

IP KAMERAVALVONTAJÄRJESTELMÄN TOTEUTUS
EMOLEHMÄTILALLE



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Maaseutuelinkeinot, Mustiala

Kevätlukukausi, 2021

Jussi Nissi

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä perehdytään kameravalvontajärjestelmän toteutukseen emolehmätilalle tilan arjen töitä helpottamaan. Työn tavoitteena on luoda toimintavarma ja helppokäyttöinen järjestelmä, jonka laajentaminen jälkeenpäin on helppoa ja mahdollisten vikatilanteiden selvittäminen nopeaa.

Järjestelmää lähdettiin kehittämään vanhemman epävakaamman järjestelmän pohjalta. Vanha järjestelmä otettiin soveltuvin osin mukaan uuteen järjestelmään.

Työssä käydään läpi järjestelmän suunnittelu, toteutus ja käyttäjän kokemukset järjestelmästä. Tavoitteena on saada edes osaltaan luotua helppoutta emolehmätilan kiireisimpään työhuippuun helpottamaan poikimakautta ja keinosiemennyskautta kameravalvonnan kautta.

Jokainen tila on oma kokonaisuutensa. Vaikka tämä järjestelmä on teknisesti helposti monistettavissa, on jokaisen tilan erityispiirteet otettava huomioon, kun järjestelmää lähdetään suunnittelemaan. Tämä lähtee jo kameroiden asettelusta, maatalousrakennusten sijainnista ja mahdollisesti olemassa olevasta muusta infrastruktuurista. Tämä opinnäytetyö onkin katsaus yhdelle tilalle tehdystä toteutuksesta.

Työn tilaaja toivoi pysyvänsä prosessissa nimettömänä, tästä syystä toimeksiantajaa ei julkaista.

Author	Jussi Nissi	Year 2021
Subject	Designing an IP CCTV system to a beef cattle ranch	
Supervisors	Timo Teinilä	

ABSTRACT

In this thesis we dive into the process of designing an IP CCTV system for a beef cattle ranch. The aim was to create a reliable system that is both easy to use and simple to upgrade when the need arises. The system was also designed to be easily recoverable from any system malfunctions. Upon implementation, it helped lessen the workload in the busy day to day life of the farm.

This IP CCTV system was developed from an older system that was not reliable, and its recovery from failure required specialised effort and skill. Where possible, existing parts from the old system were repurposed to bring down the cost of production.

Even though this system can easily be replicated technologically, anyone planning to implement it must consider all the unique needs of each farm. These include the basic placement of the cameras, the location of farm buildings, and utilizing already existing infrastructure. Due to the aforementioned characteristics, this thesis is a case study based on a single farm's implementation.

Due to the client's request, the specific farm in question will remain anonymous throughout this thesis.

Keywords IP CCTV system, camera surveillance, beef cattle farm

Pages 28 pages

Sisälllys

1	JOHDANTO	1
2	LAINSÄÄDÄNTÖ JA KUVATTAVAN MATERIAALIN KÄYTTÄMINEN	2
3	JÄRJESTELMÄN TILA ENNEN MUUTOKSIA	3
3.1	VERKON TILA ENNEN MUUTOKSIA	3
3.2	IT JÄRJESTELMIEN TILA ENNEN MUUTOKSIA	5
4	UUDEN JÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU	6
4.1	UUDEN VERKON SUUNNITTELU	6
4.2	IT-JÄRJESTELMIEN SUUNNITTELU	9
5	VALVONTAKAMERAOHJELMISTO JA MACOS	11
5.1	MACOS JA TIETOTURVA	11
5.2	VALVONTAKAMERAOHJELMISTO	12
6	TALLENTEIDEN SEURAAMINEN JA ETÄKATSELU	14
7	JÄRJESTELMÄN KUSTANNUKSET	14
7.1	KAMERAPALVELIN JA SEN KUSTANNUKSET	15
7.2	VERKON KUSTANNUKSET	15
8	KÄYTTÖKOKEMUKSET	17
9	OMA POHDINTA	19
10	SANASTOA JA TERMEJÄ	21
	Lähteet	23

Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1. Päärakennus, Tukiasema. Kuva: Jussi Nissi, 2021

Kuva 2. Ubiquitin PoE kytkin. Lähde: Ubiquiti EU verkkokauppa

Kuva 3. Toistimet ja verkkolaitteet. Kuva: Jussi Nissi, 2021

Kuva 4. Vanha pihatto ja verkkolaitteet. Kuva: Jussi Nissi 2021

Kuva 5. Apple M1 SoC siru. Lähde: Apple.com

Kuva 6. Ruutukaappaus Camera Info ikkunasta. Kuva: Jussi Nissi 2021

Kuva 7. Ruutukaappaus kameroiden livekuvasta. Kuva: Jussi Nissi 2021

Taulukko 1. Kamerapalvelimen kustannukset

Taulukko 2. Verkon kustannukset

1 JOHDANTO

Aiheen valintaan vaikutti paljon aiempi osaamiseni IT-alalta ja halu sen yhdistämisestä maatalouden tarpeisiin. Maatalousala on murroksessa ja teknologiset ratkaisut arkipäiväistyvät tiloilla. Tulevaisuudessa on vahva tarve osaajille, jotka ymmärtävät sekä maataloutta että tietoteknisiä ratkaisuita.

Olen aiemmin toteuttanut muutokset tilan olemassa olleeseen vanhempaan kameravalvontajärjestelmään ja useampaan kertaan on noussut esille järjestelmän heikkouksia nimenomaan toimintavarmuudessa ja laajennettavuudessa. Päätimme lähteä kehittämään uutta järjestelmää ja hyödyntämään mahdollisilta osin vanhaa laitteistoa.

Tilalla oli tarvetta tehdä muitakin IT-järjestelmien kehittämistöitä, joten tämä osoittautui oivalliseksi kohdaksi päivittää myös kameravalvontajärjestelmä ja tietoverkko tilalla kuntoon. Oman lisänsä järjestelmän toteutukselle toi puhtaasti Apple ja Mac OS -pohjaisuus, joka asettaa tiettyjä reunaehtoja toteutukselle ja valittavalle laitteistolle.

Toteutuksen tavoitteena on päästä tilanteeseen, jossa yhdistyy toimintavarmuus, toiminnan helppous, sekä järjestelmän laajennettavuus myöhemmin mahdollisesti kasvavan tarpeen mukaan.

Tärkeimpinä kohteina järjestelmän käytölle ovat eläinten tarkkailu, poikimisten valvonta ja kiimojen havainnointi. Mahdollinen jälkikehitys lisää myös mahdollisuuden tilalle tulevan liikenteen seurantaan, mutta tämä on rajattu opinnäytetyön ulkopuolelle.

2 LAINSÄÄDÄNTÖ JA KUVATTAVAN MATERIAALIN KÄYTTÄMINEN

Kameravalvontaan ja mahdollisesti ihmisten kuvaamiseen on olemassa paljon lainsäädännöllisesti huomioitavia asioita. Maatilaympäristössä ollaan käytännössä tilan omistajan kiinteistön alueella ja luonnollisesti tilan omistaja on oikeutettu valvomaan omaa kiinteistöään. Kameroiden kanssa on kuitenkin huomioitava, että kuvattaessa esimerkiksi tilalle saapuvaa liikennettä on kameroiden kuva-alue rajattava niin, ettei kamerat kuvaa esimerkiksi naapureiden kotirauhan piiriin kuuluvia alueita. (Turva-alanyrittäjät)

Kameravalvonnasta tulee ilmoittaa selkeästi kyltillä ennen alueelle saapumista, etenkin kun kuvataan alueella missä liikkuu myös ulkopuolisia ihmisiä. Navetta ja pihatto ovat myös paikkoja, joissa tehdään töitä ja jos tilalla on ulkopuolisia työntekijöitä, on myös heidän oltava tietoisia kameravalvonnasta. Laki ei kiellä kuvaamista työpaikoilla, kunhan sen tarkoitus on työn laadun tarkkaileminen, omaisuuden turvaaminen tai muu työn yleiseen tekemiseen liittyvä syy. Yksittäistä työntekijää ei kuitenkaan saa kuvata tai seurata, eikä kameroilla saa kuvata sosiaalituloissa.

Kameravalvonta on lain silmissä myös henkilötietojen käsittelyä. Tiloilla yleensä käy lisäksi tilan ulkopuolisia työntekijöitä (esimerkiksi lomittaja, eläinlääkäri tai keinosiementäjä), he ovat tällöin henkilötietolain suojaamia. Kameravalvontaa harjoittava taho on tällöin henkilötietolaissa tarkoitettu rekisterinpitäjä, huolimatta siitä kuinka kauan tallenteita säilytetään tai mihin kameran tallenteita käytetään. (Kuntatyönantaja, 2017)

Koska videokuvaa tallentava taho on tällöin rekisterinpitäjä, tulee hänen toteuttaa kameravalvontaa henkilötietolain mukaisesti. Tällöin kameravalvonnasta pitää olla toimintasuunnitelma ja tarvittaessa laatia siitä rekisteriseloste.

Rekisterinpitäjän velvollisuuksia on myös ilmoittaa näkyvästi kameravalvonnasta, myöskään kuvatallenteet eivät saa olla ulkopuolisille nähtävissä.

3 JÄRJESTELMÄN TILA ENNEN MUUTOKSIA

Järjestelmän toiminnan epävarmuus oli lähtökohtana sille, että se päätettiin kehittää paremmaksi. Tilan karjapihan alueelle oli tulossa myös asfaltointi ja tämän takia mahdolliset kaapelivedot haluttiin miettiä valmiiksi ennen asfaltin asennusta.

3.1 VERKON TILA ENNEN MUUTOKSIA

Tilalla olemassa ollut verkko oli toteutettu siten, että päärakennukselle asennettu langaton 4G -reititin toimi verkon reitittimenä ja tämä verkko jaettiin TP-Linkin valmistamilla langattomilla silloilla päärakennuksen ja pihatön välillä. Pihatön rakennusta oli laajennettu linkin asennuksen jälkeen ja tämä laajennusosa tuli fyysiseksi esteeksi sillan tukiasemien välille. Fyysinen este langattoman signaalin välillä laski sen kuuluvuutta ja nopeutta alaspäin, tämä puolestaan johti liikkuvan kuvan pätkimiseen ja kameroiden tipahteluun pois verkosta.

Kuva 1. Päärakennuksen seinässä sijaitseva vanha TP-Link merkkinen langaton siltalaite.



Verkon langattomuus oli toteutettu erinäisellä määrällä kuluttajakäyttöön suunnattuja WLAN tukiasemia, näiden hallinnointi tapahtuu jokaisen yksittäisen tukiaseman hallintasivuilta. Koska jokaiselle tukiasemalle oli määritelty kiinteä IP-osoite, johti esimerkiksi 4G-reitittimen vaihtaminen osoiteavaruuden muuttumiseen. Osoiteavaruuden muutos johti siihen, että jokainen tukiasema piti manuaalisesti uudelleen konfiguroida uuteen IP-osoiteavaruuteen.

Uudempi pihatto lisättiin järjestelmään myöhemmin ja tänne asennetut kamerat toimivat langattoman toistimen yli, joka johti omiin ongelmiinsa verkon katkomisena ja toistimen tippumisena verkosta. Ylimääräinen toistin lisäsi myös verkon kompleksisuutta turhaan ja loi järjestelmään lisää yksittäisiä kohtia, missä ongelmia voi syntyä (single point of failure).

Useiden tukiasemien ja toistimien ansiosta langattomia verkkoja oli useita, eikä kameroiden tai mobiililaitteiden liittymistä tukiasemiin voinut mitenkään seurata tai yksilöidä. Useat tukiasemat ja verkot johtivat siihen, että kamerat saattoivat valita kaukaisimman yhdyspisteen mihin kiinnittyä, vaikka lähellä olisi ollut paremmin kuuluva yhdyspiste. Kaukainen yhdyspiste laski langattoman yhteyden laatua ja näin ollen myös nopeutta, sekä lisäsi viivettä. Lopputuloksena oli laitteiden tippumista verkosta, sekä videokuvan pätkimistä.

3.2 IT JÄRJESTELMIEN TILA ENNEN MUUTOKSIA

Ennen muutosta tilalla käytettiin kuvien käsittelyyn, toimistotöihin ja kamerakuvan tallentamiseen Applen iMac -tietokonetta. Tämä työasema on palvellut tässä tehtävässä useita vuosia ja saavuttanut 10 vuoden käyttöiän. Kone oli auttamattomasti teknisen käyttöikänsä päässä, tietoturvapäivityksiä ei enää saatu eikä käyttöjärjestelmäversiota voitu enää päivittää uudempaan. Koska koneen fyysinen tallennuskapasiteetti oli rajallinen, oli käytössä useita ulkoisia kovalevyjä. Kuvat ja media tallennettiin ulkoisille kovalevyille ja valvontakameran tallenteet tallentuivat omalle ulkoiselle levyilleen.

Käyttöjärjestelmän, asetusten ja dokumenttien varmistuksesta vastasi Applen TimeMachine -varmuuskopio. Ongelman varmistuksissa muodosti ulkoiset kovalevyt, jotka eivät varmistuneet ja käyttäjä itse huolehti kuvatiedostojen tallentamisesta vähintään kahdelle eri levyille.

Valvontakameroiden tallentamiseen käytettiin jo tuolloin Ben Softwaren valmistamaa SecuritySpy-ohjelmaa, mutta koska koneen käyttöjärjestelmää ei enää pystynyt päivittämään uusimpaan Mac OS versioon, ei myöskään SecuritySpyta saatu päivitettyä. Vanhemman SecuritySpy-version ongelmana oli se, että se ei tukenut kaikkia kameroiden asetuksia oikein, eikä liikkeentunnistukselle päästy tekemään tarkempaa hienosäätöä.

4 UUDEN JÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

Uuden järjestelmän suunnittelun tavoitteena oli verkon toimintavarmuus, rakenteen yksinkertaistaminen ja tätä kautta saavutettu käytön helpottuminen. Vanhan järjestelmän haavoittuvuudet olivat tiedossa, ja nämä haluttiin välttää uuden verkon osalta. ATK-laitteiden uusiminen oli luonnollinen jatkumo pelkän verkon päivityksen ohella. ATK-laitteiden kohdalla haluttiin tiedostojen varmistus laittaa kuntoon, sekä päästä eroon monista ulkoisista tallennusmedioista.

4.1 UUDEN VERKON SUUNNITTELU

Verkon osalta toteutus päätettiin tehdä Ubiquitin verkkolaitteilla niiden yksinkertaisen keskitetyn hallinnan, verkon laajennettavuuden, toimintavarmuuden ja kohtalaisen hinnan vuoksi. Verkon keskitetty hallinta mahdollistaa vikojen etsimisen ja korjaamisen helposti yhdestä hallintaportaalista. Ubiquitin laitteiden etuina on myös niiden lisenssimaksuttomuus, verkkoa voidaan laajentaa ilman erillisiä palvelulisenssimaksuja.

Päärakennukseen asennettiin Ubiquitin PoE-kytkin, joka hoitaa verkon keskitetyn kytkimen tehtävää, mutta myös mahdollistaa sähkön syötön järjestelmän tukiasemille ja kameroille.

Kuva 2. Ubiquiti UniFi Switch Lite 8 porttinen hallittava Layer 2 PoE-kytkin.



Sähkön syöttö tapahtuu verkkokaapeleita pitkin, hyödyntäen PoE-teknologiaa. PoE-teknologia mahdollistaa jännitteen ja virran jakamisen verkkolaitteille suoraan päärakennukselta. Tämä toteutus antaa vapautta tukiasemien ja kameroiden sijoittamiselle, sillä erillistä sähköpistorasiaa tukiasemalle tai verkkokytkimille ei tarvita.

Verkkokaapeloinnin osalta päädyttiin CAT6-tason verkkokaapeliin sen paremman häiriösuojauksen takia, vedot ovat pitkiä ja verkkokaapeli on alttiimpi häiriölle pitkillä vedoilla (Cable Matters, 2020). Kaapeleita varten maan alle oli kaivettu valmiiksi suojaputket, joiden läpi kaapelit saatiin vedettyä. Suojaputket mahdollistavat myös tulevaisuudessa kaapelin vaihtamisen, lisäkaapeliin vetämisen tai mahdollisesti jopa valokuitukaapelin asentamisen.

WLAN tukiasemiksi valittiin Ubiquiti UniFi tukiasemat, jotka tukevat PoE-virransyöttöä, sekä keskitettyä verkon hallintaa. Tärkeimpänä ominaisuutena tukiasemassa on kuitenkin roaming-tuki, eli langattomat asiakaslaitteet voivat liikkua vapaasti missä päin verkkoa tahansa ja liittyvät aina parhaimmin kuuluvaan tukiasemaan (Ubiquiti, 2020).

Kuva 3. Uudemman pihatön verkkosyöttö, PoE toistin sekä UniFi tukiasema.



Ubiquitin tukiasemien valintaa puolsi myös niiden selkeä hinnoittelu. Kun laitteen ostaa, on se sen jälkeen täysin käyttäjän käytettävissä laitemääristä riippumatta. Useat muut yrityslaitteita valmistavat yritykset perustavat verkkolaitteidensa hinnoittelun lisensseihin, jolloin käyttäjä sitoutuu ostamaan tarvittaman määrän lisenssejä käyttöönsä.

Verkkoa suunniteltaessa otettiin huomioon myös verkkokaapelivetojen mahdollinen jatkaminen, mikäli järjestelmää laajennetaan uusilla tukiasemilla tai kameroilla. Vanhan pihatön syöttökaapelin kohdalta voidaan verkkoa jatkaa helposti verkkokytkimen avulla, jolloin kaapeloinnin vetäminen uusille kameroille voidaan toteuttaa suoraan pihatön nurkalta.

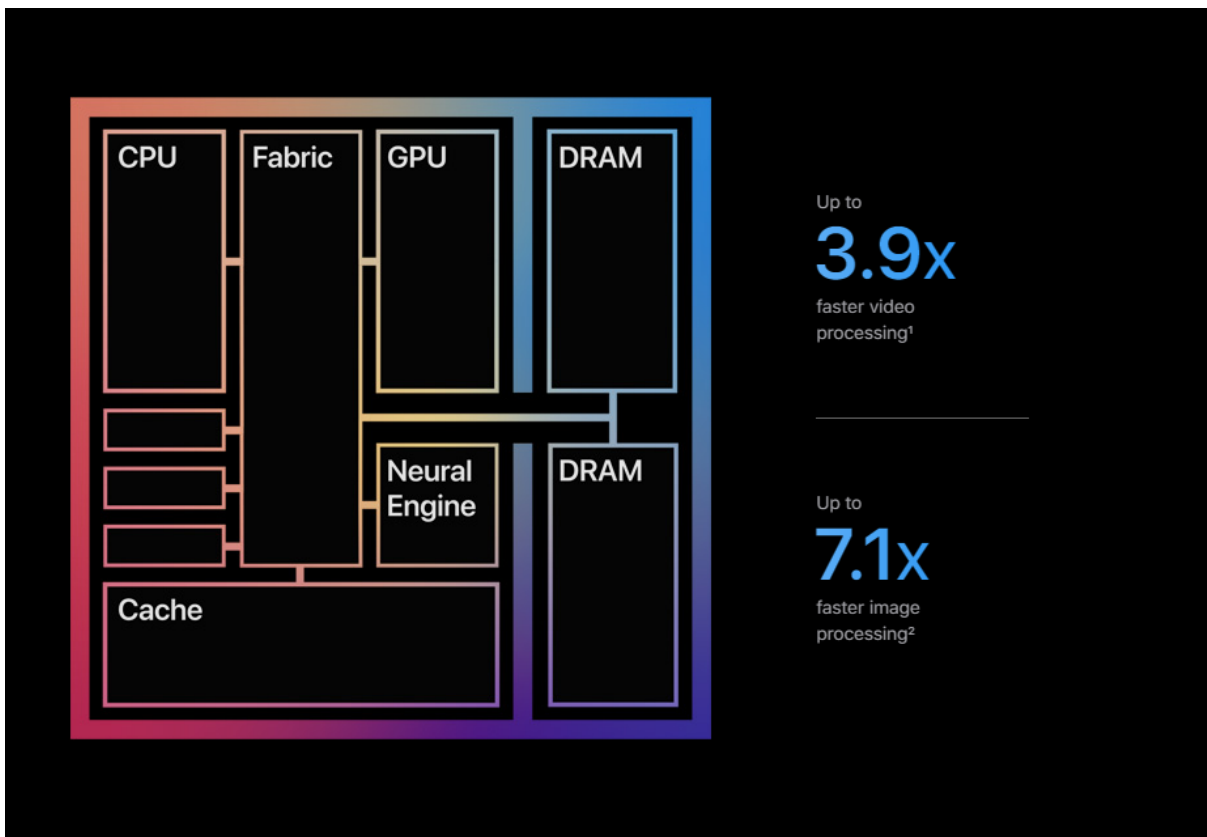
Kuva 4. Vanhan pihatön syöttökaapelit, UniFi tukiasema ja PTZ IP valvontakamera.



4.2 IT-JÄRJESTELMIEN SUUNNITTELU

IT-järjestelmän päivittämisen suunnittelussa lähdettiin kartoittamaan käyttäjän tarvetta järjestelmän osalta. Aiempaan iMac-pöytäkoneeseen oltiin tyytyväisiä ja tästä syystä uudeksi korvaavaksi koneeksi päädyttiin myös valitsemaan uudempi Applen Mac OS -käyttöjärjestelmällä oleva pöytäkone. Apple julkaisi loppuvuonna 2020 omalla M1-järjestelmäpiirillä olevat tietokoneet. Näiden koneiden järjestelmäpiiri on optimoitu erityisesti liikkuvan kuvan ja graafisen materiaalin käsittelyyn, joten tämä oli luonnollinen valinta kamerapalvelimeksi tilalle. M1-järjestelmäpiiri kuluttaa käytössä erittäin vähän sähköä, mikä on ehdottomasti tärkeä huomioida järjestelmissä, joissa laite on päällä jatkuvasti.

Kuva 5. Apple M1 SoC siru



Koska käyttäjän tuottamaa kuvamateriaalia ja dataa tulee paljon ja kameran tallenteet tuottavat myös osaltaan merkittävästi dataa, päädyttiin ratkaisuun, jossa hankitaan tätä dataa varten erillinen ulkoinen tallennusratkaisu. Tallennusratkaisussa päädyttiin LaCien valmistamaan 2Big RAID kovalevyyn. Tässä levyssä on kaksi kahdeksan teratavun kovalevyä asennettuna siten, että

niiden sisältö on peilattu toisilleen. Konfiguraation etuna on tietojen säilymisen varmuus, sillä jos toinen levy hajoaa, on tiedot vielä tallessa toisella levyllä. USB-C liitäntä mahdollistaa nopean tiedonsiirron, eikä levyn nopeus käytännössä tule hidastamaan laitteen käyttöä, vaikka sinne jatkuvasti kirjoitetaan myös kameratallentimen kuvaa (LaCie, 2020).

5 VALVONTAKAMERAOHJELMISTO JA MACOS

5.1 MACOS JA TIETOTURVA

Mac OS käyttöjärjestelmä pohjautuu BSD Linux -käyttöjärjestelmään. Unix pohjaisuus takaa käyttöjärjestelmälle vakaamman toiminnan ja käyttöjärjestelmän keveyden sovellutuksiin, joissa itse tietokone on päällä jatkuvasti. Koska järjestelmä on kytketty internettiin, myös tietoturvaan on kiinnitettävä huomiota.

Käyttöjärjestelmässä tietoturva on huomioitu alusta lähtien mm. siten, että laitteella suoritettavat ohjelmat on eriytetty muusta järjestelmästä sandboxingiksi nimitetyllä teknologialla. Ohjelmalla ei ole käytännössä pääsyä käyttöjärjestelmän kannalta kriittisiin, tai käyttäjän henkilökohtaisiin tietoihin ilman, että käyttäjä erikseen nämä oikeudet ohjelmalle antaa. Tässä yhteydessä käyttäjä tietoisesti syöttää käyttäjätunnuksensa ja salasanan, jotta tämä pääsy järjestelmään mahdollistuu (Apple, 2018).

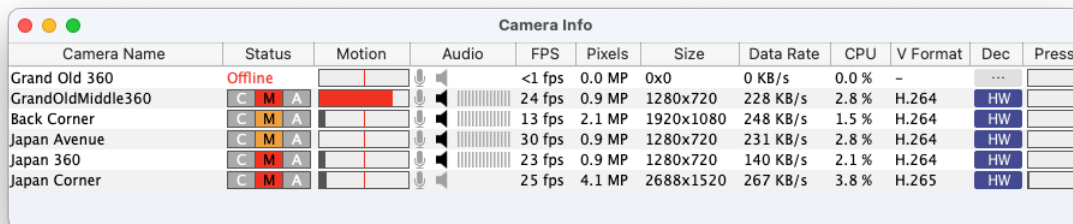
Koska tietoturvaavaoittuvuuksia ilmenee jatkuvasti, on erityisesti kameravalvontajärjestelmien osalta tietoturvan kannalta tärkeää, että järjestelmä on päivitettävissä ja että valmistaja julkaisee aktiivisesti tietoturvapäivityksiä laitteille. Heikoimmaksi lenkiksi tietoturvan osalta useimmiten osoittautuvatkin itse valvontakamerat (Diva-Portal, 2018).

IP-kameroiden suoraa pääsyä internettiin on hyvä rajoittaa ja tästä syystä käyttäjän ja kameroiden välissä on syytä olla tallennin, joka hoitaa kuvan tallentamisen itse kameroilta ja välittää tämän kuvan sitten käyttäjälle. Katselu hoidetaan joko paikallisesti tai poissa tilalta oltaessa julkisen internetin välityksellä.

5.2 VALVONTAKAMERAOHJELMISTO

Tässä asennuksessa kameratallennuksen ohjelmistoksi valittiin Ben Softwaren valmistama SecuritySpy-sovellus. SecuritySpy on vain Mac OS -käyttöjärjestemissä toimiva kameratallennusohjelmisto, joka on erityisesti optimoitu uudelle Apple M1 -prosessorille. SecuritySpy hyödyntää M1 -sirulle integroitua videoprosessointia, joka johtaa erittäin matalaan prosessorin kuormitukseen liikkuvaa kuvaa tallennettaessa. Alla olevasta kuvasta nähdään, että vaikka tallennetaan viidestä kamerasta yhtä aikaa ja kolme kameraa havaitsee liikettä, ei järjestelmän prosessorin käyttö nouse yli 15 %.

Kuva 6. Näkymä SecuritySpyn kameroiden info näytöstä, ruutukaappaus tietokoneelta.



Camera Name	Status	Motion	Audio	FPS	Pixels	Size	Data Rate	CPU	V Format	Dec	Press
Grand Old 360	Offline			<1 fps	0.0 MP	0x0	0 KB/s	0.0 %	-	...	
GrandOldMiddle360	C M A			24 fps	0.9 MP	1280x720	228 KB/s	2.8 %	H.264	HW	
Back Corner	C M A			13 fps	2.1 MP	1920x1080	248 KB/s	1.5 %	H.264	HW	
Japan Avenue	C M A			30 fps	0.9 MP	1280x720	231 KB/s	2.8 %	H.264	HW	
Japan 360	C M A			23 fps	0.9 MP	1280x720	140 KB/s	2.1 %	H.264	HW	
Japan Corner	C M A			25 fps	4.1 MP	2688x1520	267 KB/s	3.8 %	H.265	HW	

Kuva 6 havainnollistaa hieman järjestelmän tehokkuutta. Vaikka palvelin tallentaa viideltä eri kameralta kuvaa ja kolme kameraa on havainnut liikettä (punainen M - kirjain kertoo, että aktiivinen liikkeentunnistus on tapahtunut), taustalla järjestelmä suorittaa havaitusta liikkeestä objektien tunnistusta ja tekee päätöksiä, onko liike tallennettavaa vai hylättävää, ei järjestelmän prosessorikuormitus ole noussut 13 % korkeammaksi. Dec pystysarake puolestaan kertoo, että jokainen tallennettava kuvavirta on laitteistokiihdytettyä ja näin ollen sirun näytönohjain purkaa ja analysoi kuvaa.

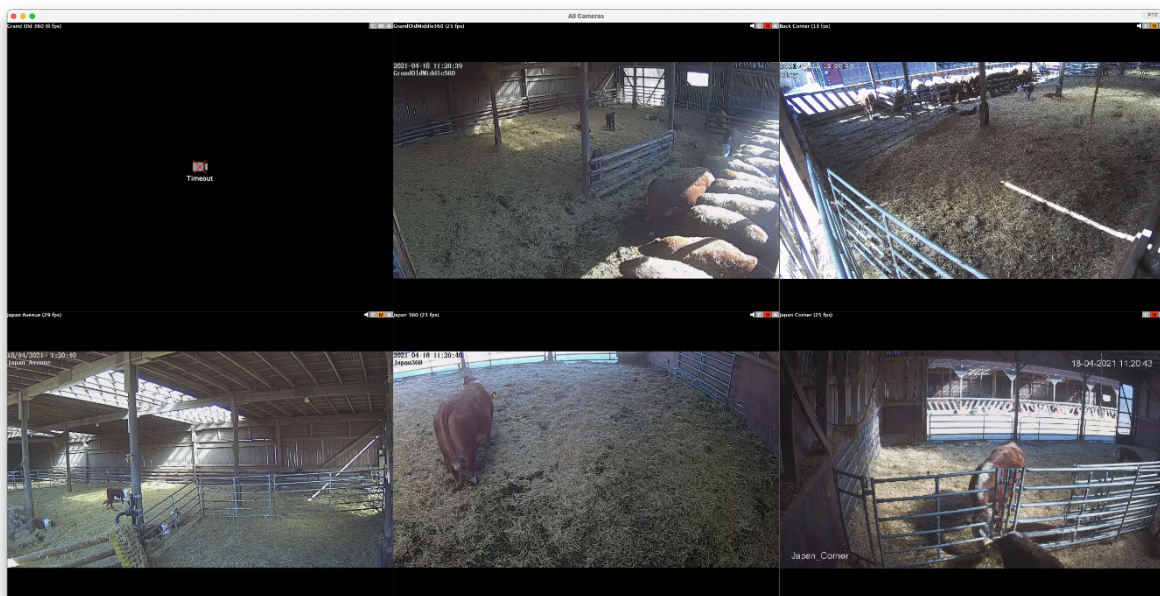
Järjestelmä kykenee analysoimaan kuvassa tapahtuvia muutoksia ja käyttämään M1 sirun Neural Engineä tunnistamaan koneoppimisen avulla objekteja ja hahmoja kuvasta. Tämä auttaa

vähentämään väriin liike-tunnistuksen mahdollisuutta, kun järjestelmä tietää suurella todennäköisyydellä, että kuvassa liikkuva objekti on auto, ihminen tai eläin (Mac o'Clock).

Ohjelmisto mahdollistaa erilaisten tallennusmuotojen käytön, vaihtoehtoisesti voidaan kamerakohtaisesti määrittää tallennettavan jatkuvasti tai tallennettavan vain, kun havaitaan liikettä kuvausalueella. Eläinten tarkkailuun kätevimmäksi toiminnoksi on osoittautunut liikkeeseen perustuva tallennus, tämä nopeuttaa tallenteen läpikäymistä, koska koko päivän tallennetta ei tarvitse käydä läpi vaan pelkkä kooste liikkeistä riittää.

Livekuvan katselu on mahdollista käynnistää järjestelmän pääikkunasta, livekuvassa nähdään kameroiden sillä hetkellä tallentamaa kuvaa. Tästä näkymästä on helppo seurata tapahtumia pihatolla reaaliajassa, näkymä on hyödyllinen erityisesti poikimisia seurattaessa.

Kuva 7. Livekuvan katselunäkymä, ruutukaappaus ohjelmasta



Liiketunnistuksen säätöihin tarvitsee aloitusvaiheessa kiinnittää huomiota, sillä kameroiden tarkkuus ja optiikan laatu, sekä kuvattava tila vaikuttavat siihen, miten herkästi ohjelmiston liike-tunnistus tulee säätää. Liian herkkä tunnistus ja kuvamateriaalia tulee paljon ja materiaalista suuri osa on turhaa. Liian matala tunnistus johtaa taas oleellisten tietojen puuttumiseen tallenteesta.

Videon tallennuksen asetuksien kohdalla oleellisinta on muokata tallennustavaksi tapa, joka koostaa koko päivän tapahtumista yhden videon. Tämän videon läpikäynti mahdollisesti nopeutettuna helpottaa kiimojen seuranta, lisäksi poikimakaudella on helppo tarkastaa, onko vasikka käynyt juomassa ternimaidot itsenäisesti.

6 TALLENTEIDEN SEURAAMINEN JA ETÄKATSELU

SecuritySpy-ohjelmistossa on sisäänrakennettu verkkosivupalvelin, joka mahdollistaa kameran suoran kuvan ja tallenteiden katselun verkkoselaimen, iPhone- tai iPad -sovelluksen avulla. Etäkatselu toimii lähiverkossa automaattisesti, mutta mikäli tallenteita haluaa katsella myös tilan ulkopuolelta, tarvitaan tähän erinäisiä muutoksia reitittimeen.

Etäkatselua varten helpoin toteutustapa on kiinteä IP-osoite internetliittymään. Useilla operaattoreilla tämä on tilattavissa oleva lisäpalvelu yritysliittymiin. Lisäksi reitittimeen on tehtävä porttiohjaus SecuritySpy-palvelinta varten, jotta ulkoverkosta päästään tallentimen verkkosivustoon käsiksi.

SecuritySpy tukee TLS-salattua tiedonsiirtoa ja ohjelmisto osaa hakea Lets Encrypt -sertifikaatin automaattisesti, kunhan oikeat portit palvelimelle on ohjattu läpi palomuurista. Ilman TLS-salausta ei verkkoliikennettä tule ohjata järjestelmään, sillä ilman salausta verkkopalvelin on haavoittuva verkosta tapahtuville hyökkäyksille.

Tilalla ei toteutettu etäkatselua tässä vaiheessa, mutta nämä muutokset voidaan tehdä järjestelmään jälkikäteen helposti.

7 JÄRJESTELMÄN KUSTANNUKSET

Kustannuksia järjestelmän päivityksestä syntyi työstä, materiaaleista, uusista verkkolaitteista, uusista kameroista, sekä uudesta työasemasta tallennusvälineineen. Huomioitavaa tässä toteutuksessa on toki siinä, että olemassa olevat kamerat hyödynnettiin ja näissä saatiin huomattava kustannussäästö.

7.1 KAMERAPALVELIN JA SEN KUSTANNUKSET

Itse kameratallentimena ja työasemana toimiva M1 Mac Mini on hinnaltaan kirjoitushetkellä noin 800 € (Verkkokauppa.com, 2021), USB-C liitäntäinen Dell UltraSharp -näyttö noin 400 € (Verkkokauppa.com, 2021) sekä LaCie USB-C RAID -kovalevy noin 850 € (Verkkokauppa.com, 2021).

Kokonaisuutena kamerapalvelimen kustannuksiksi tuli noin 2050 €, kustannuksien suhteuttamiseksi tulee huomioida työaseman käyttö myös toimistotyöhön ja valokuvien käsittelyyn. Mikäli järjestelmä olisi suunniteltu vain palvelinkäyttöön, olisi järjestelmästä karsittu pois iso levy pakka ja ammattitason graafinen näyttö. Tällöin kustannukset olisivat olleet noin 1100 €.

Lisäksi näihin kustannuksiin tulee vielä lukea itse kameravalvontaohjelmiston lisenssikustannus, joka on kahdeksalle kameralle 194 € (Ben Software, 2021).

Taulukko 1. Kamerapalvelimen kustannukset

Apple M1 Mac Mini	800 €, alv 24 %
Dell UltraSharp 27" - monitori	400 €, alv 24 %
LaCie 2Big RAID - kovalevy	850 €, alv 24 %
Ben Software Security Spy – ohjelmisto	194 €, alv 24 %
YHTEENSÄ	2247 €, alv 24 %

7.2 VERKON KUSTANNUKSET

Verkon kustannuksiin huomioidaan verkkokaapelointi, pistorasiat, itse verkkolaitteet ja kamerat. Tilan päärakennukselle valittiin kytkimeksi UniFi Switch Lite 8 PoE, jonka hinta on noin 108 €. UniFi Switch Flex PoE -kytkin ja toistin ovat arvoltaan noin 96 €, tämän lisäksi kahden UniFi Mesh Access point -tukiaseman hinta oli 96 € kappale (Ubiquiti, 2021).

Aktiivisten verkkolaitteiden lisäksi tarvittiin CAT 6 -luokan verkkokaapelia noin 150 metriä, jonka hinta oli noin 200 €, sekä muutama verkkorasiala ja liitin, noin 100 €.

Uudempaan pihattoon haluttiin lisätä vielä yksi Dahua 2K -tarkkuudella oleva IP kamera, jonka hinta oli noin 170 €.

Kokonaisuudessaan verkon rakennuskustannuksia tuli yhteensä noin 866 €, summassa ei kuitenkaan ole huomioitu tilalla valmiiksi tehtyjä kaapeleiden suojakouruja ja niiden asennustöitä, saati jo olemassa olleita valvontakameroita.

Taulukko 2. Verkon kustannukset

UniFi Switch Lite 8 PoE, kytkin	108 €, alv 24 %
UniFi Switch Flex PoE, kytkin/toistin	96 €, alv 24 %
UniFi Mesh Access point, Wlan tukiasema	96 €, alv 24 % / kpl
Verkkokaapelit, kytkentärasiat, liittimet	300 €, alv 24 %
Dahua, DH-IPC 2K kamera	170 €, alv 24 %
YHTEENSÄ	866 €, alv 24 %

8 KÄYTTÖKOKEMUKSET

Järjestelmä on ollut käytössä tilalla alkutalvesta 2020 lähtien. Muutamia korjauksia järjestelmään on tehty, kameroiden tallennusherkkyyksiä on jouduttu muuttamaan ja muutaman kameran kanssa olemme vielä hakeneet toimivia asetuksia kohdalleen. Yksi järjestelmän kaatuminen on myös koettu, mutta tästä selvittiin etäyhteyden kautta tehtävällä tuella ja järjestelmä saatiin takaisin toimintaan.

Pyysin järjestelmän tilaajaa kommentoimaan käyttökokemuksia, sekä omia näkemyksiään kameravalvonnan käytöstä eläintuotannon apuvälineenä.

Eläintuotantoon on kehitetty erilaisia seurantalaitteita, joilla voidaan havainnoida ja saada tietoa mm. eläimien kiimakierroista ja poikimisen käynnistymisestä. Laitteet ovat kuitenkin erillisiä ja palvelevat vain yhtä tuotantovaihetta tai käyttäytymistyyppiä. Lisäksi ne edellyttävät mahdollisesti myös eläinten kiinniottamista seurantalaitteiden kiinnittämistä ja poisottoa varten. Mahdolliset laitteiden päivitysohjelmat lisäävät laitekustannuksia.

Koko pihattoalueen kattava valvontakamerajärjestelmä, joka tallentaa tapahtumat, palvelee useita tarpeita eläinten valvonnassa poikimisista vasikan imemään oppimiseen ja kiimakiertojen seurantaan keinosiemennystä varten. Kamerat palvelevat myös ihmisliikenteen tallentamisessa (mahdollinen asiaton liikkuminen). Suhteessa erillisiin eläinten tuotantoa mittaaviin laitteisiin on valvontakamerajärjestelmä kustannustehokas ratkaisu, joka tuottaa paljon tärkeää havaintomateriaalia ja auttaa tuottajaa onnistumaan tuotannon ratkaisevissa vaiheissa ja tavoitteissa.

Mikään järjestelmä ei kuitenkaan ole ehdottoman toimintavarma ja se tulee jokaisen tuottajan ja karjanhoitajan tiedostaa. Kameroiden tallennukseen ei aina voi luottaa ja karjanhoitajalla tulee olla tuntuma ja osaaminen siihen mitä pihatossa tapahtuu ilmankin kameroita. Kamera-valvonta ei myöskään koskaan korvaa paikan päällä tapahtuvaa havainnointia täydellisesti. Kaikki eläinten eleet tai pihatton ilmapiiri eivät tallennu kameraan aukottomasti.

Pyörivien ja zoomattavien kameroiden viehätysvoima on kohdistettavuudessa. Moni arvostaa kameroiden kykyä tarkentaa eläinten korvamerkit luettavaksi. Pyörivät kamerat kuitenkin ovat osoittautuneet käytössä epävarmemmiksi toiminnaltaan ja kannattavampaa on sijoittaa muutama ylimääräiseen kiinteään kameraan, joilla alue saadaan luotettavasti katettua. Eläinaineksensa hyvin hallitseva karjanhoitaja tunnistaa eläimet ilmankin kameran zoomia. Lisäksi useampi kamera tuo varmuutta siltä varalta, että yksittäinen kamera jostain syystä lakkaa toimimasta.

Kameravalvonta tuo paljon rentoutta ja työtehokkuutta varsinkin intensiivisiin työjaksoihin. Tilanteiden etenemistä pihatolla on mahdollista seurata kameran kautta samalla kun tekee toimitöitä tai huolehtii omasta evästytymisestään ilman että on tietämätön esim. poikimisen vaiheesta. Kameroiden ansiosta tilanteisiin on mahdollisuus puuttua oikea-aikaisesti ilman että eläinten luontainen käyttäytyminen häiriintyy.

Kamera-järjestelmä on yksi parhaita ja kannattavimpia investointivalintoja eläintuotantoon.

9 OMA POHDINTA

Järjestelmän toteutus oli pitkälinen prosessi, jossa mietin erinäisiä vaihtoehtoja ja tapoja verkon toteutukselle. Tärkeimpänä tavoitteena oli järjestelmän helppokäyttöisyys, sekä ennen kaikkea verkon toimintavarmuus. Halusin myös verkon vikatilanteista helposti paikannettavia ja jälkikäteen selvitettäviä.

Muutoksina tähän toteutukseen jälkikäteen olisin miettinyt mahdollisuutta toteuttaa pihaton ja päärakennuksen välisen verkkoyhteyden valokuitua käyttäen, tämä olisi mahdollistanut tulevaisuutta varten nopeamman tiedonsiirron ja toiminnan kannalta vieläkin vakaamman yhteyden. Toisaalta nyt asennettu CAT 6 kaapelointi mahdollistaa verkon muutoksen valokuidulle helposti, sillä kuitumuuntimen virran syöttö voidaan hoitaa tarvittaessa PoEn kautta olemassa olevaa kaapelointia hyödyntäen. Kuituyhteyttä varten tarvitsee siis vain tehdä kuidun vetäminen ja asentaa kuitumuuntimet.

Järjestelmään on tehty käyttöönoton jälkeen muutamia ohjelmistollisia muutoksia, mm. tallennus ei toiminut tarpeeksi herkästi ja jätti tapahtumia tallentamatta. Muutimme kameroiden liiketunnistuksen herkkyyttä ja otimme käyttöön etukäteistallennuksen. Etukäteistallennus tallentaa liikkuvaa kuvaa 2 sekuntia aiemmin kuin varsinainen liiketunnistus on tapahtunut ja näin ollen saadaan varmemmin koko tilanne tallennettua.

Sähkökatkosten ja ukkostenvaralle olen ehdottanut UPS-laitetta, jolla taataan katkeamaton virransyöttö järjestelmään ja jolla toisaalta suojataan kesällä ukkosten aikana herkkiä laitteita jännitepiikeiltä.

Käyttökohteita tällaiselle kameravalvontajärjestelmälle maataloilla on useita, emolehmätuotannossa tuotannon kannattavuus on riippuvainen monesta tekijästä. Poikimakauden tiiviys ja tähän suoraan johdannaisena kiimantarkkailun onnistuminen ja siemennyskauden tehokkuus ovat tärkeä tekijä siihen, että tuotanto on kannattavaa. Poikimakauden venyminen voi johtaa nuorimman ja vanhimman vasikan välisen ikäeron olemaan useamman kuukauden, tämä näkyy suoraan laidunkauden kasvuissa.

Tiivis poikimakausi takaa tasaisemman vasikoiden kasvun tilalla ja vieroituspainot ovat yhtenäisempiä.

Jatkokehittämistä voisi olla esimerkiksi älykkäässä kuvan analysoinnissa, jolloin esimerkiksi eläimiä punnittaessa ja käsiteltäessä käsittelylaitteen yläpuolella olisi kamera, joka kuvaisi eläimet. Tätä dataa voitaisiin käyttää eläinten kuntoluokituksessa ja eläinten kasvujen analysoinnissa.

10 SANASTOA JA TERMEJÄ

PoE	Teknologia, joka mahdollistaa sähkön syöttämisen verkkolaitteille tiedonsiirtokaapelin mukana, tulee sanoista Power over Ethernet.
Kytkin	Verkkolaite, joka yhdistää verkon eri laitteet toisiinsa.
Reititin	Verkkolaite, joka reitittää ja ohjaa verkkoliikennettä verkon eri laitteiden välillä ja yhdistää lähiverkon laitteet julkiseen Internetiin.
IP kamera	Videokamera, joka välittää liikkuvan kuvan internet-protokollan välityksellä.
TLS	Transport Layer Security, salausprotokolla, jolla internet tietoliikenne voidaan salata julkisten IP-verkkojen yli.
4G	Laajakaistaiseen internet yhteyteen suunniteltu teknologia, joka toimii matkapuhelinverkossa.
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol, verkkoprotokolla, jonka päätarkoitus on jakaa IP-osoitteet verkkolaitteille.
USB-C	USB Type-C, datan ja energian siirtoon käytettävä USB liitäntä. Liittimen voi asentaa molemmin päin ja liitin tukee myös kuvasignaalin siirtoa.
WLAN	Wireless local area network, eli langaton lähiverkko.
RAID	Redundant Array of Independent Disks, tekniikka, jolla saadaan toteutettua levyrikkoontumisia sietävä tallennusratkaisu yhdistämällä useampia levyjä yhdeksi kokonaisuudeksi.

Proessori	Tietokoneen osa, jonka tehtävänä on suorittaa ohjelmien lähettämiä konekielisiä käskyjä ja ohjata laitteen toimintaa käyttäjän käskyjen mukaan.
Sandboxing	Ohjelmointitapa, jolla suoritettava prosessi tai ohjelma eriytetään omaksi irralliseksi yksiköksen tietoturvan lisäämiseksi.
Resoluutio	Kertoo kuvapisteiden määrän kuvassa tai laitteen erottelukyvyn.
PTZ	Pan, Tilt, Zoom. Etäohjattava kamera, jonka kuvausaluetta pystyy verkon välityksellä kääntämään ja kuvaa lähentämään ja loitontamaan.
UPS	Uninterruptible power supply, keskeytymätön virransyöttölaite, joka takaa akku varmistettuna sähkön saannin katkoksen aikana. Estää myös jännitepiikkien läpi pääsyn.
SoC	System on a Chip, järjestelmäpiiri, johon on yhdistetty suoritin, grafiikkaprosessori ja mahdollisia muita sivuprosessoreita

Lähteet

Apple. (n.d.). App Sandbox. https://developer.apple.com/documentation/security/app_sandbox

Ben Software. (n. d.). Buy SecuritySpy. <https://store.bensoftware.com/store-securityspy>

Cable Matters. (2020). Cat5e vs. Cat6. <https://www.cablematters.com/blog/Networking/cat5e-vs-cat6>

Diva-Portal. (2018). An Investigation of Vulnerabilities in Smart Connected Cameras. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1409755/FULLTEXT01.pdf>

Kuntatyöntäjä. (2017). Kameravalvonta on henkilötietojen käsittelyä. <https://www.kuntatyontajalehti.fi/2017/5/kameravalvonta-on-henkilotietojen-kasittelya>

LaCie. (n. d.). 2big Professional 2-bay RAID Drives. <https://www.lacie.com/gb/en/products/big/2big/>

Mac O'Clock. (n. d.). Apple Neural Engine in M1 SoC Shows Incredible performance in Prediction. <https://medium.com/macoclock/apple-neural-engine-in-m1-soc-shows-incredible-performance-in-core-ml-prediction-918de9f2ad4c>

Turva-alanyrittäjät. (2010). Kameravalvontaopas. https://www.turva-alanyrittajat.fi/doc/kameravalvonta/KAMERAVALVONTAOPAS_2010.pdf

Ubiquiti. (n. d.). Build your UniFi network. <https://eu.store.ui.com/>

Ubiquiti Help & Support. (n. d.). UniFi – Fast Roaming. <https://help.ui.com/hc/en-us/articles/115004662107-UniFi-Fast-Roaming>

Verkkokauppa.com. (n. d.). Apple Mac mini M1 256 Gt -tietokone

<https://www.verkkokauppa.com/fi/product/70591/qfjns/Apple-Mac-mini-M1-256-Gt-tietokone?list=OZCYkRikF3vMUmmzNCgFwhZXfsMU0cchZX5tMU0Z0hZX4Eqxe6DqxeRyqXO02qjISD8>

Verkkokauppa.com. (n. d.). Dell UltraSharp 25 U2520D 25" WQHD -näyttö.

<https://www.verkkokauppa.com/fi/product/71773/njcjt/Dell-UltraSharp-25-U2520D-25-WQHD-naytto?list=OZCYkRha6w8iSFGzi4cDw54yeEqBHcvq0Pc8qBzB1qd37yhoW8vha1wcio7wlhrbnlh>

Verkkokauppa.com. (n. d.). LaCie 2Big RAID 16Tt -ulkoinen kovalevy.

<https://www.verkkokauppa.com/fi/product/56846/mrtmj/LaCie-2Big-RAID-16-Tt-ulkoinen-kovalevy?list=OZCYkR50nXDN2b33NFgNg50nh9NFQX554ipET>