliä / 1920x1080
- 2.8mm kiinteä linssi / horizontal FOV: 115°, vertical FOV: 62°
- Yö / päiväkamera 1/2.8" kuvakennolla, varustettuna IR-LED:illä
- PoE-yhteensopivuus / (PoE) IEEE 802.3af/802.3at
- Tuki sekä H.264 että H.265 -pakkauksille
- Valontarve 0,5 lux, IR-LED:illä 0,0 lux
- Asennetaan pintaan sellaisenaan
- Vähintään IK10 tasoinen ilkevaltasuojaus

Mikäli haluttaisiin erilaista kiinteää katselukulmaa niin yleisimmät linssivaihtoehdot ovat 4mm ja 6mm polttoväli. Tarkastellaan myös muutamia varifocal-vaihtoehtoja:

- 4mm → vastaa noin horizontal FOV: 86°, vertical FOV: 47°
- 6mm → vastaa noin horizontal FOV: 55°, vertical FOV: 31°
- 2.8-12mm → vastaa noin horizontal FOV: 99.6° to 35°, vertical FOV: 53.5° to 20°
- 10-22mm → vastaa noin horizontal FOV 34.5° to 18°, vertical FOV 20° to 11°

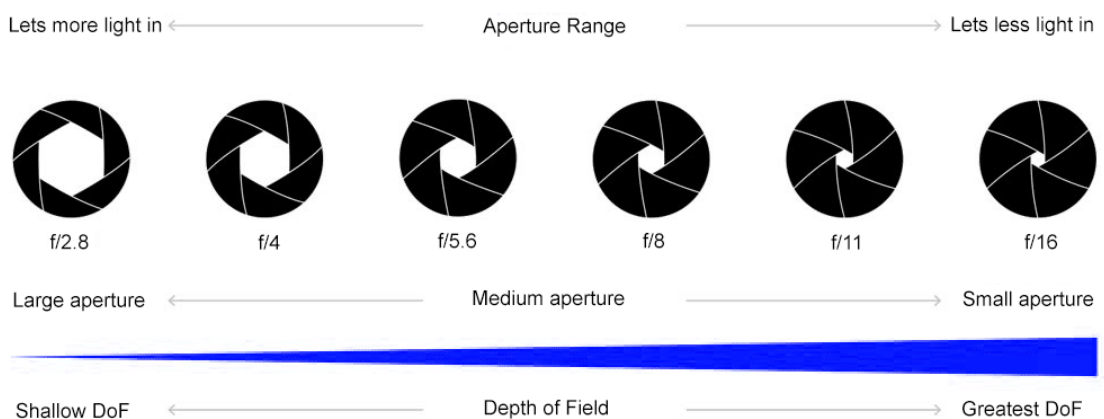
Kiinteällä linssillä varustetut valvontakamerat ovat pääsääntöisesti edullisempia muihin linssityyppeihin verrattuna. Tämä johtuu lähes pelkästään linssin säädön puutteesta, mutta oikein kohdistettuna se antaa asiakkaalle samaa laatua, mitä hän saisi esimerkiksi varifocal-linssillä varustetulla kameralla (Nikander & Kärkkäinen 2020).

Varifocal-linssi eroaa fixed mallista siten, että sitä voi mahdollisuuksien mukaan säätää eli zoomata. Varifocal-linssiä valmistetaan eri polttovälialueilla. Näin ollen se helpottaa asentajan työtä säätömahdollisuuksien vuoksi. Kyseinen linssityyppi on parempi myös kohteissa, joissa vaaditaan hieman yksityiskohtaisempaa kuvaa (*telephoto view*). (Camera optics 2019, 24 - 25.)

2.2 Aukko

Linssissä oleva aukko (*aperture*) määrää, kuinka paljon valoa pääsee kameraan. Mitä isompi aukko, sitä enemmän valoa kameran kennolle pääsee. Pienellä aukolla kameraan pääsee ainoastaan vähän valoa.

Aukko mitataan F-lukuina. F-luku (*f-stop*) on luku, jolla aukon koko ilmoitetaan. Tällaisia ovat esimerkiksi $f/2.8$, $f/4$, $f/5.6$, $f/8$, $f/11$ ja $F/16$. Nämä listatut esimerkit ovat yhden täyden aukon muutoksia, mikä tarkoittaa, että jokaisen askeleen välissä valoa on tuplasti enemmän tai vähemmän riippuen kumpaan suuntaan asteikkoa kulkee. Iso aukko (josta pääsee paljon valoa) tarkoittaa kamerassa pientä numeroa. Pieni aukko (vähän valoa) taas merkitään isolla numerolla. Tämä tarkoittaa, että esimerkiksi $f/2.8$ on fyysisesti isompi aukko kuin $f/8$. (Tätä tarkoittavat objektiivin aukkoarvot 2017.)

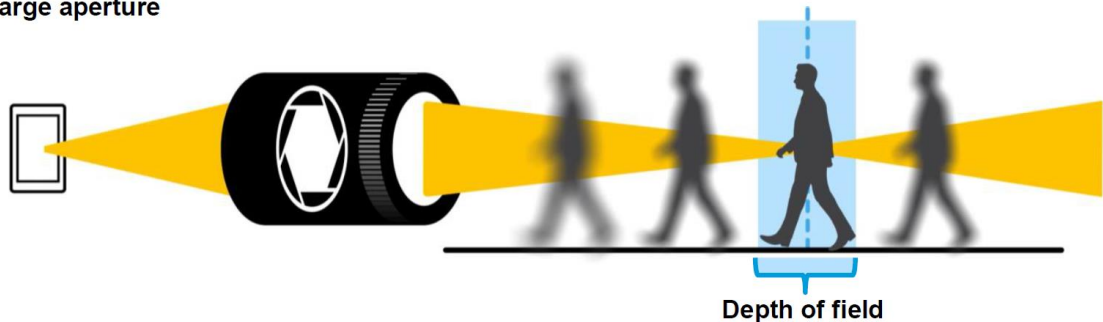


Kuvio 5: Aukko mitataan F-lukuina (Marat Stepanof Photography, 2020)

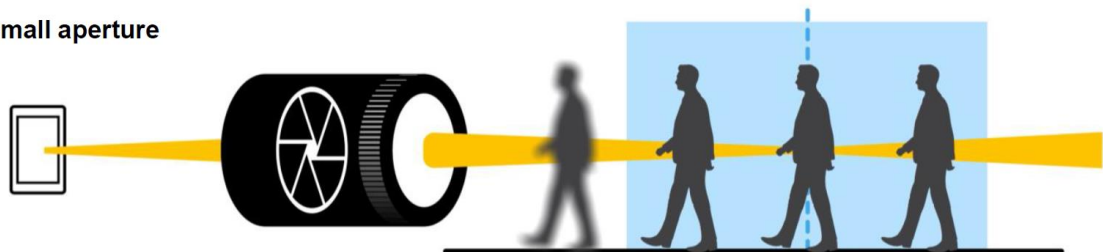
Aukolla on ratkaiseva osa myös syväterävyyden määrittämisessä. Syväterävyys (*depth of field*) on se osa kuvasta, joka näkyy terävänä. Kuvattavan taustan sumentumiseen vaikuttavat kolme päätekijää. Näitä ovat aukko, linssin polttoväli sekä kuvausetäisyys. Pienellä aukolla (iso f-luku) tulee suuri syväterävyys eli kuva on kaikin puolin terävä. Suurella aukolla (pieni f-luku) päästään

pienempään syväterävyysalueeseen eli sumeisiin taustoihin, etenkin jos käytössä on telelinssi ja etäisyys kohteesta on lyhyt. (Syvyysterävyys viidessä minuutissa 2018.)

Large aperture



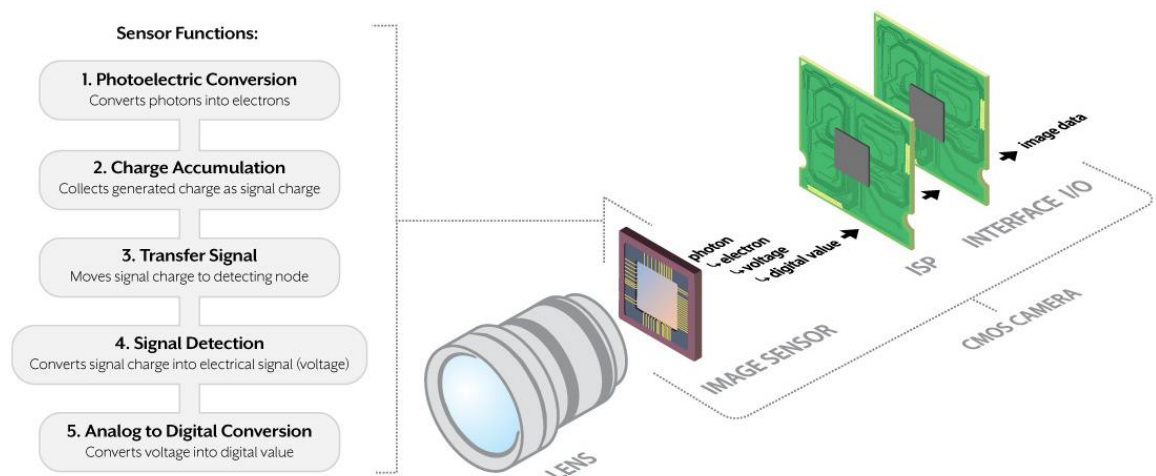
Small aperture



Kuvio 6: Suuren ja pienen aukon vaikuttavuus kuvan syväterävyyteen (AXIS Communications AB, 2019)

2.3 Kuvakenno

Kuvakennon (*image sensor*) tarkoituksena on muuntaa (*convert*) linssin läpi tulevaa valoa (*photons*) digitaaliseksi signaaliksi, jota voidaan tarkastella, analysoida tai tallentaa. Kuvakennoa pidetään yleisesti yhtenä tärkeimpänä komponenttina kameravalvonnassa. (Understanding the Digital Image Sensor 2020.)

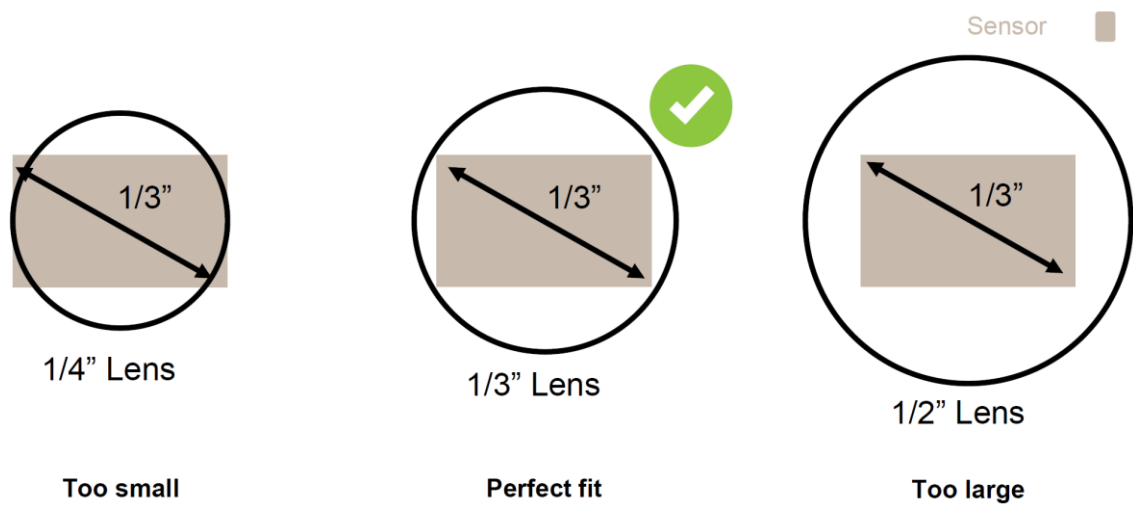


Kuvio 7: Kaavio tyypillisestä CMOS-kamerasta (Understanding the Digital Image Sensor, 2020)

Flyktmanin (2016) mukaan yleisimmät kennovalitsemiset ovat joko CCD- tai CMOS-kenno, mutta kameravalmistajat käyttävät lähes poikkeuksetta CMOS-kennoa edullisemman hinnan ja pienemmän virrankulutuksen vuoksi. Kuvakennoja valmistetaan eri formaateissa (*sizes*). Kuvan laatu riippuu paljolti kameran kuvakennon koosta. ”Mitä suurempi kenno on, sitä laadukkaampia ja kohinattomampia kuvista yleensä saadaan” (Flyktman 2016).

Kuvakennon koolla on kuvanlaadun lisäksi muutakin merkitystä. Esimerkiksi mitä pienempi kenno on, sitä pienemmälle alueelle kuva joudutaan linssin avulla kohdistamaan. Suurempi kenno mahdollistaa myös tarkemman ja suurikontrastisemman kuvan, jolloin muodostuu vähemmän kohinaa sekä saavutetaan parempi sävyerotus. (Flyktman 2016.)

Runkokameroihin on pääsääntöisesti hankittava linssi erikseen. Tällöin linssi on valittava oikein kuvakennon koon mukaan. Tarkastellaan alla olevaa kuviota ja pohditaan erikokoisten linssien (1/4” ja 1/2”) vaikutuksia 1/3” kuvakennolle. 1/4” linssi on liian pieni kuvakennolle, jolloin varsinaiseen kuvaan jää mustat kulmat. Suuremmalla linssillä 1/2” kuva-ala jää vajaaksi eli osa kuvasta menetetään. Varsinainen kuva näyttää tällöin kovin kohdistetulta (*telephoto effect*). (Lenses for network video cameras, 2020.)



Kuvio 8: Linssi on valittava oikein kuvakennon koon mukaan (AXIS Communications AB, 2019)

3 Kuvan käytettävyys

Tässä luvussa pohdimme tarkemmin miksi kuvanlaatu (*image quality*) on arvotonta ilman käytettävyyttä (*image usability*). Axiksen koulutusmateriaalin Image Quality is Worthless without Usability (2019) mukaan, kuvan käytettävyys on viisivaiheinen prosessi ja alkaa kameravalvonnan tarpeellisuuden määrittämisestä:

- 1) Kameravalvonnan tarpeellisuuden määrittäminen

- 2) Resoluution määrittäminen
- 3) Määritetään kuinka paljon valoa kamera tarvitsee/miten kamera reagoi valon kanssa
- 4) Määritetään kamerasäilytyspaikka
- 5) Määritetään oikea kameramalli

3.1 Kameravalvonnan tarpeellisuus

Kiinteistö- ja toimitilaturvallisuuden perustana on rakenteellinen suojaus, jota täydennetään muilla turvallisuusjärjestelmillä, kuten kameravalvonnalla (Elinkeinoelämän keskusliitto 2020). Kameravalvontajärjestelmää hankittaessa on tärkeintä määritellä sen käyttötarkoitus ja ne tarpeet, joihin järjestelmällä on tarkoitus vaikuttaa. Kameravalvontaprojektia aloitettaessa on pohdittava tarkkaan, mitä lisäarvoa kameravalvonta tuo yrityksen kokonaisturvallisuuteen (Okkonen 2020).

Pääsääntöisesti on esitettävä kysymykset mitä ja miksi, joiden jälkeen saadaan jo hyvä näkemys asiakkaan tarpeesta. Huolellisessa kameravalvonnan tarveselvityksessä on määriteltävä kameravalvontaoppaan (2010, 9) mukaan ainakin seuraavat asiat:

- Mitä ja miksi halutaan kuvata?
- Missä ja milloin kuvia katsellaan?
- Miten kuvien tallennus, kuvansiirrot ja kuvien katselupisteet toteutetaan?
- Mitä lain mukaan saa ja voi kuvata? Kenelle tallenteita luovutetaan?

Selvityksen tekijä selvittää kysymysten pohjalta valvonnan tarpeet ja esittää niihin ratkaisuehdotukset valitun turvallisuustason saavuttamiseksi. Tarveselvityksestä on käytävä ilmi, onko tarkoitus suorittaa yleisvalvontaa vai halutaanko tunnistaa henkilöitä. Lisäksi on määriteltävä muun muassa: halutaanko kameravalvonnasta näkyvää vai huomaamatonta, mikä on ensisijainen ja toissijainen valonlähde, asennetaanko kamera(t) sisälle vai ulos sekä kuinka pitkä etäisyys kameralta on kuvattavaan kohteeseen (Nikander & Kärkkäinen 2020; Vaskin 2020; Okkonen 2020).

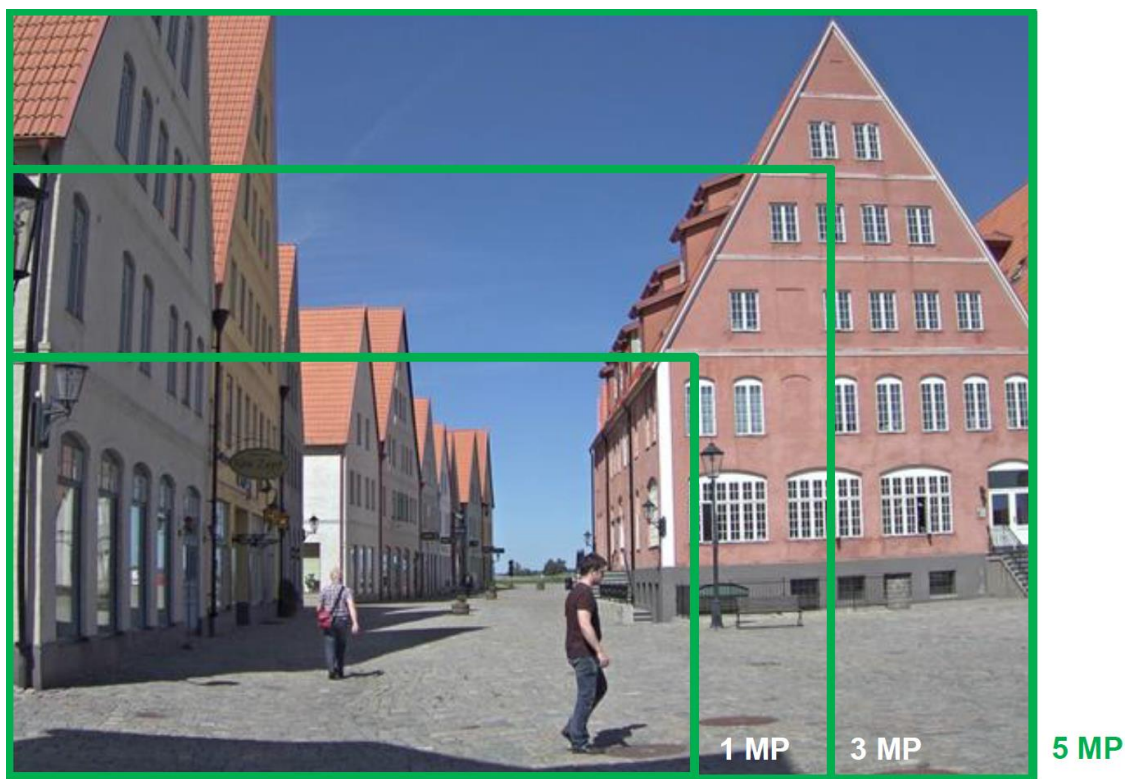
3.2 Resoluution määrittäminen

Flyktman (2016) on todennut, että ”kukin kameramalli pystyy tuottamaan tietyn pikselimäärän kuvia”. Tämä tarkoittaa sitä, ettei pikselillä ole olemassa vakiokokoa. Pikselien määrää mitataan megapikseleinä (1 MP = 1 000 000 px). Esimerkiksi 2048x1536 (*video resolution*) on noin 3 145 728 pikseliä, eli 3,1 megapikseliä (*sensor size in megapixel*). Resoluutio 2048x1536 tarkoittaa, että kennossa on 2048 pikseliä leveyssuunnassa ja 1536 pikseliä korkeussuunnassa.

Pikselillä (*pixel*) tarkoitetaan kuvan pienintä yksikköä. Mitä enemmän pikseleitä kuva sisältää, sitä enemmän siinä on yksityiskohtia eli tarkkuutta. Toisin sanoen, mitä enemmän kuvassa on kuvapistettä, sitä korkeampi on resoluutio. (Flyktman 2016; Kameravalvontaopas 2010, 20.)

Resoluutiota mitataan usein ppi-arvolla (*pixels per inch*), mikä kertoo kuinka monta pikseliä kuvassa on yhden tuuman matkalla. Resoluution avulla kuvataan kuvan pikselitiheyttä (*pixel density*) eli pikselimäärää tiettyä pituusyksikköä kohti tai kuvan pikseleiden kokonaismäärää. Resoluutiosta ja pikselimäärästä puhuttaessa on muistettava, että kuvanlaatuun vaikuttavat muun muassa kuvan pakkausmenetelmä, kuvakennon fyysinen koko, valaistus ja kamerassa käytettävän linssin laatu (Kameravalvontaopas 2010, 20).

Kuvan koko eli pikselimäärä ja resoluutio tulisi aina optimoida kohteen ja käyttötarkoituksen mukaan. Toisin sanoen kuvan koko pitäisi mitoittaa tarkasti eli arvioida minkäkokoista ja resoluutioista kuvaa loppujen lopuksi tarvitaan (Vaskin 2020).



Kuvio 9: Korkearesoluutioiset kamerat pystyvät kattamaan laajempia alueita (AXIS Communications AB, 2019)

Havaitseminen ja tunnistaminen ovat visuaalisia prosesseja, joiden tulkinta nojaa vahvasti siihen, kuinka yksityiskohtaisesti ihmisen silmä havaitsee näkökentässä olevan objektin. Havaitseminen (*detection*) tarkoittaa, että olemme tietoisia siitä, että objekti on olemassa näkökentässämme. Toisin sanoen olemme varmoja objektin olemassaolosta, mutta emme pysty sitä vielä tunnistamaan yksityiskohtien puutteiden vuoksi. (IP Video Surveillance Design Guide 2013.)

Kun objekti liikkuu lähemmäksi, saatamme tunnistaa kohteen aiemmin havaittujen ominaisuuksien perusteella (*recognition*). Tunnistaminen (*identification*) on prosessi, jossa on saatavilla

riittävästi tietoa aiemmin tuntemattoman henkilön tai esineen yksilöimiseksi. (IP Video Surveillance Design Guide 2013.)

Suomessa käytetään useita erilaisia kameravalvontajärjestelmiä, joiden kirjavuus ja vaihteleva laatu asettavat haasteita käyttäjille. Elokvateollisuuden luomat mielikuvat järjestelmien suorituskyvyistä eivät vastaa todellisuutta, ja usein esimerkiksi rikostutkinnassa viranomaiset törmäävät kelvottomiin tallenteisiin. (Kameravalvontaopas 2010, 5.)

Pääsääntöisesti meidän tulisi keskittyä pikselitiheyteen, mikäli vastaamme tulee kysymyksiä/haasteita liittyen henkilöiden havaitsemiseen ja tunnistamiseen. Henkilöiden havaitsemis- ja tunnistamistarkoituksessa pikselitiheydellä viitataan yleensä pikselien määrään, joita tarkastellaan kiinnostuksen kohteena olevan objektin näkökulmasta. Tässä tapauksessa kyseisellä objektilla viitataan henkilön kasvoihin. (Perfect pixel count 2020.)

Pikselitiheys henkilön havaitsemisen ja tunnistamisen näkökulmasta voidaan asiakirjan Identification and Recognition (2013, 4 - 5) mukaan määritellä seuraavasti:

- Riippuen resoluutiosta ja kuvattavan kohteen laajuudesta (kuvapisteet vaakasuunnassa), voidaan saavuttaa joko tunnistamisen tai havaitsemisen arvoista kuvamateriaalia.
- Pikselitiheyteen vaikuttavat kuvasensorin resoluutio, linssi sekä etäisyys kameran ja kuvattavan kohteen välillä.

Esimerkiksi Axis suosittelee 25 px/m (8 px/ft) henkilön havaitsemiseen, 125 px/m (38 px/ft) tunnistamiseen henkilön, jonka olet nähnyt aikaisemmin, 250 px/m (76 px/ft) henkilön tunnistamiseen hyvissä olosuhteissa sekä 500 px/m (152 px/f) henkilön tunnistamiseen haastavissa olosuhteissa (Perfect pixel count 2020).

Level of detail	Pixels/face	Pixels/m
Identification (challenging conditions)	80	500
Identification (good conditions)	40	250
Recognition	20	125
Detection	4	25

Kuvio 10: Henkilön havaitsemiseen ja tunnistamiseen tarvittavat pikselimäärät/m erilaisten olosuhteiden vallitessa (AXIS Communications AB, 2020)

Hyvillä olosuhteilla (*good conditions*) viitataan tässä kontekstissa tilanteisiin, joissa on kunnollinen valaistus sekä ihmisiin, esineisiin ja ajoneuvoihin, jotka liikkuvat kohtuullisella nopeudella, ja jotka ovat nähtävissä sellaisesta kulmasta, josta riittävät tunnistamiseen määritellyt ominaisuudet ovat havaittavissa (Perfect pixel count 2020).

Haastavilla olosuhteilla (*challenging conditions*) viitataan tilanteisiin, joissa valaistus on hyvin vaihtelevaa tai heikkoa sekä ihmisiin, esineisiin ja ajoneuvoihin, jotka liikkuvat suurella nopeudella, ja jotka ovat nähtävissä sellaisesta kulmasta, joissa tarvittavat yksityiskohdat ovat vaikeammin havaittavissa esimerkiksi varjojen vuoksi (Perfect pixel count 2020).

Kuviosta 10 huomaamme, kuinka paljon pikseleitä tarvitsemme eri valvontatarpeen mukaan. Kuvitellaan käytössämme olevan 2 megapikselin eli 1920*1080 resoluution valvontakamera ja haluamme tietää, kuinka monta metriä tarvitsemme eri valvontatarpeeseen:

- Henkilön tunnistus haastavissa olosuhteissa → $1920/500 = 3.84$ m
- Henkilön tunnistus hyvissä olosuhteissa → $1920/250 = 7.68$ m
- Henkilön tunnistus, joka on ennestään tuttu → $1920/125 = 15.36$ m
- Henkilön havaitseminen → $1920/25 = 76.8$ m

Vastaavasti, mikäli käytössämme olisi 8 megapikselin / 4K-valvontakamera eli 3840x2160 saisimme seuraavat lukemat:

- Henkilön tunnistus haastavissa olosuhteissa → $3840/500 = 7.68$ m
- Henkilön tunnistus hyvissä olosuhteissa → $3840/250 = 15.36$ m
- Henkilön tunnistus, joka on ennestään tuttu → $3840/125 = 30.72$ m
- Henkilön havaitseminen → $3840/25 = 153.6$ m

Henkilön tunnistukseen suositellaan käyttämään mahdollisimman korkearesoluutioista kameraa (Vaskin 2020). Mitä enemmän kuvassa on pikseleitä, sitä yksityiskohtaisempi eli tarkempi se on. Kuten yllä olevista laskelmista huomataan matkat metreinä käytännössä tuplaantuvat jos vaihdettaisiin 2 megapikselin (Full-HD) kamera 8 megapikselin (4K) kameraan.

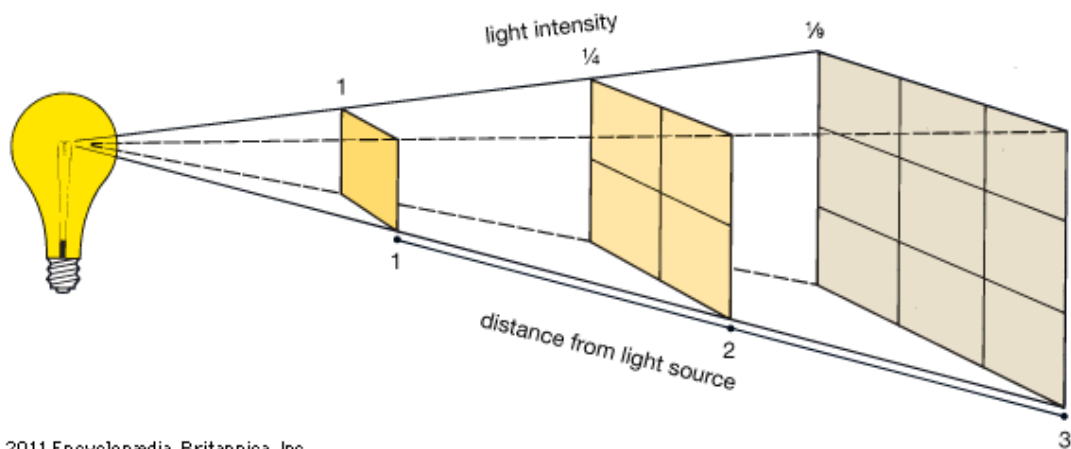
Kuvitellaan tilanne hieman eri tavalla. Henkilö on 3 metrin etäisyydellä kuvattavasta alueesta. Riittääkö 2 megapikselin kamera tunnistukseen haastavissa olosuhteissa:

- ➔ $1920/3 = 640$ pikseliä/m
Riittää, entä 5 metrin etäisyys
- ➔ $1920/5 = 384$ pikseliä/m < 500 pikseliä/m
Vaihdetaan 4K kameraan. Riittääkö tunnistus kun henkilö on siirtynyt 8 metrin etäisyydelle.
- ➔ $3840/8 = 480$ pikseliä/m < 500 pikseliä

3.3 Valon merkitys kameravalvonnassa

Valaistusvoimakkuus kuvaa valolähteen voimakkuutta valaistavalla pinnalla ja sen yksikkönä käytetään luksia (*lux*). Valaistusvoimakkuus riippuu muun muassa valaisimen optisista ominaisuuksista ja etäisyydestä valaistavasta pinnasta. (Light 2020, 5.)

Yksi luxi on valaistusvoimakkuus, jonka yhden lumenin valovirta antaa tasaisesti jakautuessaan yhden neliömetrin alalle ($1 \text{ lux} = 1 \text{ lm/m}^2$). Mitä kauempana pinta on valolähteestä, sitä pienempi valaistusvoimakkuus on. (Light 2020, 3.)



© 2011 Encyclopædia Britannica, Inc.

Kuvio 11: Mitä kauempana olet valonlähteestä, sitä enemmän valoa menetetään (Inverse Square Law, 2011)

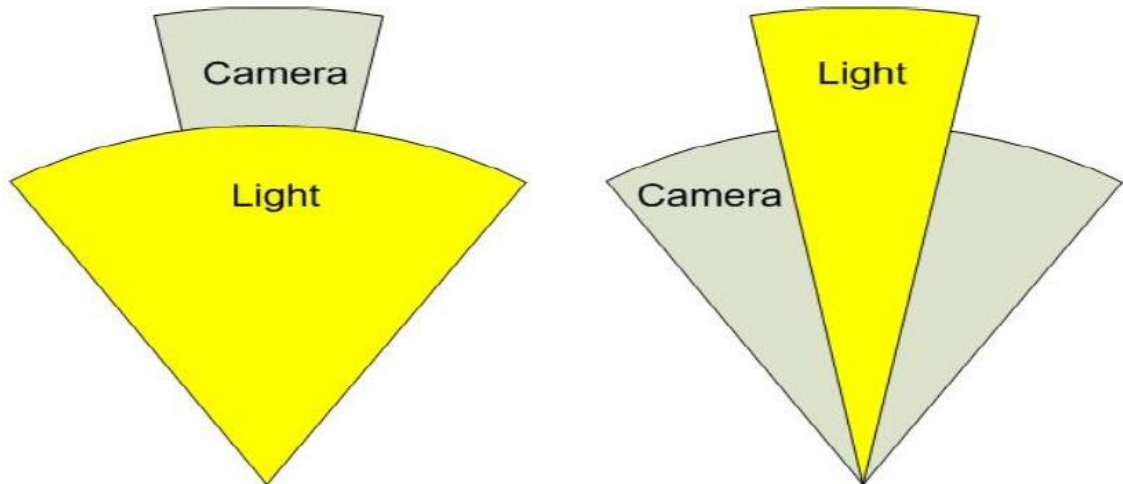
Valvontakamerat tarvitsevat tietyn verran valoa luodakseen kuvaa eli toimiakseen kunnolla. Valon määrä perustuu siihen, kuinka paljon heijastunutta valoa on saatavilla kameran linssille ja kennolle. (Light 2020, 5.) Valvontakameroiden vähimmäisvaateet valoherkkyydestä (minimum illumination) ilmoitetaan valmistajien sivuilta löytyvien tuotteiden datalehdissä (*datasheets*).

Kuten äsken mainitsin, kamera vastaanottaa heijastunutta valoa. Pimeät pinnat kuitenkin heijastavat vähemmän valoa kuin kirkkaat pinnat. Valon heijastus voi myös muuttua eri olosuhteissa, kuten asfaltin pinnan muutoksissa.

Valoa voidaan hävitä tietyillä valvontaratkaisulla. Puhutaan myös termistä "*light loss*". Esimerkiksi tumma kupu vähentää valon läpäisyä kameralle noin 1 f-luvun verran. Vastaavasti käyttämällä säädettävää objektiivia, vähemmän valoa pääsee kennolle täydessä tele-tilassa. Valon menetys voi olla tällöin monen f-luvun verran. (Light 2020, 12.)

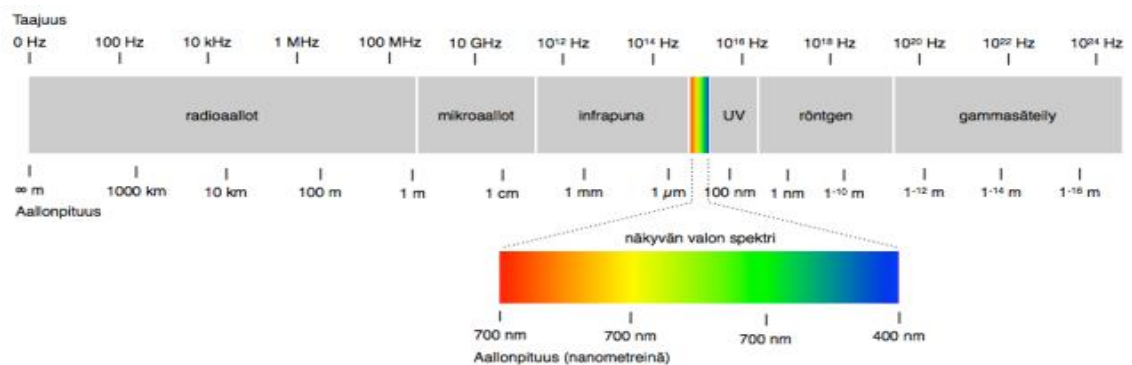
Voimme myös tarvittaessa lisätä kameralle valoa ulkoisilla valonlähteillä. Tärkeää on sovittaa valonkulma kameran näkökenttään. Liian kapea valon sovitaminen aiheuttaa pimeitä alueita

kummallekin kameran näkökentän puolelle. Liian leveä sovitaminen taas aiheuttaa pimeän alueen kameran kuva-alan telepähän eli etäisyyteen. (Image Quality is Worthless without Usability 2019, 63 - 65.)



Kuvio 12: Ulkoinen valonlähde on sovitettava oikein kameran näkökenttään (AXIS Communications AB, 2019)

Valo on sähkömagneettista säteilyä ja valon "väri" voidaan määrittellä säteilyn taajuuden tai aallonpituuden (nm) mukaan. Sähkömagneettinen säteily etenee aaltoliikkeenä. Mitä pidempiä aallot ovat, sitä punaisempaa valo on. Mitä lyhyempiä aallot ovat, sitä sinisempää ja violetimpää valo on. Sähkömagneettisen säteilyn aallonpituuden kasvaessa punaista valoa pidemmäksi, silmä ei sitä enää pysty havaitsemaan. Tällöin säteilyä kutsutaan infrapunaksi. (Harju 2012.)



Kuvio 13: Silmä tulkitsee eri aallonpituudet eri väreinä (Harju 2012)

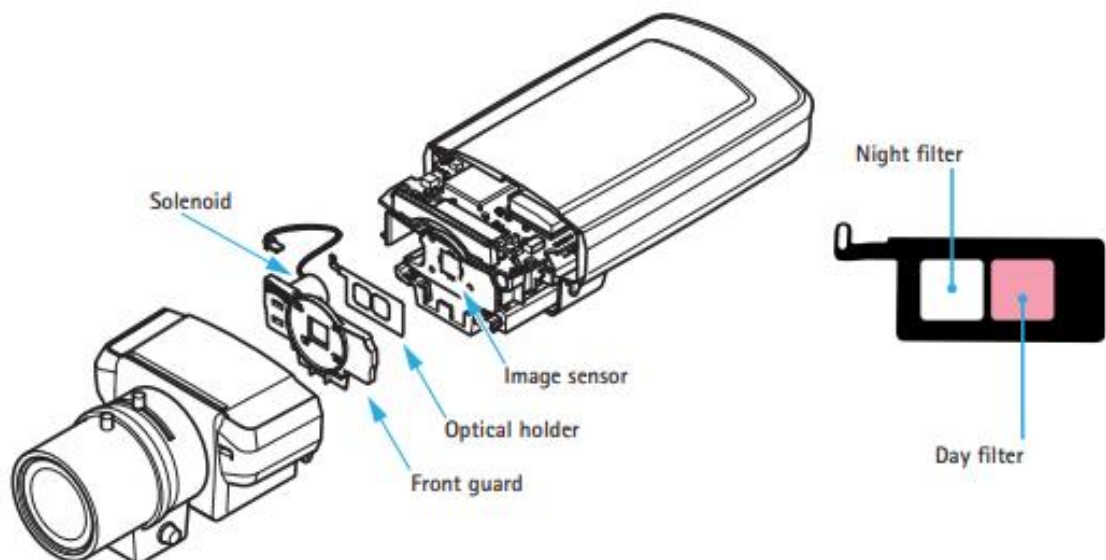
Useimmat valvontakamerat käyttävät sekä näkyvää valoa (*visible light*) että infrapunaa (*IR light*) kuvan tuottamiseen. Infrapun avulla on mahdollista saavuttaa korkealaatuista

videomateriaalia täysin pimeissä ympäristöissä. Tällaisia valvontakameroita voidaan kutsua yleisesti nimellä ”*day-and-night cameras*”. (IR in surveillance 2018, 4.)

Kyseiset valvontakamerat säätävät vallitsevan valaistuksen mukaan kahdella tapaa:

- ”*day mode*” eli päivätila
- ”*night mode*” eli yötila

Päivätilassa valvontakamera käyttää näkyvää valoa tuottaakseen värikuvaa. Kun valaistus tippuu hiljalleen pienempiin lukemiin, kamera vaihtuu automaattisesti yötilaan, jolloin videokuva vaihtuu värisävyistä harmahtavaan sävyyn. Vaihto päivä- ja yötilan välillä suoritetaan IR-suodattimella (*IR-cut filter*). Päivätilassa suodatin estää luonnossa esiintyvää IR-valoa pääsemästä kameran kuvakennolle. Yötilassa suodatin poistuu lisäämällä kameran valoherkkyyttä, antaen IR-valon osua kuvakennolle. Koska ihmissilmä ei pysty havaitsemaan liiallista aallonpituutta, säteily voidaan havaita valvontakameroissa punaisena hehkuna, jonka avulla nähdään onko infrapunavaloa päällä vai ei. (IR in surveillance 2018, 4 - 5.)



Kuvio 14: Vaihto päivä- ja yötilan välillä suoritetaan automaattisesti IR-suodattimella (IR in surveillance 2018, 6)

Mitä voimme tehdä kun vastavaloa on taustassa liikaa? Kameravalmistajilla on käytössään WDR -tekniikka (*Wide Dynamic Range*). ”Dynamic rangella” tarkoitetaan kuvan valotaseroa tummimpien ja kirkkaimpien alueiden välillä. WDR-kameroissa on erityinen ohjelmisto (*software*), jonka avulla kyseinen valotasero pystytään tasapainottamaan yhdeksi selkeäksi kuvaksi (kts. kuvio 15 & 16). (What is wide dynamic range 2020.) Ominaisuutta käytetään yleisesti kohteissa, joissa vastavaloa on liikaa (Vaskin 2020).

Kameravalmistajilla on käytössä tekniikkaa, joka tekee kameroista erittäin valovoimaisia. Axiksella puhutaan ”*Lightfinderista*”, Hikvisionilla ”*Darkfighterista*”, Avigilonilla ”*Lightcatcherista*” sekä Boschilla ”*Starlightista*”. Käytännössä kamera tarjoaa erittäin laadukasta värikuvaa huonoissakin valaistusolosuhteissa. Tekniikka perustuu tehokkaaseen kuvanprosessointiin yhdessä oikean kennon ja linssin kanssa (Vaskin 2020).



Kuvio 15: IP-kamera ilman WDR-tekniikkaa (AXIS Communications AB, 2020)



Kuvio 16: IP-kamera WDR-tekniikalla (AXIS Communications AB, 2020)

3.4 Asennuspaikkaan vaikuttavia tekijöitä

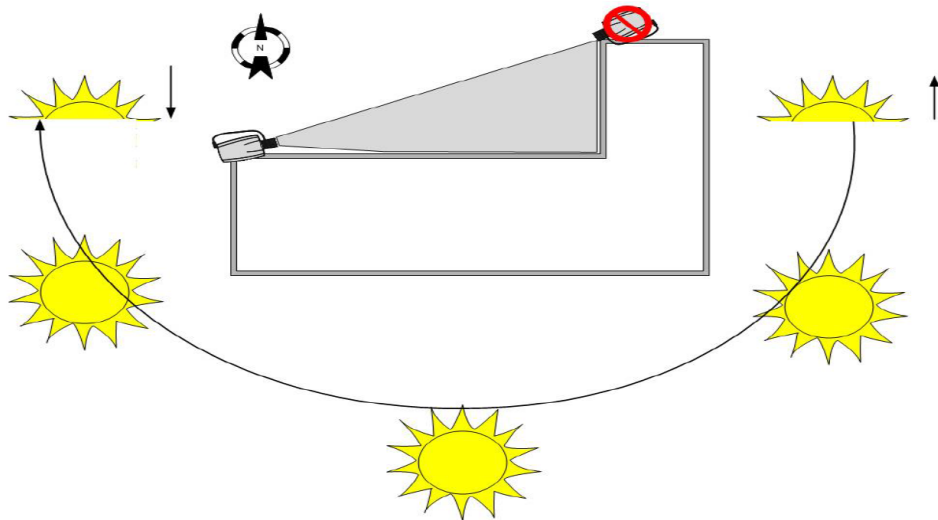
Tässä kappaleessa pohditaan, mitkä tekijät vaikuttavat valvontakameran asennuspaikan valintaan. Pääsääntöisesti valvonnan tavoitteet määrittävät, minkä tyyppistä valvontakameraa tulisi käyttää sekä miten se tulisi sijoittaa kohteeseen.

Hyvä muistisääntö on, ettei pelkkä valvontakameran osoittaminen haluttuun suuntaan takaa hyvää käytettävyyttä. Valaistus, kulmat, heijastukset, kuolleet kulmat sekä PTZ-kameroiden zoomauskerroin ovat kaikki huomioon otettavia tekijöitä oikean asennuspaikan valitsemisessa. Joskus on helpompaa muuttaa itse ympäristöä esimerkiksi varjostamalla ikkunoita tai siirtämällä esineitä uusiin paikkoihin (Camera placement 2020).

Vandalismi tulee olemaan aina läsnä kameravalvonnassa. Vaikka suurin osa valvontakameroista on tänä päivänä vandaalisuojattuja (IK10 luokitus), eivät ne todellisuudessa kestä kovia fyysisiä iskuja (Okkonen 2020). Vandalismin riskiä voidaan pienentää esimerkiksi sijoittamalla laitteet

korkealle seinään tai kattoon tekijän ulottumattomiin. Ainoaksi haittapuoleksi tulee kuva-alan vaikutukset, joita voidaan kompensoida kuitenkin erinäisillä linssivaihtoehdoilla.

Pohditaan hetki valvontakameroiden asennuspaikkaa ja auringonvaloa. Auringonvalo voi luoda vaikeitakin haasteita kameroille ylivaloittumisen vuoksi. Tästä syystä kamera on syytä asentaa suuntaan, missä auringonvalolla on kuvakennolle mahdollisimman vähän vaikutusta (Nikander & Kärkkäinen 2020). Tilanne voidaan hahmottaa paremmin kuvion 17 avulla.



Kuvio 17: Kameraa asennettaessa on pohdittava auringon suuntaa ja sen vaikutuksia kuvakennolle (AXIS Communications AB, 2019)

Vaikka yksi laajalla polttovälillä varustettu valvontakamera voi antaa kokonaisnäkyvän kuvattavasta kohteesta, se ei välttämättä tarjoa tarpeeksi yksityiskohtia henkilöiden tunnistamiseksi (Camera placement 2020). Tietysti asia riippuu täysin asiakkaasta, halutaanko yleisvalvontaa vai tunnistusta, mutta yhdistämällä valvontatarkoituksia saadaan yleensä paras ratkaisu rakenteellisen suojauksen täydentämiseksi.

Mikäli asiakkaalla on tavoitteena saada esimerkiksi aulasta tunnistamisen arvoista materiaalia, on riittäväresoluutioisen kameraseninnuksen lisäksi valittava asennuskulma oikein. Pääsääntöisesti mitä suurempi katselukulma sitä hankalampi on nähdä kasvojen piirteet. Suosituksena on sijoittaa kamera noin 10-20° asteen katselukulmaan parhaan tunnistamisen arvoisen kuvamateriaalin vuoksi. Toisaalta, valvontakameran sijoittaminen korkeammalle pienentää vandalismin riskiä eikä ole niin silmiinpistävä. (Camera placement 2020.)

3.5 Erilaiset IP-valvontakamerat ja niiden käyttötavat

IP-kamerat käyttävät erilaista kuvansiirtotapaa ja formaattia kuin analogiset edeltäjänsä. Analoginen kamera siirtää kuvan analogisena videovirtana koaksiaalikaapelia pitkin tallentimelle tai monitorille, kun taas IP-kamera muuttaa kuvainformaation digitaaliseksi bittivirraksi. IP-

kamerat pystyvät käyttämään hyväkseen PoE-tekniikkaa (*Power over Ethernet*). Käytännössä PoE-kytkimen/injektorin ja verkkokaapelin voimin, pystytään liikuttamaan sekä dataa että virtaa laitteelle.

Valvontakameroita on saatavana erityyppisiä ja erikokoisia niiden käyttötarkoituksen mukaan. Tavallisesti kamera koostuu ulkokuoresta (rungosta), prosessorista, kuvasensorista sekä linsistä. Kamerat voidaan myös suojata säältä, korroosiolta, ilkivallalta tai kipinöiltä lisävarusteiden ja koteloinnin avulla. Kamerat valitaan aina käyttötarkoituksen mukaan kohteeseen sopiviksi. IP-valvontakamerat voidaan luetella ominaisuuksiensa sekä käyttötarkoituksensa mukaan seuraavasti.

3.5.1 Runko- ja bulletkamerat

Runkokamerat (*Box cameras*) ovat fyysisiltä ominaisuuksiltaan hyvin laatikkomaisia ja niitä voidaan kutsua box-kameroiksi. Runkokameroihin on hankittava pääsääntöisesti linssi erikseen, joka on varustettu joko kiinteällä tai säädettävällä polttovälillä. Kiinteä linssi kuvaa aina samaa vakioitua kuva-alaa, kun taas säädettävällä linssillä voidaan polttoväliä säätää tarvittavan kuva-alan saamiseksi. (Kameravalvontaopas 2010, 17.)

Runkokameroita käytetään aina sisätiloissa, koska niillä ei ole asianmukaista IP-luokitusta. Toisaalta kameraan voi hankkia IP & IK -luokitellun koteloinnin, mikä mahdollistaa kamerasen- nuksen ulkotiloihin. Rajuissa sääolosuhteissa voidaan hankkia myös lämmitetty tai jopa visiirillä toimiva kotelo, jolloin kovatkaan pakkaset tai vesisateet eivät haittaa kamerasen- toimintaa.



Kuvio 18: DS-2CD7026G0-(AP) runkokamera (Hangzhou Hikvision Digital Technology, 2020)

Bulletkamerat (*Bullet cameras*) ovat samantapaisia kuin runkokamerat, mutta niissä on integroitu linssi. Runko on usein sään ja iskunkestävää materiaalia, mikä mahdollistaa asennuksen sekä sisä että ulkotiloihin. Bulletkameroista on saatavilla monia erilaisia vaihtoehtoja esimerkiksi optiikan ja koteloinnin suhteen. Riippuen linssin polttovälialueesta, voidaan saavuttaa joko pientä tai suurta säätövaraa kuva-alan kohdistuksen suhteen.

Bulletkameroita käytetään pääsääntöisesti myös rekisterikilventunnistukseen esimerkiksi park- kihalleissa. Puhutaan myös LPR-kameroista (*License Plate Recognition*) tai ANPR-kameroista (*Automatic Number-Plate Recognition*).



Kuvio 19: DS-2CD7A26G0-IZ(H)S bulletkamera (Hangzhou Hikvision Digital Technology, 2020)

3.5.2 Kupukamerat

Kupukameroissa (*Dome cameras*) kameran objektiivi on sijoitettu suojakoteloon, jossa objektiivin peittää joko kirkas tai tummennettu kupu (Kameravalvontaopas 2010, 18). Kupukamera ei ole esineenä niin silmiinpistävä, ja sitä käytetäänkin usein esteettisistä syistä.

Kupukamera on helppo asentaa seinään tai kattoon, ja se voidaan sijoittaa myös alas laskettuun välikattoon siten, että itse kamera on välikaton yläpuolella ja vain sen kupu on katossa nähtävissä (Kameravalvontaopas 2010, 18). Kupukameroita käytetään pääsääntöisesti sisäkäytössä, mutta ovat soveltuvia myös ulkokäyttöön. Ne sisältävät usein vandaalisuojatun koteloinnin (IK 10 luokitus), ja ovat useasti täysin pölytiivisiä sekä voimakkaalta vesisuihkulta suojattuja (IP 66/67 luokitus).

Kupukameroita on saatavana myös niin sanotuissa ”mini dome” malleissa. Ne ovat normaalia dome-kameroita pienempiä ja huomaamattomampia, jotka soveltuvat hyvin esimerkiksi myymälöihin, ravintoloihin ja hotelleihin. Pienen koon ansiosta, kameran pystyy asentamaan ahtaiinkin paikkoihin.

Mini-dome kameroita valmistetaan myös ns. liikkuvaan valvontaan eli ”*mobile surveillance*” käyttötarkoitukseen, johon kuuluvat omat ainutlaatuiset vaatimukset ja haasteet. Näitä valvontakameroita käytetään julkisissa liikennevälineissä eli linja-autoissa, junissa, metroissa, raitiovaunuissa sekä teollisuusympäristöissä, joissa kamerat altistuvat iskuille ja värinälle. Värinän vuoksi kameroihin saa erityisen M12-liittimen mikä varmistaa kaapelin pysymisen kohdillaan.



Kuvio 20: Vasemmalla P3915-R Mk II kamera, oikealla P3245-LVE kupukamera (AXIS Communications AB, 2020)

3.5.3 PTZ-kamerat

PTZ-kamerat (*Pan, tilt & zoom cameras*) tunnetaan yleisesti kupumallisesta rakenteesta, mutta niitä on saatavilla myös erikoisimmissa muodoissa. Muotoilu eroaa brändin ja useasti IR-ledien vuoksi. Jokaiselta valmistajalta löytyy kuitenkin perus kupumallisia PTZ-kameroita.

PTZ-kupukamerat ovat perusrakenteeltaan kuten tavalliset kupukamerat, mutta ovat fyysisesti isompia ja niissä on mahdollisuus kääntää kameraa sekä horisontaalisesti että vertikaalisesti. Varsinainen kamera on sijoitettu kotelon sisään, ja objektiivi on läpinäkyvän/tumman kuvun sisällä. (Kameravalvontaopas 2010, 18.)

Yleensä PTZ-kameroissa on myös moottoroidulla zoomilla varustettu linssi, joka mahdollistaa kaukanakin olevien kohteiden tarkkailun (Kameravalvontaopas 2010, 18). PTZ-kameran suuntausta on vaikea havaita sitä suojaavan kuvun sisältä. Kameran etuna pidetään myös sen nopeutta erilaisissa seurantatilanteissa sekä helppoa uudelleensuuntausmahdollisuutta. PTZ-kamerat hankitaan pääsääntöisesti kohteisiin, joissa on operaattori eli aktiivivalvonta (Nikander & Kärkkäinen 2020; Vaskin 2020; Okkonen 2020).



Kuvio 21: Vasemmalla Q6155-E PTZ-kamera, oikealla P5655-E PTZ-kamera (AXIS Communications AB, 2020)

3.5.4 360° kamerat

Axis kuvailee 360° kameroitaan nimellä ”panoramic cameras”. Kameroita on saatavilla joko yhdellä sensorilla (*fisheye*) tai useilla sensoreilla (*multisensor*). Yksi sensori tarjoaa yhden laajan kuva-alan, jota voidaan tarpeen mukaan dewarpata. Dewarppaus (*dewarping*) tarkoittaa pyöreään (360°) näkymän muuntamista erilaisiin mukautettuihin näkymiin (kts. kuvio 22).

Kamera on pieni, huomaamaton, kustannustehokas ja helppo sijoittaa joko kattoon tai seinälle. Kattoon kiinnitettynä se voi antaa yleiskuvan koko tilasta ja poistaa tehokkaasti kuolleet kulmat esimerkiksi pienessä vähittäiskaupassa. (Panoramic cameras 2018, 5.)



Kuvio 22: Alkuperäinen 360° kuva, ja vastaava dewarpattu moninäkömä (Panoramic cameras 2018, 6)



Kuvio 23: Vasemmalla M3067-P 360° kamera, oikealla M3058-PLVE 360° kamera (AXIS Communications AB, 2020)

Multisensor-kamerat tarjoavat suurta joustavuutta säädettävien linssien myötä. Asiakirjan Panoramic cameras (2018, 10) mukaan, jokainen multisensorin linssi voidaan säätää erilaisten vaatimusten mukaisesti:

- Laaja kuva-ala yleistarkkailua varten, kokonaisnäkömän saamiseksi.
- Teleoptiikka, mikäli halutaan kohdistaa tarkempia yksityiskohtia varten.
- Optimaalisen sijoituksen kannalta, jokaista sensoria voidaan kallistaa ja säätää jopa +/-90° kamerassa olevaa uraa pitkin.



Kuvio 24: Multisensor-kamera, jonka 4 linssiä on kohdistettu valvomaan käytävän risteystä (Panoramic cameras 2018, 10)

Kamerat ovat erittäin käytännöllisiä esimerkiksi rakennuksien kulmilla tai rakennuksien/teiden risteyksissä (kts. kuvio 24), jolloin sensorit voidaan kohdistaa rakennuksen julkisivuille tai sisäkäytävälle vähentäen näin ollen lisäkameroiden ja kaapeloinnin tarvetta. Esimerkiksi asennettuna rakennukseen kulmaan, kolme sensoria pystyy tarjoamaan 270° kuva-alan, jolloin neljäs sensori voidaan kohdentaa alas välttämättä kuollutta kulmaa. (Panoramic cameras 2018, 11). Useimmissa tapauksissa tarvitaan vain yksi lisenssi (*device license*) kutakin kameraa kohti, koska käytetään vain yhtä IP-osoitetta.



Kuvio 25: H4 Multisensor kamera (Avigilon Corporation, 2020)

3.5.5 Lämpökamerat

Lämpökamera (*Thermal camera*) on oivallinen valinta, kun tarvitaan luotettavaa ympärivuorokautista valvontaa ja havaitsemista. Lämpökamerat pystyvät havaitsemaan ihmisiä ja esineitä tehokkaasti vuorokauden ympäri, mutta niillä ei saada tunnistamisen arvoista kuvamateriaalia. Ne ovat myös vähemmän herkkiä erilaisille valaistusolosuhteille, kuten varjoille, taustavalolle, pimeydelle ja naamioituille esineille. Lämpökamerat pystyvät jatkamaan suoritustaan jopa vaikeissa sääolosuhteissa, kuten savussa, sameudessa, pölyssä ja sumussa. (Thermal network cameras 2016, 3.)

Koska lämpökamerat havaitsevat hyvin pienet lämpötilaerot, ihmistä on vaikea sekoittaa kameran näkökentästä. Lisäksi esineillä, kuten ajoneuvoilla, on myös erilainen lämpötila kuin ympäristöllä, mikä tekee havaitsemisesta vaivatonta.

Lämpökameroita voidaan hyödyntää esimerkiksi kehäsuojauksen valvonnassa esimerkiksi lentokenttien, voimalaitosten ja teollisuusalueiden aitavalvonnassa. Integroimalla videoanalytiikka lämpökameraan, sitä voidaan pitää yhtenä tehokkaimmista valvontaratkaisuista tänä päivänä (Okkonen 2020).

Lämpökamera voi esimerkiksi laukaista (*trigger*) hälytyksen, kun henkilö saapuu ennalta määrätylle alueelle ja samalla antaa tiedon PTZ-kameralle seurantaan varten. PTZ-kamera voidaan esimerkiksi konfiguroida seuraamaan kohdetta hälytyksen saatuaan. Tämä mahdollistaa epäilyllisen toiminnan havaitsemisen ja visuaalisen seurannan hyvissä ajoin antaen operaattorille aikaa tehdä tarvittavat toimenpiteet tilanteen ratkaisemiseksi. (Thermal network cameras 2016, 4.)

Verrattuna värikameroihin, lämpökamerat minimoivat virrehälytysten määrää vähentäen turhia henkilöstöön kohdistuvia reaktioita (Okkonen, 2020). Lämpökamerat lähettävät myös selkeää kuvallista informaatiota operaattorille, jonka avulla voidaan havaita epänormaaleja lämpötilakäyttäytymisiä ympäristössä, ja näin ollen reagoida niihin nopeasti minimoidakseen tapahtuneesta aiheutuvia seuraamuksia (Thermal network cameras 2016, 4).

Tällä hetkellä COVID-19 pandemian johdosta, kehonlämmön mittaukseen (*temperature screening*) optimoidut lämpökamerat ovat saavuttaneet suuren suosion maailmanlaajuisesti. Kameroiden avulla pystytään mittaamaan henkilön kuumetta ja mikäli se ylittää asetetun rajan, hälytys generoidaan eteenpäin asiasta vastaaville tahoille. Kameroita käytetään tänä päivänä esimerkiksi sairaaloissa, satamissa, rautatieasemilla, linja-auto terminaaleissa sekä lentokentillä. Pääsääntöisesti siis kohteissa, joissa tavataan paljon ihmismassaa matkustustarkoituksissa, erityisesti kohdistuen ulkomaille matkaaviin/ulkomailta saapuviin ihmisjoukkoihin.

Kehonlämmön mittaukseen tulee kuitenkin suhtautua kriittisesti. Terveystieteiden asiantuntijat ympäri maailmaa ovat ilmaisseet mielipiteensä kyseisistä lämpökameroista. Esimerkiksi National Institute of Allergy and Infectious Diseases (NIH) järjestön johtaja Dr. Anthony Fauci on elokuun 14. päivä pidettävässä haastattelussa maininnut kameroiden tuloksien olevan monesti epätarkkoja. (Rollet & Segal 2020.)

Kanadan julkisen terveyshuollon johtaja Dr. Theresa Tam ja Iso-Britannian valtio ovat myös ilmaisseet mielipiteensä asiasta. Heidän mielestään kehonlämmön mittaus ei ole tehokas ratkaisu ja tulokset ovat monesti epäluotettavia. Tieteellistä näyttöä on hyvin vähän tukemaan lämpötilan seulontaa, eikä sitä voida täten pitää luotettavana menetelmänä COVID-19 tai muun kuumeisen sairauden havaitsemiseksi. (Rollet & Segal 2020.)



Kuvio 26: H4 Lämpökamera (Avigilon Corporation, 2020)

3.5.6 Kamerakotelot räjähdysvaarallisiin ATEX-tiloihin

Kun puhutaan EX-kameroista, (*Explosion protected cameras / EX-cameras*) on tärkeää ymmärtää, että tarkoituksena on erillisen koteloinnin avulla eristää mahdollinen kamerasta aiheutuva kipinä. Kotelo on sertifioitu käytettäväksi vaarallisissa ympäristöissä, missä syttyviä aineita kuten nesteitä, kaasua, höyryä tai pölyä voi olla läsnä. Kotelot ovat raskasta materiaalia, erittäin huolella tiivistettyjä sekä usein ruostumattomasta teräksestä tai alumiinista valmistettuja,

joiden sisälle itse valvontakamera sijoitetaan. (Explosion-protected network cameras 2019, 4.) Mainittakoon, että samantyylistä kotelointia käytetään usein satamissa ja meriveden lähettyvillä korkean korroosiotason vuoksi.

Kameravalvonnan tarpeellisuutta selvitettäessä on otettava huomioon monia ympäristötekijöitä, jotka voivat vaikuttaa koteloinnin määrittämiseen. Alueesta on tällöin tehtävä perusteellinen selvitys, johon vaikuttaa mihin tilaluokkaan, osastoon tai vyöhykkeeseen se kuuluu. Luokitus riippuu esimerkiksi siitä, kuinka syttyvää materiaalia (kaasu tai pöly) kohteella on läsnä ja missä pitoisuuksissa. Lisäksi huomioon on otettava, kuinka usein erilaisia pitoisuuksia esiintyy. (Explosion-protected network cameras 2019, 4; Tukes 2017, 11.)

On olemassa monia toimialoja/toimipisteitä (EX-tiloja), joissa valvontakamerat on oltava mahdollisesti koteloinniltaan standardoituja eli Ex-laitteita. Tukes (2017, 5) kuvailee EX-tiloiksi muun muassa:

- Energiantuotanto
- Kemianteollisuus
- Lääketeollisuus
- Elintarviketeollisuus
- Puunjalostusteollisuus
- Toimialat, joissa valmistetaan, käsitellään tai varastoidaan palavia nesteitä tai syttyviä kaasuja



Kuvio 27: H5A EX-kamera (Avigilon Corporation, 2020)

3.5.7 Valvontakamerat erityislaatuisiin tarpeisiin ja skenaarioihin

Axis (2020) kuvailee valvontakameroitaan, jotka ovat tarkoitettu erittäin huomaamattomaan valvontaan, nimellä ”Modular cameras”. Kyseiset kameramallit koostuvat 2 osasta:

- 1) Pienestä sensorista pitäen sisällään kuvakennon ja linssin.
- 2) Pääyksiköstä, jonka tehtävänä on prosessoida videokuvaa ja keskustella verkon kanssa.

Sensori yhdistetään pääyksikköön kaapelilla, jolloin yksiköt voidaan erotella toisistaan riippuen kohteesta. Tähän kamerasarjaan on olemassa oma keskusyksikkönsä, joka on yhteensopiva ai-noastaan kyseisten valvontakameroiden kanssa.

Pienen koon ansiosta, kameran voi sijoittaa lähes mihin tahansa. Pääyksikkö sijoitetaan paikkaan, jossa tilaa taas on enemmän. Tällaisia valvontakameroita käytetään muun muassa pankkiautomaateissa tai myymälän ulko-ovien edustalla. (Modular cameras, 2020.) Yleensä myymälöiden ulko-ovien viereiseen seinään sijoitetaan jokin huomiota herättävä esine, jolloin henkilön kohdistuen katseensa siihen, saadaan tunnistamisenarvoista kuvamateriaalia (Vaskin 2020).



Kuvio 28: P1245 Modular camera (AXIS Communications AB, 2020)

Axikselta (2020) löytyy kamerasarja (*Specialty cameras*), joka runkonsa ansiosta on helppo sijoittaa esimerkiksi hisseihin ja huoneiden kulmiin. Kamera on suunniteltu siten, ettei se jätä kuolleita kulmia kuva-alaansa. Koteloinnin puolesta, se täyttää tarvittavat suojaluokitukset, jolloin sitä voidaan soveltaa kätevästi esimerkiksi poliisin pidätysseleissä sekä odotus- ja haastatteluhuoneissa.



Kuvio 29: Vasemmalla P9106-V White kamera, oikealla Q9216-SLV kamera (AXIS Communications AB, 2020)

Kamerasta on saatavilla myös paranneltu versio, joka ominaisuuksien puolesta on soveltuva korkean turvaluokituksen kohteisiin, kuten vankiloihin ja psykiatrisille osastoille. Kamerassa on tehostettu iskunkestävyysluokka (IK10+) sekä se tunnistaa mahdolliset sabotaasiyritykset kuten koteloinnin irrottamisen. (Specialty cameras, 2020.)

”Body worn cameras” eli niin sanotut haalarikamerat ovat käytännöllisiä esimerkiksi viranomaistyössä, yksityisellä turvallisuusalalla sekä oppimistarkoituksessa videokuvasta saatavan koulutusmateriaalin vuoksi. Esimerkiksi poliisit käyttävät pääsääntöisesti haalarikameraa suojellakseen heitä vääriltä väitteiltä ja oikeudenkäynneiltä (Ace, 2012). Tutkimukset ovat

osoittaneet, että haalarikamerat saavat henkilön miettimään kahdesti tilanteen kärjistymistä huonompaan suuntaan. Tällä tavoin kamera voi toimia pelotteena ja voi samalla auttaa henkilöitä ottamaan vastuunsa vakavammin. (Milestone Systems A/S, 2020.)

Haalarikamerat voivat olla käteviä oppimismahdollisuuksien luomista varten. Emme voi muuttaa menneisyyttä, mutta kameran kuvamateriaalin ansiosta, voimme katsoa valintojamme uudesta näkökulmasta ja tehdä korvaavia toimenpiteitä tulevaisuudessa.

Kameran käyttökohteet voidaan jaotella sivuston Body worn solutions from Axis (2020) mukaan alla luetellulla tavalla:

- 1) Forensinen kuvamateriaali / Todisteiden taltioiminen
Kuvamateriaalin ja äänen taltioiminen kirjallisen raportin ohelle vähentää huomattavasti väärinymmärryksiä ja selkeyttää lopputulemaa.
- 2) Pelote / Henkilökohtainen turvallisuus
Tutkimukset ovat osoittaneet, että ihmiset käyttäytyvät todennäköisemmin rauhallisesti haalarikameroiden läsnä ollessa.
- 3) Koulutus & dokumentaatio
Tapahtumien läpikäyminen myöhemmin voi olla hyödyllistä koulutus- ja dokumentointitarkoituksissa.



Kuvio 30: AXIS body worn solution (AXIS Communications AB, 2020)

4 Tutkimuksen toteuttaminen

Tässä laadullisessa tutkimuksessa tarkoituksena oli asettaa työlle tarkka päämäärä. Tärkeää oli välttää pintaraapaisua tutkittavasta ilmiöstä ja pyrkiä perusteellisempaan tarkasteluun jostakin aihepiirin osa-alueesta (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006). Työn tutkimusongelma määrittyi kahdesta tutkimuskysymyksestä, jotka kiteyttävät sen, mitä aiheesta halutaan tutkia ja tietää sekä kuvata ja ymmärtää:

1) *Miksi kuvanlaatu on arvotonta ilman käytettävyyttä?*

Tutkimusongelman selvittämiseen käytettiin omaa ajattelua ja päättelykykyä, perehdyttiin kameravalmistajien muotoiltuihin empiirisiin aineistoihin sekä käytettiin lähteenä teemahaastattelun avulla saatuja vastauksia koskien tutkittua teemaa.

2) *Mikä on kunkin kameramallin pääsääntöinen käyttötarkoitus?*

Tutkimusongelmaan pyrittiin vastaamaan perehtymällä tutkittavasta aiheesta löytyviin empiirisiin aineistoihin sekä suorittamalla teemahaastattelu, josta saatavaa aineistoa analysoidiin aineistolähtöisellä sisällönanalyysillä.

Laadullisiksi nimitetyt tutkimukset rakentuvat Saaranen-Kauppinen & Puusniekan (2006) mukaan aiemmista, tutkittavasta aiheesta tehdyistä tutkimuksista ja muotoilluista teorioista, empiirisistä aineistoista (suurimmaksi osaksi tekstimuotoisia tai sellaiseksi muutettuja aineistoja) sekä tutkijan omasta ajattelusta ja päättelystä. Määrällisiksi kutsutut tutkimukset puolestaan perustuvat teorioiden lisäksi pääasiassa kerätyn aineiston pohjalta saatuihin mittaustuloksiin ja tutkijan ajattelutoimintaan (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006).

Tämä opinnäytetyö sisältää molempia tutkimustyytlejä, mutta painottuu enemmän laadulliseen tutkimukseen suuren aineistolähtöisyyden vuoksi. Saarasta-Kaupista ym. (2006) mukaillen, laadullista tutkimusta voidaan täydentää määrällisillä elementeillä. Aineistoa voidaan siis analysoida määrällisesti. Tätä kutsutaan kvantifioinniksi. Kvantifiointia käytettiin luvussa 3.1 asiakokonaisuuden selkeyttämisen vuoksi.

Tässä tutkimuksessa käytettiin kameravalmistajien tekstiaineistoja suurena apuvälineenä. Samalla haluttiin kehittää jo olemassa olevaa teoriaa paremmaksi eli tehdä siitä laadukkaampaa. Tässä tutkimuksessa laatua haluttiin luoda teoreettisen viitekehyksen myötä. Viitekehys muodostui erilaisista, toisiinsa kietoutuvista perspektiiveistä eli näkökulmista, joita tarkasteltiin tutkittavan aiheen tiimoilta löytyvän materiaalin ja aineiston avulla.

Tässä tutkimuksessa luotettavuutta haluttiin tuoda esille teemahaastattelujen avulla. Päädyin näin ollen toteuttamaan teemahaastattelun perehtyen teoriaan ja sen antiin, jotta kiinnostuksen kohteena olevat ilmiöt voidaan muuttaa tutkittavaan muotoon.

Teemahaastattelut toteutettiin yhdessä kolmen suuren kameravalvonnan valmistajan edustajien kanssa. Haastatteluihin valittiin huolella oikeat henkilön parhaan ja luotettavan aineiston saamisen kannalta. Haastateltavat ja ajankohdat:

1) Hikvision Europe B.V.

Esa Nikander (Pre Sales Engineer) & Heikki Kärkkäinen (Technical Support of Sweden & Finland)

Ti 23.06.2020 klo 9.00 - 11.00 / Espoo

- 2) AXIS Communications Oy
Timo Vaskin (Sales Engineer)
Ti 07.07.2020 klo 13.00 - 15.00 / Espoo
- 3) Avigilon Nordics
Mikael Okkonen (Sales Engineer) / Espoo
Ti 14.07.2020 klo 9.00 - 11.00

4.1 Teemahaastattelu

Haastattelun idea on hyvin yksinkertainen. Tuomi ja Sarajärvi (2018, 84) ovat todenneet ”kun haluamme tietää, mitä ihminen ajattelee tai miksi hän toimii niin kuin toimii, on järkevää kysyä asiaa häneltä.” Teemahaastattelussa edetään tiettyjen keskeisten etukäteen valittujen teemojen ja niihin liittyvien tarkentavien kysymysten varassa. Toisin sanoen haastattelu ei etene tarkkojen, yksityiskohtaisten ja valmiiksi muotoiltujen kysymysten kautta vaan väljemmin kohdentuen tiettyihin ennalta suunniteltuihin teemoihin. Suurimpana etuna on se, että teemahaastattelussa voidaan tarkentaa ja syventää kysymyksiä haastateltavien vastauksiin perustuen. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 88; Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.)

Etukäteen valitut teemat perustuvat tämän tutkimuksen tietoperustaan eli tutkittavasta ilmiöstä jo tiedettyyn. Teemahaastattelun tarkoituksena on olla keskustelunomainen ja antaa tilaa haastateltavien kokemuksille tutkittavasta aihepiiristä (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006). Tämän vuoksi haastattelumateriaali suunniteltiin siten, että pystyin keskittymään keskusteluun ja kuuntelemiseen, ja saamaan arvokasta kokemuksellista tietoa tarkkarajaisen kysymyksien ulkopuoleltakin.

Teemahaastattelu edellyttää huolellista aihepiiriin perehtymistä ja haastateltavien tilanteen tuntemista, jotta haastattelu voidaan kohdentaa juuri tiettyihin teemoihin. Tästä syystä tutkimukseen osallistuvia ei valittu satunnaisesti. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.) Haastateltavat ovat alan ammattilaisia ja asiantuntijoita, joiden kokemusten ja kameratekniikan osaamisen myötä, arvioin saavani parhaan aineiston kiinnostuksen kohteena olevista asioista.

Haastattelurunko (liite 1) perustuu teoreettisessa viitekehyksessä käsiteltäviin aihekokonaisuuksiin ja laadinnan apuna käytettiin Saaranen-Kauppinen ym. (2006) muotoilemia kysymyksiä:

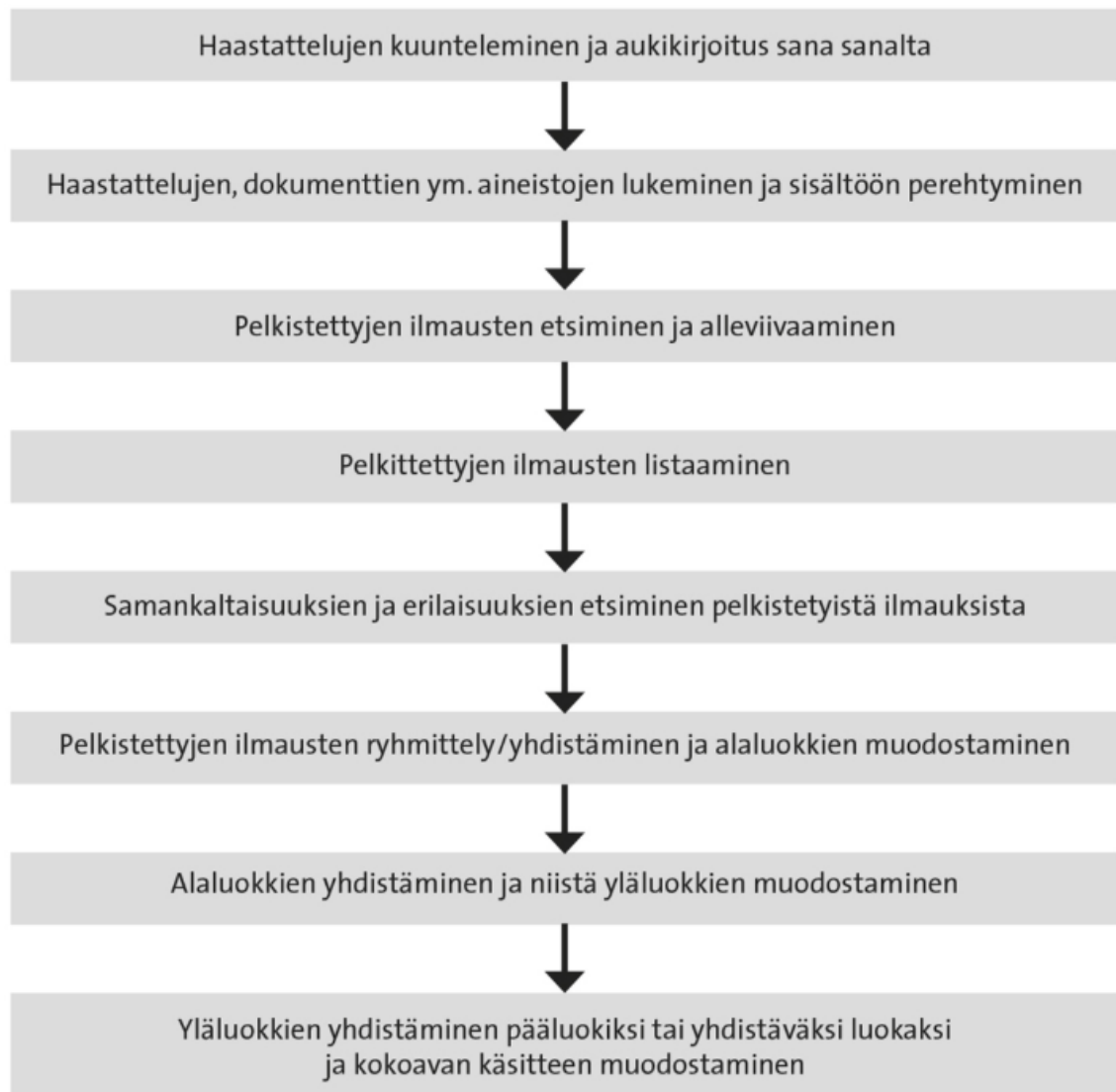
- 1) Millaisia pääteemoja muotoilisit tutkimustasi varten? Entä alateemoja?
- 2) Millä perusteella laatisit teemat? Kuinka paljon niitä olisi?
- 3) Kuinka tarkan rungon tekisit haastattelutilannetta varten? Millaiset muistiinpanot ottaisit mukaan?
- 4) Miten pyrkisit varmistamaan keskustelun etenemisen haastattelutilanteessa?

Työn tietoperusta ja haastattelut pyrittiin suorittamaan hyvien tieteellisen käytäntöjen mukaisesti. Aineistonkeruu on suunniteltu siten, että aineiston jatkokäytöstä ja arkistoinnista kerrotaan haastateltaville. Samalla hyvän tieteellisen käytännön mukaisesti empiirisistä aineistoista vastaavien tahojen sekä haastateltavien työ ja saavutukset otetaan huomioon tämän työn julkaisussa asianmukaisella tavalla niin, että heidän työtään kunnioitetaan ja annetaan heidän saavutuksilleen niille kuuluva arvo ja merkitys. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012.)

4.2 Aineistolähtöinen sisällönanalyysi

Sisällönanalyysi on perusanalyysimenetelmä, jota voidaan käyttää kaikissa laadullisissa tutkimuksissa. Tuomi ym. (2018, 103) toteavat, että sisällönanalyysia voidaan pitää yksittäisenä metodina tai teoreettisena kehyksenä, jota voidaan liittää tarpeen mukaan erilaisiin analyysikonaisuuksiin. Sisällönanalyysilla tarkoitetaan pyrkimystä kuvata dokumenttien sisältöä sanallisesti. Analyysi voidaan toteuttaa systemaattisesti tai objektiivisesti ja dokumentteina voidaan pitää esimerkiksi haastatteluja ja keskusteluja sekä lähes mitä tahansa kirjalliseen muotoon saatettua materiaalia (Tuomi & Sarajärvi 2018, 117).

Sisällönanalyysissä aineistoa tarkastellaan eritellen, yhtäläisyyksiä ja eroja etsien ja tiivistäen. Tämä sisällönanalyysi tehdään aineistolähtöisesti, mikä tarkoittaa sitä, että teoria rakennetaan aineisto lähtökohtana. Voidaan puhua induktiivisuudesta eli etenemisestä yksittäisistä havainnoista yleisempiin väitteisiin. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.)



Kuvio 31: Aineistolähtöisen sisällönanalyysin eteneminen (Tuomi & Sarajärvi 2018, 123)

Tuomi ym. (2018, 122) kuvaavat aineistolähtöisen sisällönanalyysin kolmivaiheiseksi prosessiksi:

- 1) Aineiston redusointi eli pelkistäminen
- 2) Aineiston klusterointi eli ryhmittely
- 3) Aineiston abstrahointi eli teoreettisten käsitteiden luominen

Kuviossa 31 esitetään tutkimusaineiston analyysin eteneminen vaiheittain. Ennen varsinaisen analyysin aloittamista tulee määrittää analyysiyksikkö, joka voi olla yksittäinen sana, lause, lausuma tai ajatuskokonaisuus, joka sisältää useita lauseita (Tuomi & Sarajärvi 2018, 122). Analyysiyksikön määrittämistä ohjaavat tässä tutkimuksessa tutkimustehtävä eli tutkimusongelmaan vastaaminen.

Koska aineistoa saatiin hyvin paljon haastatteluista koskien tutkimusongelmaa, päädyttiin soveltamaan varsinaista analyysia. Aineiston redusointi eli pelkistäminen tehtiin heti haastatteluiden jälkeen haastattelurungon yhteyteen, koska muistiinpanot muistuttivat jo valmiiksi redusointia ranskalaisten viivojen tavoin. Tästä syystä varsinainen analyysi kuvataan tässä tapauksessa kaksivaiheisena prosessina (liite 2). Analyysiyksikköjä luotiin paljon, mutta ne perustuvat yhteen varsinaiseen päätemaan:

- *Yleisimmät IP-kameramallit ja niiden pääsääntöinen käyttötarkoitus?*

Analyysiyksiköt, jotka tässä tapauksessa ovat yksittäisiä sanoja, kuvattiin ja analysoitiin jokaisen haastateltavan näkökulmasta, joita tarkasteltiin yhtäläisyyksiä etsien ja tiivistäen. Tavoitteena tässä analyysissa on yhtenäistää haastateltavien näkemyksiä eli muodostaa mahdollisimman paljon pääluokkia varmemman reliabiliteetin muodostamiseksi aikaisemmin kuvatun teorian jatkoksi.

4.3 Analyysin eteneminen, tulokset ja tulosten tarkastelu

Aineiston analysointi noudatti Tuomen ym. (2018, 123) teoksesta löytyvää aineistolähtöisen sisällönanalyysin runkoa, joka kuvattiin induktiivisesti yhtäläisyyksiä etsien kohti kokoavan käsitteen muodostamista (liite 2).

Analyysin soveltaminen voidaan perustella Tuomen ym. (2018, 127) mukaan siten, että aineistolähtöisyydestä johtuen, ei voida etukäteen määrittää, mitä ja minkä tasoisia luokkia aineistosta voidaan muodostaa. Analyysia voidaan siis soveltaa tarpeen mukaan tehden siitä vaihtoehtoisia variaatioita. Tuomi ym. (2018, 127) toteavat vielä, että muiden luokkien tarpeellisuus selviää vasta analyysin edetessä.

Haastatteluvaiheen jälkeen muistiinpanoista etsittiin tutkimustehtävää kuvaavia ilmaisuja, jotka alleviivattiin samanvärisillä kynillä. Kaikki epäolennainen tieto tutkimuksen kannalta karstittiin siis pois, minkä tarkoituksena oli luoda pohja klusteroinnille, jossa samaa kuvaavat pelkistetyt ilmaukset yhdistetään omiksi ryhmiksi. Pelkistämisvaiheessa yhdestä lausumasta löydettiin monia pelkistettyjä ilmauksia.

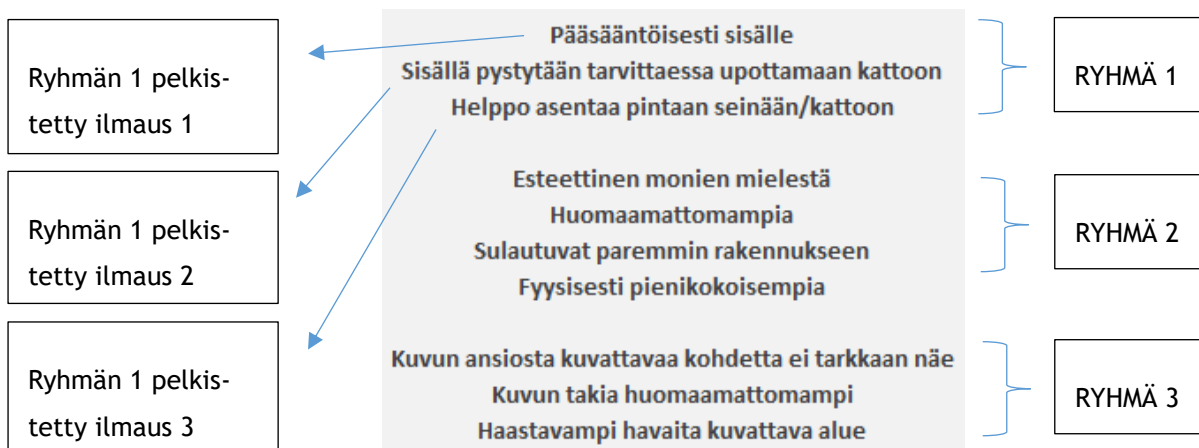
Datan pelkistämisen jälkeen seurasi aineiston klusterointi eli ryhmittely. Tarkoituksena oli etsiä mahdollisimman paljon samankaltaisuuksia kuvaavia ilmauksia. Samaa ilmiötä kuvaavat ilmaukset ryhmiteltiin ja yhdistettiin eri luokiksi, joista muodostuivat alaluokat, jotka nimettiin luokan sisältöä kuvaavalla käsitteellä. Luokitteluyksikkönä tässä tapauksessa päädyttiin käyttämään käsitystä tutkittavasta ilmiöstä. Luokittelun tarkoituksena oli tiivistää aineistoa eli sisällyttää pelkistetyt ilmaukset yleisempiin käsitteisiin.

Aineiston klusteroinnin jälkeen seurasi aineiston abstrahointi eli käsitteellistäminen, jossa valikoidun tiedon perusteella muodostettiin teoreettisia käsityksiä tutkittavasta ilmiöstä.

Abstrahointia jatkettiin yhdistelemällä luokituksia niin kauan kunnes päästiin tavoitteeseen. Tässä tapauksessa alaluokan muodostamisen eli alaluokkien yhdistämisen jälkeen pystyttiin jo muodostamaan kokoava käsite, joten analyysi päättyi pääluokkiin.

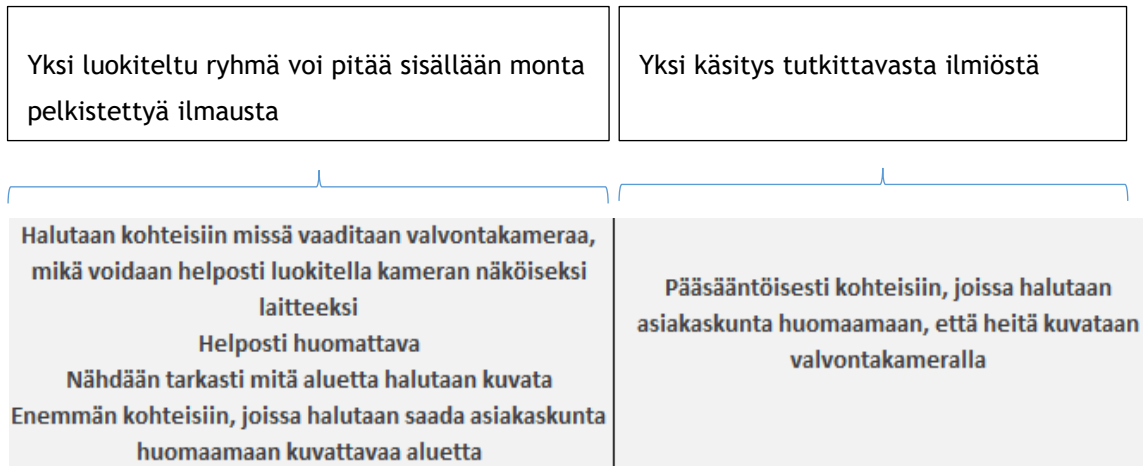
Tuloksia tarkastelemalla huomattiin kuinka yhdenmukaisia ja tarkkoja haastateltavien vastaukset olivat riippumatta heidän työnantajastaan. Esimerkiksi tarkastelemalla pelkistettyjä ilmauksia, voimme jo todeta haastateltavien tulkitsevan ilmiöt käsitteenä samoin tavoin, muttemme pystyneet vielä muodostamaan kokonaiskäsitettä tutkittavista ilmiöistä.

- Jokaisen kameramallin pääsääntöistä käyttötarkoitusta kysymällä saatiin ryhmiteltyä vähintään kaksi samaa kuvaavaa pelkistettyä ilmausta.
- Osa pelkistetyistä ilmauksista löytyivät jokaisen haastateltavan vastauksista. Tällöin ilmauksia tuli 3 tai enemmän per luokiteltu ryhmä.
- Käytännössä käsitykset ilmiöistä toistuivat useaan otteeseen haastateltavien välillä eri sanavalinnoilla, joista karsittiin turha pois redusointivaiheessa.



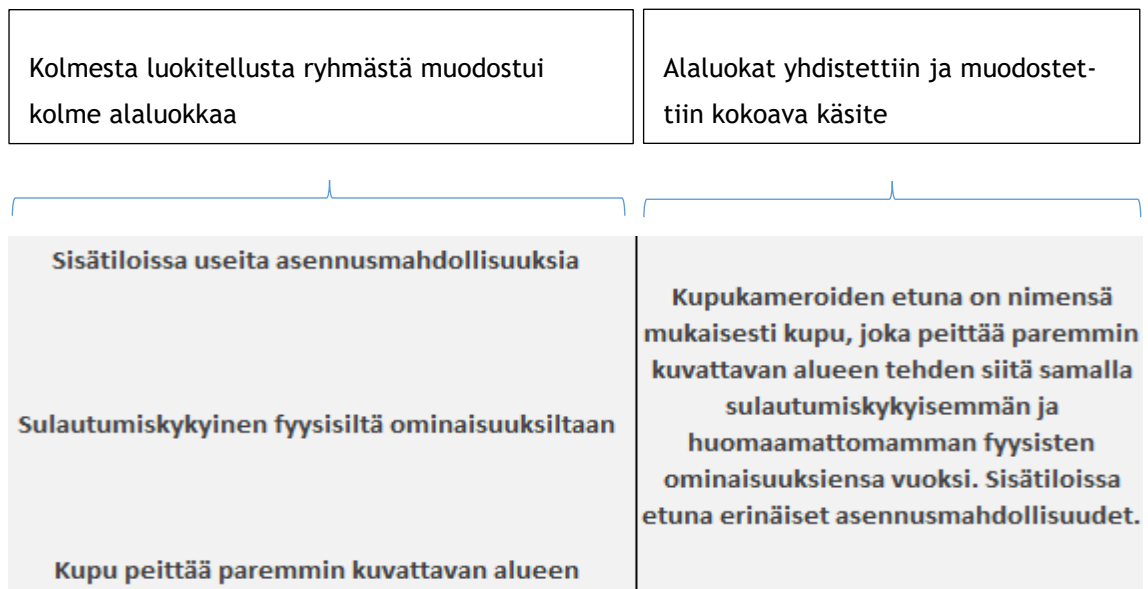
Kuvio 32: Pelkistäminen

Alaluokkia, jotka nimettiin luokan sisältöä kuvaavalla käsitteellä syntyi riippuen pelkistettyjen ilmausten ryhmien määrästä koskien kutakin analyysiyksikköä. Esimerkiksi yhdestä lausumasta löytyi monia pelkistettyjä ilmauksia, jotka lueteltiin yhden analyysiyksikköä kuvaavan ryhmän alle. Kyseisestä ryhmästä muodostui yksi alaluokka eli ainoastaan yksi käsitys tutkittavasta ilmiöstä.



Kuvio 33: Pelkistäminen ja ryhmittely

Kun ryhmiä muodostui kaksi kappaletta, myös alaluokkia muodostui kaksi kappaletta ja niin edelleen. Alaluokat siis tiivistävät pelkistetyt ilmaukset yhdeksi käsitteeksi luokiteltujen ryhmien perusteella. Tässä vaiheessa pystyttiin alaluokista jo muodostamaan pääluokka eli kokoava käsite tutkimustehtävän vastaamiseksi.



Kuvio 34: Ryhmittely ja teoreettisen käsitteen luominen

Yhdistämällä käsitteet, pystyttiin empiirisestä aineistosta muodostamaan tutkimustehtävää vastaavia käsitejärjestelmiä:

- 1) Analyysiyksikkö: Kupukamerat / Dome cameras

Kupukameroiden etuna on nimensä mukaisesti kupu, joka peittää paremmin kuvattavan alueen tehden siitä samalla sulautumiskykyisemmän ja huomaamattomamman fyysisten ominaisuuksiensa vuoksi. Sisätiloissa etuna erinäiset asennusmahdollisuudet.

- 2) Analyysiyksikkö: Box- and bullet cameras
Runko- ja bulletkamerat yleisesti kohteisiin, joissa halutaan asiakaskunta huomauttaa valvonnan olevan läsnä.
- 3) Analyysiyksikkö: PTZ-kamerat / PTZ-cameras
PTZ-kamerat ovat moniin käyttötarkoituksiin soveltuvia seuranta ja tarkennusmahdollisuuksien vuoksi, mutta vaativat operaattorin ja laadukkaat komponentit parhaan mahdollisen hyödyn takaamiseksi.
- 4) Analyysiyksikkö: 360° kamerat / Fisheye cameras
Fisheye-kamerat ovat hyödyllisiä suurien/laajojen alueiden havainnointiin de-warp tekniikan avulla, muttei niitä tule koskaan käyttää tunnistamistarkoitukseen.
- 5) Analyysiyksikkö: Multisensor-kamerat / Multisensors
Multisensor-kamera on kustannustehokas valvontaratkaisu, joka on hyödyllinen asennettaessa rakennusten kulmiin välttäen samalla kuolleet kulmat.
- 6) Analyysiyksikkö: Lämpökamerat / Thermal cameras
Lämpökamera on monikäyttöinen ja tehokas valvontaratkaisu, mikä mahdollistaa laitteen sijoituksen kriittisiin toimintaympäristöihin tarjoten hyödyllistä dataa kohdeorganisaatiolle.

5 Johtopäätökset

Tutkimuksen luotettavuutta haluttiin tuoda esille johtopäätöksissä validiteetin (pätevyys) ja reliabiliteetin (luotettavuus) käsitteillä. Reliabiliteetilla eli luotettavuudella viitataan tutkimusmenetelmän kykyyn antaa ei-sattumanvaraisia tuloksia. Tutkimuksen reliabiliteetti on hyvä, kun tulokset eivät ole sattuman aiheuttamia. Validiteetilla eli pätevyydellä viitataan tutkimusmenetelmän kykyyn mitata sitä, mitä sillä on tarkoitus mitata. Validiteetti on hyvä silloin, kun tutkimuksen kohderyhmä ja kysymykset ovat oikeat. (Hiltunen 2009.) Keskeistä oli pyrkiä kertomaan käsitys todellisuudesta, jotta tutkimus olisi mahdollisimman hyödynnettävä ja käytökelpoinen sille tarkoitettulle kohderyhmälle.

Kun ajattelemme kuvanlaatua, hyvin yleiseksi vastaukseksi muodostuu megapikselien määrät. Kuluttajapuolen kamerat sekä matkapuhelimet ovat vahvasti keskittyneet markkinoimaan tuotteitaan korkeilla resoluutioilla. Toisin sanoen laatua tunnutaan myyvän pelkän resoluution näkökulmasta liian korkealla painoarvolla. Tämä on huolestuttavaa, sillä kyseinen ilmiö on siirtynyt myös valvontamarkkinoille, minkä johdosta valvontakamerat valitaan usein liian kapeiden kriteerien perusteella. Seurauksena on tyytymätön asiakas, kun kohteessa huomataan, ettei valvontakamera täytäkään hänen vastaamia odotuksiaan.

Suuret megapikselimäärät eivät välttämättä tarkoita parempaa kuvanlaatua ja käytettävyyttä. Esimerkiksi kohteet, joissa on erittäin huono tai liian korkea valaistus, aiheuttavat haasteita

kameralle. Tästä syystä kamerat on valittava aina käyttötarkoituksen mukaan kohteeseen sopiviksi. Hyvä muistisääntö on, ettei pelkkä valvontakameran osoittaminen haluttuun suuntaan takaa hyvää käytettävyyttä.

Tämän vuoksi on määriteltävä valvontaan liittyvät tavoitteet tarkasti ennen varsinaista hankintaa. Kuvan käytettävyyttä voidaan kuvata viisivaiheisella prosessilla pääpointteineen seuraavasti:

1) Kameravalvonnan tarpeellisuuden määrittäminen

Tarveselvityksestä on käytävä ilmi, onko tarkoitus suorittaa yleisvalvontaa vai halutaanko tunnistaa henkilöitä. Lisäksi on määriteltävä muun muassa: halutaanko kameravalvonnasta näkyvää vai huomaamatonta, mikä on ensisijainen ja toissijainen valonlähde, asennetaanko kamera(t) sisälle/ulos ja millä tavalla sekä kuinka pitkä etäisyys kameralta on kuvattavaan kohteeseen.

Pelkkien sähköselostusten ja pohjapiirustusten pohjalta tehdyt päätökset eivät välttämättä takaa parasta mahdollista kuvan käytettävyyttä. Kameravalvontajärjestelmää hankittaessa on tärkeintä määritellä sen käyttötarkoitus ja ne tarpeet, joihin järjestelmällä on tarkoitus vaikuttaa. Selvityksen tekijä selvittää kysymysten pohjalta valvonnan tarpeet ja esittää niihin ratkaisuehdotukset valitun turvallisuustason saavuttamiseksi. Suositeltavaa on myös suunnitella ja toteuttaa kameravalvontaurakka aina ammattilaisen suorittamien kohdekatselmusten avulla.

2) Resoluution määrittäminen

Valvontakameroiden tehtävä on muun muassa joko havaita tai tunnistaa henkilöitä/esineitä. Valvontatarve voidaan saavuttaa keskittymällä pikselitiheyteen eli pikselien määrään, joita tarkastellaan kiinnostuksen kohteen olevan objektin (useasti henkilön kasvojen) näkökulmasta. Työkaluna voimme käyttää kuvion 10 mukaista taulukkoa, josta selviää henkilön havaitsemiseen ja tunnistamiseen tarvittavat pikselimäärät/m erilaisten olosuhteiden vallitessa. Tärkeää on muistaa, ettei kuvan käytettävyyttä voida mitata pelkästään numeroilla.

3) Määritetään kuinka paljon valoa kamera tarvitsee/miten kamera reagoi valon kanssa

Kaikki kamerat toimivat lähtökohtaisesti samalla tavalla. Heijastunut valo etenee linssin läpi kuvakennolle, joka muuntaa valon digitaaliseksi signaaliksi kuvan luomiseksi. Kuvanlaatu riippuu siitä, kuinka paljon valoa kuvakennolle pääsee. Mikäli valon määrä on olematon tai sitä ei ole tarpeeksi, kuvasensori ei pysty rekisteröimään kuvaa ollenkaan.

Kuvasensorin valoherkkyys ilmaistaan luksiarvoina. Kameravalmistajat ilmoittavat kamerayksilöiden valovoimakkuuden vähimmäisvaatimukset datalehdissään, mutta niihin tulee suhtautua kriittisesti.

Kamerat on varustettava sopivalla linssillä haastavien valaistusolosuhteiden vuoksi. Linssissä oleva aukko määrää, kuinka paljon valoa pääsee kameraan. Mitä isompi aukko, sitä enemmän valoa kameran kennolle pääsee. Pienellä aukolla kameraan pääsee ainoastaan vähän valoa. Vaihtelevissa valaistusolosuhteissa on suositeltavaa käyttää auto-iris toimintoa, jolloin kamera säättää iiristä automaattisesti riippuen käytettävissä olevan valaistuksen mukaan.

”Dynamic rangella” tarkoitetaan kuvan valotaseroa tummimpien ja kirkkaimpien alueiden välillä. Mikäli kuvan liika kompleksisuus ylittää kuvasensorin rekisteröintikapasiteetin, yksityiskohdat katoavat ja lopulta kaikki on joko mustaa tai valkoista. WDR-tekniikka on suunniteltu toimimaan paremmin ympäristöissä, joissa valon voimakkuus on hyvin vaihtelevaa.

4) *Määritetään kameran asennuspaikka*

Jokainen kamera on suunniteltu tiettyä tarkoitusta varten. Mikäli tarkoituksena on saada yleiskuvaa alueesta tai seurata ihmisiä/esineitä, on varmistettava, että tehtävän mukainen kameramalli on sijoitettu valvontatavoitteen saavuttamiseksi. Jos tarkoituksena on tunnistaa henkilöitä/esineitä, kamera on sijoitettava ja tarkennettava siten, että se pystyy havaitsemaan vaaditut yksityiskohdat. Yhdistämällä valvontatarkoituksia saamme kuitenkin yleensä parhaan ratkaisun rakenteellisen suojauksen täydentämiseksi.

Tärkeää on tutustua kohteeseen ja sen ympäristöön ennen asentamista. Esimerkiksi valaistus, auringon suunta, kulmat, heijastukset ja kuolleet kulmat ovat kaikki huomioon otettavia tekijöitä oikean asennuspaikan valitsemisessa. Perusajatuksena on kuitenkin tehostaa kiinteistöjen ja toimitilojen rakenteellista suojausta kameravalvonnalla siten, että valvonta kohdistuisi organisaatiolle kriittisiin alueisiin ottaen samalla huomioon nämä äsken mainitut seikat.

Tämä tarkoittaa sitä, että kamerat sijoitettaisiin kaikille niille alueille, joita yritys/organisaatio haluaa suojata joko tarkkailemalla käyttäytymistämme reaaliaikaisesti suoraan tai passiivisesti jälkikäteen. Käytännössä nämä alueet voidaan luetella muun muassa rakennuksen sisäänkäynteihin, uloskäynteihin, kulkuväyliin, julkisivuihin ja pysäköintialueisiin.

5) *Määritetään oikea kameramalli*

Prosessi päättyy oikean kameramallin määrittämiseen, joka valitaan aikaisemmin selvitettyjen tekijöiden perusteella. Kiteytettynä voidaan todeta kuvan käytettävyyden muodostuvan useista tekijöistä, jotka on valittava oikein riippuen asiakkaan vaateista ja kohteen luonteesta.

Oikean kameramallin määrittämistä tukivat suoritetut teemahaastattelut, jotka toteutettiin yhdessä kolmen suuren kameravalvonnan valmistajan edustajien kanssa, ja tarkoituksena oli vastata kysymykseen:

- *Mikä on kunkin kameramallin pääsääntöinen käyttötarkoitus?*

Aineisto analysoitiin aineistolähtöisen sisällönanalyysin avulla, jossa määritetyt analyysiyksiköt muodostuivat tutkimustehtävää vastaavalla tavalla. Analyysiyksikköjä kuvattiin ja analysoitiin jokaisen haastateltavan näkökulmasta, ja niitä tarkasteltiin yhtäläisyyksiä etsien ja tiivistäen. Tavoitteena oli yhtenäistää haastateltavien näkemyksiä eli muodostaa mahdollisimman paljon pääluokkia varmemman reliabiliteetin muodostamiseksi aikaisemmin kuvatun teorian jatkoksi.

Tutkimuksen reliaabelius tarkoittaa mittaustulosten toistettavuutta. Tulosten yhdenmukaisuus ja tarkkuus antavat osviittaa siihen, etteivät tulokset ole sattumanvaraisia. Tällöin tutkimustulosta voidaan pitää luotettavana ja uskottavana. Uskottavuudella viitataan siihen, että raportin pohjalta on uskottavaa, että kuvatulla tavalla on päädytty esitettyihin tulkintoihin.

Lähteet

Painetut

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Uudistettu laitos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Sähköiset

Ace, E. 2012. Body-Worn Surveillance Overview. IPVM. Viitattu 26.6.2020. <https://ipvm.com/reports/bodyworn-surveillance-overview>

An explanation of how the parts of the eye enable vision. 2017. Beautiful Vision Project Inc. Viitattu 20.7.2020. <https://www.beautifulvision.co/vision-and-blindness/anatomy>

Atex Räjähdyksivaarallisten tilojen turvallisuus. 2017. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). Viitattu 22.6. <https://tukes.fi/documents/5470659/8293726/ATEX-opas.pdf/73c4dc8f-edbd-4c25-8ef9-6cfdef86717d/ATEX-opas.pdf>

AXIS M3058-PLVE Network Camera. 2020. AXIS Communications AB. Viitattu 15.6.2020. <https://www.axis.com/en-fi/products/axis-m3058-plve>

AXIS M3067-P Network Camera. 2020. AXIS Communications AB. Viitattu 15.6.2020. <https://www.axis.com/en-fi/products/axis-m3067-p>

AXIS P1245 Network Camera. 2020. AXIS Communications AB. Viitattu 23.6.2020. <https://www.axis.com/en-fi/products/axis-p1245>

AXIS P3245-LVE Network Camera. 2020. AXIS Communications AB. Viitattu 10.6.2020. <https://www.axis.com/en-fi/products/axis-p3245-lve>

AXIS P3915-R Mk II Network Camera. 2020. AXIS Communications AB. Viitattu 10.6.2020. <https://www.axis.com/en-fi/products/axis-p3915r-mkii>

AXIS P5655-E PTZ Network Camera. 2020. AXIS Communications AB. Viitattu 11.6.2020. <https://www.axis.com/en-fi/products/axis-p5655-e>

AXIS P91 Network Camera Series. 2020. AXIS Communications AB. Viitattu 23.6.2020. <https://www.axis.com/en-fi/products/axis-p91-series>

AXIS Q6155-E PTZ Network Camera. 2020. AXIS Communications AB. Viitattu 11.6.2020. <https://www.axis.com/en-fi/products/axis-q6155-e>

AXIS Q9216-SLV Network Camera. 2020. AXIS Communications AB. Viitattu 23.6.2020. <https://www.axis.com/en-fi/products/axis-q9216-slv>

Body worn solutions from Axis. 2020. AXIS Communications AB. Viitattu 26.6.2020. <https://www.axis.com/en-fi/products/bodyworn>

DS-2CD7026G0-(AP) 2 MP DeepinView Moto Varifocal Box Camera. 2020. Hangzhou Hikvision Digital Technology Co. Viitattu 8.6.2020. <https://www.hikvision.com/europe/products/IP-Products/Network-Cameras/DeepinView-Series/DS-2CD7026G0--AP-/>

DS-2CD7A26G0-IZ(H)S 2 MP DeepinView Moto Varifocal Bullet Camera. 2020. Hangzhou Hikvision Digital Technology Co. Viitattu 8.6.2020. <https://www.hikvision.com/en/products/IP-Products/Network-Cameras/DeepinView-Series/DS-2CD7A26G0-P-IZ-H-S/>

Explosion-protected network cameras. 2019. AXIS Communications AB. Viitattu 18.6.2020. https://www.axis.com/files/whitepaper/wp_explosion_protected_cameras_72834_en_1901_lo.pdf

F-STOP AND APERTURE IN LANDSCAPE PHOTOGRAPHY. 2020. Marat Stepanof Photography. Viitattu 17.7.2020. <https://maratstepanoff.com/aperture-in-photography/>

Flyktman, R. 2016. Kuvakenno. Viitattu 19.7.2020. <http://www.kuvakenno.fi/index.html>

H4 Multisensor Camera Line. 2020. Avigilon Corporation. Viitattu 16.6.2020. https://assets.avigilon.com/file_library/pdf/h4-multisensor/avigilon-h4a-multisensor-camera-datasheet-en-rev6.pdf

H4 Thermal Camera Line. 2020. Avigilon Corporation. Viitattu 17.6.2020. https://assets.avigilon.com/file_library/pdf/h4-thermal/avigilon-h4-thermal-datasheet-en-rev5.pdf

Harju, M. 2012. Valo ja värit. Viitattu 17.8.2020. <https://aaltomuoto.wordpress.com/valo/nayttamovalaisun-perusteet/valo-ja-varit/>

Hiltunen, L. 2009. Validiteetti ja reliabiliteetti. Jyväskylän yliopisto. Viitattu 20.8.2020. http://www.mit.jyu.fi/OPE/kurssit/Graduryhma/PDFt/validius_ja_reliabiliteetti.pdf

Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. 2012. Tutkimuseettinen neuvottelukunta (TENK). Viitattu 15.7.2020. https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf

Inverse Square Law. 2011. AHS Physics. Viitattu 3.8.2020. <https://sites.google.com/a/sevier.org/ahs-physics/mechanics-part-2/1-15-gravitational-attraction/inverse-square-law>

IP Video Surveillance Design Guide. 2013. Cisco Systems, Inc. Viitattu 18.8.2020. https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/solutions/Enterprise/Video/IPVS/IPVS_DG/IPVS-DesignGuide/IPVSchap4.html

IR in surveillance. 2018. Axis Communications AB. Viitattu 16.8.2020. https://www.axis.com/files/whitepaper/wp_ir_in_surveillance_72097_en_1806_lo.pdf

Kiinteistö- ja toimitilaturvallisuus. 2020. Elinkeinoelämän keskusliitto. Viitattu 10.8.2020. <https://ek.fi/mita-teemme/tyoelama/yritysturvallisuus/kiinteisto-ja-toimitilaturvallisuus/>

Liiketoiminta ja palvelut. 2020. Caverion Corporation. Viitattu 12.08.2020. <https://www.caverion.fi/tietoa-caverionista/liiketoiminta-ja-palvelut>

Lenses for network video cameras. 2020. AXIS Communications AB. Viitattu 24.8.2020. <https://www.axis.com/en-fi/learning/web-articles/lenses-for-network-video-cameras/matching-lens-and-sensor>

Modular cameras. 2020. AXIS Communications AB. Viitattu 23.6.2020. <https://www.axis.com/en-fi/products/modular-cameras>

Monipuoliset tekniikka- ja turvallisuusjärjestelmät. 2020. Caverion Corporation. Viitattu 12.08.2020. <https://www.caverion.fi/jarjestelmat-ja-tuotteet/turvallisuus/tekniikka-ja-turvallisuusjarjestelmat>

Panoramic cameras. 2018. AXIS Communications AB. Viitattu 16.6.2020. https://www.axis.com/files/whitepaper/wp_panoramic_cameras_72028_en_1806_lo.pdf

Perfect pixel count. 2020. Pixel density. Axis Communications AB. Viitattu 18.8.2020. <https://www.axis.com/learning/web-articles/perfect-pixel-count/pixel-density>

Rollet, C & Segal, Z. 2020. Temperature Screening Is Ineffective, Says US, UK, Canada, Israel, And Ireland Health Leaders. IPVM. Viitattu 28.8.2020. <https://ipvm.com/reports/temp-screening-effect>

Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Viitattu 15.6.2020. <https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/>

Specialty cameras. 2020. AXIS Communications AB. Viitattu 23.6.2020. <https://www.axis.com/en-fi/specialty-cameras>

Syvyysterävyys viidessä minuutissa. 2018. Digikuva. Viitattu 17.7.2020. <https://digi-kuva.fi/va-lokuvaustekniikka/syvyysteravyys-viidessa-minuutissa>

The Body-Worn Revolution. 2020. Milestone Systems A/S. Viitattu 26.6.2020. <https://www.milestonesys.com/content-hub/the-body-worn-revolution/>

Thermal network cameras. 2016. AXIS Communications AB. Viitattu 17.6.2020. https://www.axis.com/files/whitepaper/wp_thermal_cams_67679_en_1605_hi.pdf

Top ten installation challenges. 2020. Camera placement. AXIS Communications AB. Viitattu 4.8.2020. <https://www.axis.com/learning/web-articles/top-ten-installation-challenges/placement>

Turva-alan yrittäjät ry, Poliisihallitus & turvallisuusalan neuvottelukunta. 2010. Kameravalvontaopas. Viitattu 1.6.2020. <https://www.finanssiala.fi/vahingontorjunta/dokumentit/Kamera-valvontaopas.pdf>

Tätä tarkoittavat objektiivin aukkoarvot. 2017. Digikuva. Viitattu 17.7.2020. <https://digikuva.fi/valokuvaustekniikka/tata-tarkoittavat-objektiivin-aukkoarvot>

Understanding The Digital Image Sensor. 2020. LUCID Vision Labs Inc. Viitattu 18.7.2020. <https://thinklucid.com/tech-briefs/understanding-digital-image-sensors/>

What is wide dynamic range. 2020. AXIS Communications AB. Viitattu 30.6.2020. <https://www.axis.com/learning/web-articles/wide-dynamic-range/what-is-wdr>

Yritysturvallisuus. 2020. Elinkeinoelämän keskusliitto. Viitattu 10.8.2020. <https://ek.fi/mita-teenme/tyoelama/yritysturvallisuus/>

Julkaisemattomat

Axis Communications Academy. 2019. Camera optics. Network Video Fundamentals course. Axis Communications AB.

Axis Communications Academy. 2020. Designing a Network Video Surveillance System. Designing Network Video Solutions Course. Axis Communications AB.

Axis Communications Academy. 2019. Image Quality is Worthless without Usability. Network Video Fundamental course. Axis Communications AB.

Axis Communications Academy. 2020. Light. Designing Network Video Solutions Course. Axis Communications AB.

Kärkkäinen, H. & Nikander, E. 2020. Technical Support of Sweden & Finland sekä Pre Sales Engineer haastattelu. Hikvision Europe B.V. Espoo.

Okkonen, M. 2020. Sales Engineer haastattelu. Avigilon Nordics. Espoo.

Vaskin, T. 2020. Sales Engineer haastattelu. Axis Communications Oy. Espoo.

Kuviot

Kuvio 1: Yritysturvallisuus koostuu monista osa-alueista, kuten kiinteistö- ja toimitilaturvallisuudesta (Elinkeinoelämän keskusliitto, 2020)	6
Kuvio 2: Valvontakameran toimintaa voidaan verrata samalla tavoin kuin ihminen näkee (AXIS Communications AB, 2019)	8
Kuvio 3: Iris supistuu ja laajenee vallitsevan valaistuksen mukaan (Beautiful Vision Project Inc, 2017)	9
Kuvio 4: Mitä yksityiskohtaisempaa videokuvaa haluamme, sitä kauemmaksi kuva-ala on säädettävä. Mitä enemmän näkyvyyttä haluamme, sitä laajemmaksi kuva-ala on säädettävä (AXIS Communications AB, 2019)	10
Kuvio 5: Aukko mitataan F-lukuina (Marat Stepanof Photography, 2020)	11
Kuvio 6: Suuren ja pienen aukon vaikuttavuus kuvan syväterävyyteen (AXIS Communications AB, 2019).....	12
Kuvio 7: Kaavio tyypillisestä CMOS-kamerasta (Understanding the Digital Image Sensor, 2020)	12
Kuvio 8: Linssi on valittava oikein kuvakennon koon mukaan (AXIS Communications AB, 2019)	13
Kuvio 9: Korkearesoluutioiset kamerat pystyvät kattamaan laajempia alueita (AXIS Communications AB, 2019)	15
Kuvio 10: Henkilön havaitsemiseen ja tunnistamiseen tarvittavat pikselimäärät/m erilaisten olosuhteiden vallitessa (AXIS Communications AB, 2020).....	16
Kuvio 11: Mitä kauempana olet valonlähteestä, sitä enemmän valoa menetetään (Inverse Square Law, 2011)	18
Kuvio 12: Ulkoinen valonlähde on sovitettava oikein kameras näkökenttään (AXIS Communications AB, 2019)	19
Kuvio 13: Silmä tulkitsee eri aallonpituudet eri väreinä (Harju 2012)	19
Kuvio 14: Vaihto päivä- ja yötilan välillä suoritetaan automaattisesti IR-suodattimella (IR in surveillance 2018, 6)	20
Kuvio 15: IP-kamera ilman WDR-tekniikkaa (AXIS Communications AB, 2020)	21
Kuvio 16: IP-kamera WDR-tekniikalla (AXIS Communications AB, 2020)	21
Kuvio 17: Kameraa asennettaessa on pohdittava auringon suuntaa ja sen vaikutuksia kuvakennolle (AXIS Communications AB, 2019)	22
Kuvio 18: DS-2CD7026G0-(AP) runkokamera (Hangzhou Hikvision Digital Technology, 2020)..	23
Kuvio 19: DS-2CD7A26G0-IZ(H)S bulletkamera (Hangzhou Hikvision Digital Technology, 2020)	24
Kuvio 20: Vasemmalla P3915-R Mk II kamera, oikealla P3245-LVE kupukamera (AXIS Communications AB, 2020)	24
Kuvio 21: Vasemmalla Q6155-E PTZ-kamera, oikealla P5655-E PTZ-kamera (AXIS Communications AB, 2020)	25

Kuvio 22: Alkuperäinen 360° kuva, ja vastaava dewarpattu moninäkö (Panoramic cameras 2018, 6)	26
Kuvio 23: Vasemmalla M3067-P 360° kamera, oikealla M3058-PLVE 360° kamera (AXIS Communications AB, 2020)	26
Kuvio 24: Multisensor-kamera, jonka 4 linssiä on kohdistettu valvomaan käytävän risteystä (Panoramic cameras 2018, 10).....	26
Kuvio 25: H4 Multisensor kamera (Avigilon Corporation, 2020)	27
Kuvio 26: H4 Lämpökamera (Avigilon Corporation, 2020)	28
Kuvio 27: H5A EX-kamera (Avigilon Corporation, 2020)	29
Kuvio 28: P1245 Modular camera (AXIS Communications AB, 2020)	30
Kuvio 29: Vasemmalla P9106-V White kamera, oikealla Q9216-SLV kamera (AXIS Communications AB, 2020)	30
Kuvio 30: AXIS body worn solution (AXIS Communications AB, 2020)	31
Kuvio 31: Aineistolähtöisen sisällönanalyysin eteneminen (Tuomi & Sarajärvi 2018, 123).....	35
Kuvio 32: Pelkistäminen	37
Kuvio 33: Pelkistäminen ja ryhmittely.....	38
Kuvio 34: Ryhmittely ja teoreettisen käsitteen luominen	38

Liitteet

Liite 1: Teemahaastattelurunko	51
Liite 2: Aineistolähtöinen sisällönanalyysi	52

Liite 1: Teemahaastattelurunko

Hikvision Europe B.V.

Esa Nikander (Pre Sales Engineer) & Heikki Kärkkäinen (Technical Support of Sweden & Finland)

Ti 23.06.2020 klo 9.00 – 11.00 / Espoo

AXIS Communications Oy

Timo Vaskin (Sales Engineer)

Ti 07.07.2020 klo 13.00 – 15.00 / Espoo

Avigilon Nordics

Mikael Okkonen (Sales Engineer) / Espoo

Ti 14.07.2020 klo 9.00 – 11.00

Pääteema: Yleisimmät IP-kameramallit ja niiden pääsääntöinen käyttötarkoitus?

- | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Alateema – Kupukamerat 2. Alateema – Runkokamerat 3. Alateema – Bulletkamerat 4. Alateema – PTZ-kamerat 5. Alateema – 360° kamerat 6. Alateema – Multisensor-kamerat 7. Alateema – Lämpökamerat | } | <ul style="list-style-type: none"> Kohteet Käytettävyys Käytännöllisyys Laatu Edut Haitat Ongelmat Ominaisuudet - fyysiset/tekniset Monikäyttöisyys Asennusteknisyyys |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Liite 2: Aineistolähtöinen sisällönanalyysi

Pääteema: Yleisimmät IP-kameramallit ja niiden pääsääntöinen käyttötarkoitus?		
1. Analyysiyksikkö: Kupukamerat / Dome cameras		
Pelkistetty ilmaus / Karsiminen	Alaluokka / Samankaltaisuudet	Pääluokka / Kokoavan käsitteen muodostaminen
<p>Pääsääntöisesti sisälle</p> <p>Sisällä pystytään tarvittaessa upottamaan kattoon Helppo asentaa pintaan seinään/kattoon</p> <p>Esteettinen monien mielestä Huomaamattomampia Sulautuvat paremmin rakennukseen Fyysisesti pienikokoisempia</p> <p>Kuvun ansiosta kuvattavaa kohdetta ei tarkkaan näe Kuvun takia huomaamattomampi Haastavampi havaita kuvattava alue</p>	<p>Sisätiloissa useita asennusmahdollisuuksia</p> <p>Sulautumiskykyinen fyysisiltä ominaisuuksiltaan</p> <p>Kupu peittää paremmin kuvattavan alueen</p>	<p>Kupukameroiden etuna on nimensä mukaisesti kupu, joka peittää paremmin kuvattavan alueen tehden siitä samalla sulautumiskykyisemmän ja huomaamattomamman fyysisten ominaisuuksiensa vuoksi. Sisätiloissa etuna erinäiset asennusmahdollisuudet.</p>
2. Analyysiyksikkö: Runko- ja bulletkamerat / Box- and bullet cameras		
<p>Halutaan kohteisiin missä vaaditaan valvontakameraa, mikä voidaan helposti luokitella kameran näköiseksi laitteeksi</p> <p>Helposti huomaettava</p> <p>Nähdään tarkasti mitä aluetta halutaan kuvata</p> <p>Enemmän kohteisiin, joissa halutaan saada asiakaskunta huomaamaan kuvattavaa aluetta</p>	<p>Pääsääntöisesti kohteisiin, joissa halutaan asiakaskunta huomaamaan, että heitä kuvataan valvontakameralla</p>	<p>Runko- ja bulletkamerat yleisesti kohteisiin, joissa halutaan asiakaskunta huomaamaan valvonnan olevan läsnä.</p>
3. Analyysiyksikkö: PTZ-kamerat / PTZ-cameras		
<p>Seuranta ja tarkennusmahdollisuudet</p> <p>Hyödyllinen aktiivivalvonnassa</p> <p>Pääsääntöisesti paikkoihin, joissa on operaattori eli aktiivivalvonta</p> <p>Vaatii operaattorin</p> <p>Monikäyttöinen optizen zoomin vuoksi</p> <p>Moniin käyttötarkoituksiin soveltuva</p> <p>Hyvinä muistisääntönä, etteivät moottorit kestä ikuisuuksia</p> <p>Kovassa käytössä suositellaan hankkimaan laadukkaampaa sarjaa parempien komponenttien myötä</p>	<p>Hyöty menetetään ilman aktiivivalvontaa seurannan ja tarkennusmahdollisuuksien vuoksi</p> <p>Monikäyttöinen ominaisuuksiltaan</p> <p>Kovassa käytössä panostettava laatuun</p>	<p>PTZ-kamerat ovat moniin käyttötarkoituksiin soveltuvia seuranta ja tarkennusmahdollisuuksien vuoksi, mutta vaativat operaattorin ja laadukkaat komponentit parhaan mahdollisen hyödyn takaamiseksi.</p>
4. Analyysiyksikkö: 360° kamerat / Fisheye cameras		
<p>Ei käytetä koskaan tunnistamiseen</p> <p>Ei tunnistamiseen</p> <p>Hyöty tulee de-warp tekniikasta</p> <p>Hyöty de-warp tekniikasta</p> <p>Käyttökelpoisia suurien alueiden havainnointiin</p> <p>Käytännöllisiä kohteissa, joissa yhdellä kameralla saadaan kuvattua koko haluttu alue</p>	<p>Tunnistamista vältettävä</p> <p>Hyöty tulee de-warp tekniikasta</p> <p>Pääsääntöisesti suurien alueiden havainnointiin</p>	<p>Fisheye-kamerat ovat hyödyllisiä suurien/laajojen alueiden havainnointiin de-warp tekniikan avulla, muttei niitä tule koskaan käyttää tunnistamistarkoitukseen.</p>
5. Analyysiyksikkö: Multisensor-kamerat / Multisensors		
<p>Kustannustehokas</p> <p>Kustannustehokas</p> <p>Käteviä rakennuksien kulmissa</p> <p>Rakennusten kulmat erinomaisia asennuspaikkoja</p> <p>Vältetään kuolleet kulmat</p> <p>Ehkäistään kuolleet kulmat</p>	<p>Kustannustehokas</p> <p>Rakennusten kulmat hyödyllisiä asennuspaikkoja</p> <p>Ei kuolleita kulmia</p>	<p>Multisensor-kamera on kustannustehokas valvontaratkaisu, joka on hyödyllinen asennettaessa rakennusten kulmiin välttämällä samalla kuolleet kulmat.</p>
6. Analyysiyksikkö: Lämpökamerat / Thermal cameras		
<p>Analytiikkaa voidaan soveltaa monien tarpeiden mukaisesti</p> <p>Analytiikan kanssa hyödyllisiä</p> <p>Lämpötilakriittiset kohteet</p> <p>Voidaan mitata lämpötilaa ja antaa hälytys, mikäli lämpötila nousee kriittisiin lukemiin</p> <p>Kohteet, joissa lämpötilat voivat nousta kriittisiin lukemiin</p> <p>Tehokas valvontaratkaisu</p> <p>Yksi tehokkaimmista valvontaratkaisuksista tänä päivänä</p> <p>Voimalaitokset</p> <p>Tehdasrajat</p> <p>Serverihuoneet</p> <p>Rajavalvonta</p>	<p>Monikäyttöinen analytiikan kanssa</p> <p>Riskinä lämpötilan nouseminen kriittisiin lukemiin</p> <p>Tehokas valvontaratkaisu</p> <p>Kriittiset toimintaympäristöt</p>	<p>Lämpökamera on monikäyttöinen ja tehokas valvontaratkaisu, mikä mahdollistaa laitteen sijoituksen kriittisiin toimintaympäristöihin tarjoten hyödyllistä dataa kohdeorganisaatiolle.</p>