

Paikkatiedolla rikastetun 360° videokuvan tuottaminen ja hyödyntäminen pilvipalvelussa

Loppuraportti

Julkinen



Sisältö

1	Projektin tausta ja tavoitteet	3
2	Projektin menetelmät.....	3
2.1	Yleistä	3
2.2	Aineisto	3
2.3	Kuvan laatu	3
3	Kenttätestaus.....	6
3.1	Tie ja kohdekuvaus.....	7
3.2	Video Live Stream	8
3.2.1	Tekninen kuvaus.....	12
3.3	Työkonekuvaus.....	12
3.4	360 kuvan jatkorikastaminen muulla tiedolla	15
4	Projektin alkuperäisten tavoitteiden toteutuminen.....	16
4.1	Yhteenveto.....	16
4.2	Poikkeamat ja niiden syyt.....	16
5	Tulokset ja teknologian arvio.....	17
5.1	Tie ja kohdekuvaus.....	17
5.2	Video Live Stream	17
5.3	Työkonekuvaus.....	17
5.4	360 kuvan jatkorikastaminen muulla tiedolla	17
5.5	Ratkaisun soveltuvuus IT arkkitehtuuriin	17
6	Järjestelmän kustannus.....	19
6.1	Pilvipalvelu	19
6.2	Azure.....	19
6.3	Mobiili data.....	19
6.4	Kameralaitteisto	20
6.4.1	Päätelaiterajaus	20
6.5	Datamassat ja datan säilöminen	20
7	Tulevaisuuden mahdollisuudet 360 kuvaukselle.....	21
7.1	Lisäarvo kunnossapidolle	22
8	Yhteenveto ja etenemisehdotus	22
8.1	Tie ja kohdekuvaus.....	23
8.2	Video Live Stream	23
8.3	Arkkitehtuuriehdotus	23
8.4	Ratkaisun tietoturva-asiat	24
9	Yhteystiedot ja yhteyshenkilöt	24

1 Projektin tausta ja tavoitteet

Projektin päätavoitteena oli löytää toimintamalli, tekninen ratkaisu ja tarvittava laatutaso, jotta maastosta saataisiin kerättyä sellaista paikkatiedolla varustettua 360-videokuvamateriaalia, joka voitaisiin tallettaa pilvipalveluun myöhempää jatkojalostamista varten. Tämän lisäksi arvioitiin aineiston hyödyntämismahdollisuuksia, ratkaisuja jakaa kuvaustietoa eri käyttäjien kesken sekä ylläpitää kuvausmateriaalin historiatietoa. Selvityksen laatijana ovat toimineet Ari Immonen ja Petri Jansson. Lisäksi keskeisen panoksen selvitykseen ovat tuoneet useat YIT:n ja Tietomekka Oy:n henkilöt erityismainintana Oskari Pulkkinen ja Joni Anttila.

2 Projektin menetelmät

2.1 Yleistä

Projektissa tutkittiin ratkaisuja toteuttaa paikkatiedolla rikastettua 360-videokuvausta ja sen suoralähetystä tienpidon hoidon ja ylläpidon pilvipalveluun. Lisäksi tutkittiin mahdollisuuksia suorittaa vastaanotetun materiaalin jatkorikastamista pilvipalvelussa kokeilemalla eri kuva-analyyseknikoita sekä kuvaustiedon liittämistä myös muihin palvelussa tarjolla oleviin tietoihin.

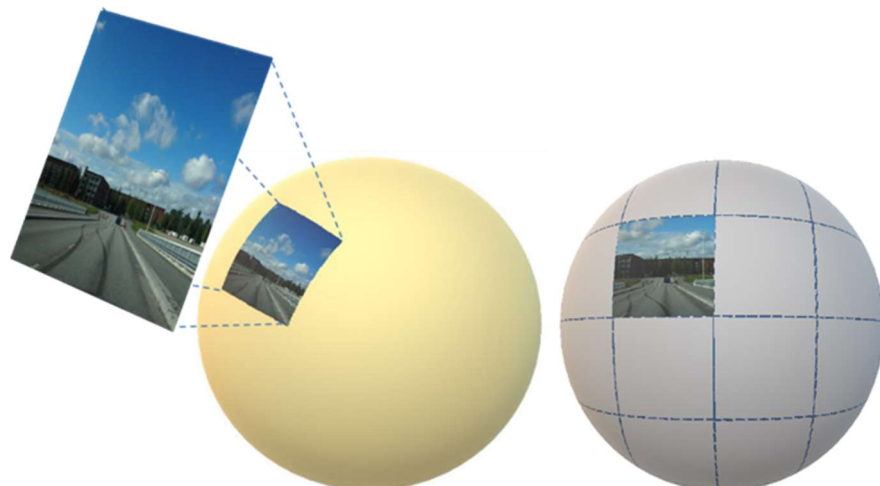
2.2 Aineisto

Kuva-aineisto ja GPS-koordinaatit välitetään langattomilla yhteyksillä suoraan pilveen, jossa dataa on mahdollista hyödyntää lähes reaaliajassa. Reaaliaikaisuus ja tiedon tuottaminen helposti pilveen käytettäväksi mahdollistaa datalle monien eri käyttötarkoitusten yhdenaikaisen toiminnan rakentamisen pilvipalvelussa. Näin ollen se ei vaadi useita eri rajapintaratkaisuja eri järjestelmien kesken.

Käyttöliittymässä toimiva karttapohjanäkymä yhdessä videon kanssa helpottaa videomateriaalin katselua ja hallintaa. Video- ja paikkatietoaineistolle voidaan luoda käyttöliittymä, jossa 360-videomateriaali sekä näiden GPS-koordinaatit ovat karttapohjalla. Videomateriaalia voidaan katsella karttapohjan avustuksella kulkusuunnassa eteen tai taaksepäin ja videomateriaali voidaan hakea kartalta muun muassa aika- ja aluerajauksella.

2.3 Kuvan laatu

Koska normaalien kameroiden ja kuvakokojen mainonnassa käytetään samaa terminologiaa, kuin 360-laitteiden kohdalla, on tärkeää ymmärtää mikä ero tasokuvien ja 360-kuvien resoluutiolla on kuvien katseltavuuden kannalta. Normaali tasokuva, kuten televisiosta tai tietokoneelta katsottava kuva, voidaan ajatella pallopinnalla nähtävänä projisoitumana tietyssä avaruuskulmassa, (Kuva 1).

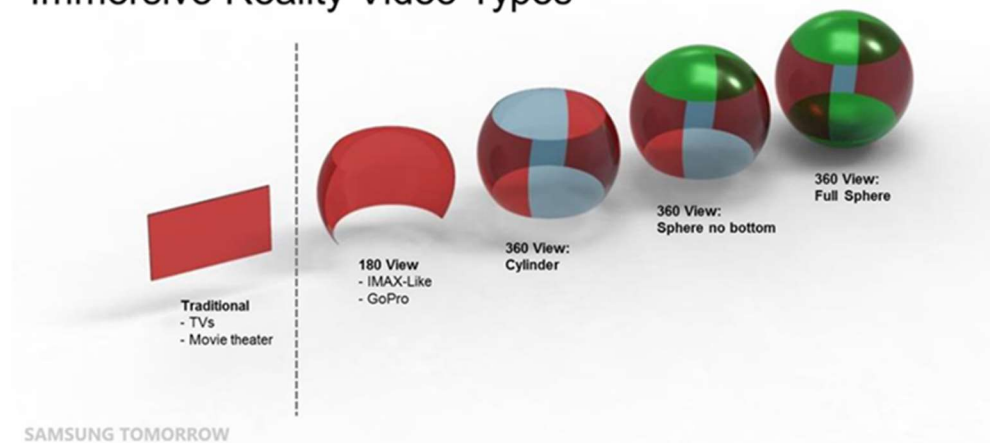


Kuva 1. Tasokuva projisoituna 360-kuvan pallopinnalle

Kun tasokuvan resoluutioksi ilmoitetaan esimerkiksi HD, kuten esimerkiksi television teräväpiirtolähetyks, on kuva ihmisten mielestä aika hyvälaatuinen. Tarkasteltaessa 360-kuvan laatua, tämä tiettyyn avaruuskulmaan tuleva HD-tasoinen tasokuva täyttää vain osan pallopinnasta, jonka 360-kuva tulee täyttämään kokonaan. Jotta pallopintaisen kuvan kuvalaatu olisi HD-tasoinen, tulisi pallo vuorata ympäriinsä useilla HD-tason kuvilla. Tämä tarkoittaa moninkertaista tiedostokokoa, joka on hyvä ymmärtää tasokuvien ja 360-kuvien tarkkuutta ja tiedostokokoa vertailtaessa.

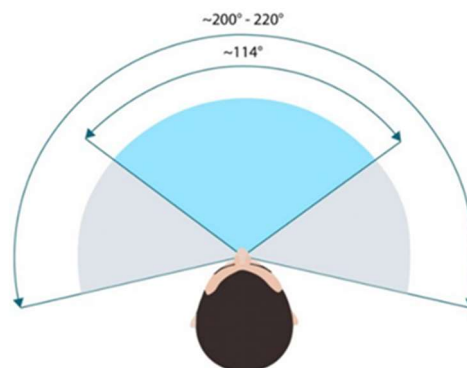
Jotta 360-kuvaan saataisiin kaikkiin katsomissuuntiin lähelle saman laatuinen kuva, kuin HD-tasokuva, koko pallopinnalle levittyviä kuva-alkioita tulisi olla yli nelinkertainen määrä. Kuva 2 havainnollistaa tason pinta-alan ja pallopinnan suhdetta.

Immersive Reality Video Types



Kuva 2. Tasokuvan tarkkuus verrattuna 360-kuvan tarkkuuteen

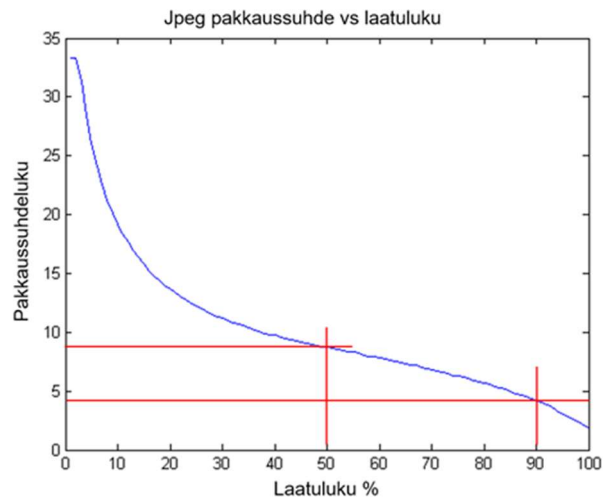
Projektissa toteutettujen kokeiluiden perusteella 360-kuvan resoluutio tulisi olla lähellä 8K (8192 x 4096) kuvaa, jotta sen laadukkuus olisi riittävä useisiin tarkoituksiin. Tällöin saadaan 90 asteen katselukulmaan HD-tasoinen kuvan laatu (leveys 2048 pikseliä @ 90°). Minimiraja käytännön kannalta menee jossain 5.7K (5760 x 2880) kuvan kohdalla, joka tuottaa 90 katselukulmaan 1.4K-tasoinen kuvan (leveys 1440 pikseliä @ 90°). 4K (4096 x 2048) kuvan tarkkuus rajoittaa jo 360-kuvien käytettävyyttä. 90 asteen katselukulmaa käytettiin referenssinä siksi että esimerkiksi nykyiset markkinoilla olevat VR-lasit tarjoavat tyypillisesti 90 – 110 asteen katselukulman. Samoin tietokoneelta katseltavien 360-kuvien näkymä on lähellä 90 astetta. Ihmisen stereonäkökenttä vaihtelee 100 – 120 asteen välillä (Kuva 3). Käytettäessä konenäköä kuvantulkintaan asia on toinen.



Kuva 3. Ihmisen stereonäkökenttä

Kuvan tarkkuuden rinnalla, kuvatiedoston koko on toinen merkittävä asia. Kuvaresoluution liiallinen kasvattaminen kasvattaa nopeasti myös tiedoston kokoa, joka vaikuttaa tallennuskustannuksiin.

Kamerat yleensä tallentavat still-kuvat jpeg-muotoon ja videot mp4-muotoon. Jpeg-kuvatiedoston koko riippuu siitä, millaista laatulukua käytetään pakkaussuhteessa samoin kuin miten pakkautuva itse kuva on. Kuva 4 esittää jpeg-tiedoston laatuluvun vaikutusta pakkaussuhteeseen. Huom. tämä kuva esittää vain erään jpeg-algoritmin tehokkuutta, eikä siten ole ”absoluuttinen totuus”. Joka tapauksessa kuva antaa yleiskuvan jpeg-pakkauksesta. Riippuen kuvasta, jpeg-kuvan laatuluku määritetään kokemuksemme perusteella tyypillisesti 50 % - 90 % välille, jolloin pakkaussuhdeluku vaihtelee noin 4 – 9 välillä.



Kuva 4. Jpeg kuvan pakkautuminen eri laatuaroilla

Alla olevassa taulukossa (Kuva 5.) on koottu yhteen eri resoluutiokokoja ja jpeg-kuvatiedoston koon arviota.

	Resoluutio 16:9 (TV) kuvasuhde		Kuvapikselit	Resoluutio valkokangas kuvasuhde		Kuvapikselit	Jpeg kuvatiedoston koon yleisarvio *)
	vaakakoko	pystykoko		vaakakoko	pystykoko		
HD (2K)	1 920	1 080	2 073 600	2048	1024	2 097 152	0.4 Mt
4K	3 840	2 160	8 294 400	4096	2048	8 388 608	1.7 Mt
8K	7 680	4 320	33 177 600	8 192	4 096	33 554 432	6.7 Mt
16K	15 360	8 640	132 710 400	16 384	8 192	134 217 728	26.8 Mt
32K	30 720	17 280	530 841 600	32 768	16 384	536 870 912	107.4 Mt
5.7K				5760	2880	16 588 800	3.3 Mt

Kuva 5. Tasokuvan resoluutiotarkkuuksia

Kuvan 5 taulukosta voidaan nähdä, että esimerkiksi 16K-kuvan tiedostokoko kasvaa jo aika suureksi, mutta 8K ja 5.7K keskimääräinen arvioitu tiedostokoon suhde kuvan monipuoliseen käytettävyyteen on vielä järkevällä tasolla.

Videokuvatiedoston kohdalla tiedoston kokoon vaikuttaa resoluution lisäksi kuvakehyksien määrä sekunnissa sekä mitä pakkaustekniikkaa käytetään, josta saadaan videolle tietty datanopeus (videon bitrate). Vertailuarvoina alla olevassa taulukossa (Kuva 6) on Googlen bittinopeussuosituksia eri YouTuben videolaaduille. 360-kuville Google suosittelee 4K-vaatimuksia.

Type	Video Bitrate, Standard Frame Rate (24, 25, 30)	Video Bitrate, High Frame Rate (48, 50, 60)
2160p (4k)	35-45 Mbps	53-68 Mbps
1440p (2k)	16 Mbps	24 Mbps
1080p	8 Mbps	12 Mbps
720p	5 Mbps	7.5 Mbps
480p	2.5 Mbps	4 Mbps
360p	1 Mbps	1.5 Mbps

Kuva 6. Googlen suositukset tavallisen YouTube videon upload datanopeuksille

Seuraavassa taulukossa (Kuva 7) on koostettu Samsung Gear 360 (2017) kameralla otetun videon metadatan perustietoja 4K-kuvanlaadulla H264/AVC pakkauksella.

File Type:	MP4
Video Frame Rate:	24
Projection Type:	equirectangular
Avg Bitrate:	61 Mbps
Image Size:	4096x2048

Kuva 7. Samsung Gear 360 videon ominaisuuksia

Tallennettavan videotiedoston kokoa voidaan karkeasti arvioida kertomalla datanopeus käytetyllä ajalla.

$$\text{Tiedoston koko [Mt]} = \frac{\text{datanopeus [Mbps]} \times \text{aika [s]}}{8 \text{ bittiä}}$$

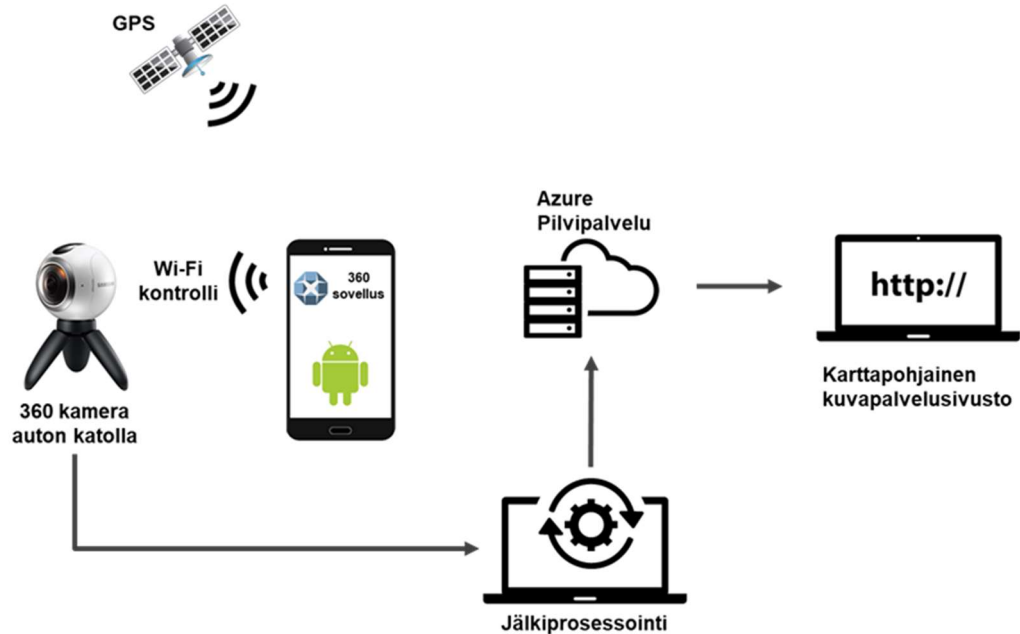
Täten 4K videon MP4-videotiedoston koko voidaan karkeasti sanoa olevan noin 460 Mt per minuutti, joka on linjassa Samsung Gear 360 kameralla kuvatun materiaalin kanssa.

3 Kenttätestaus

Maastoasennuksen tavoitteena oli testata kuinka edulliset kaupalliset ratkaisut sekä teollisuuteen tarkoitetut laitteet soveltuvat laadukkaaseen maastossa tapahtuvaan tiedonkeräämiseen ja työn raportointiin. Projektissa kokeiltiin useita eri asennusratkaisuja ja käyttötarkoituksia, samoin kuin kokeiltiin 360° still-kuvien ja 360-videon käyttöä.

3.1 Tie ja kohdekuvaus

Tiekuvauskokeilussa Tietomekka toteutti kuvan 8 mukaisen kokonaisratkaisun.

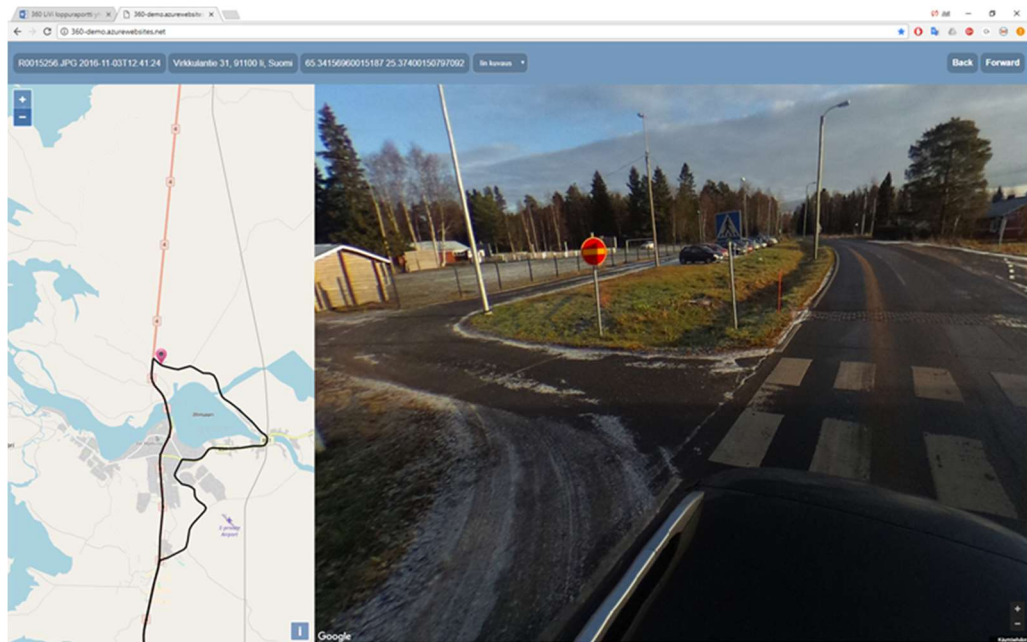


Kuva 8. 360 Tiekuvausten järjestelmäkuvaus

Projektissa Android-puhelimeen kehitettiin sovellus, joka ohjasi 360-kameraa ottamaan still-kuvia halutun etäisyyden välein toisistaan. Paikkatieto kuville saatiin puhelimen GPS-vastaanottimelta. Tämä paikkatiedolla rikastettu kuvamateriaali siirrettiin jälkikäsitellynä Azure-pilvipalvelimelle ja sinne rakennetulle palvelusivustolle, jossa 360-kuvia voitiin jälkikäteen katsoa ja pyöritellä haluttuun katsomiskulmaan <http://360-demo.azurewebsites.net/> web-sivuston kautta, (Kuva 10). Itse kuvaus suoritettiin kokeilun aikana kehitetyllä autotelineellä (Kuva 9), joka asennettiin auton katolle. Kameraa ohjaava Android-puhelin oli auton sisällä autotelineeseen kiinnitettynä.



Kuva 9. 360-kameran autoasennus



Kuva 10. Tiekuvauksen pilvipalvelun karttanäkymä

Tiekuvauksen tekniset tavoitteet olivat a) todentaa kuinka 360-kameraa voitaisiin langattomasti ohjata omalla Android-sovelluksella ja yhdistää kuvaan GPS-paikkatieto, sekä b) kokeilla kuinka kaupallista pilvipalvelua hyväksikäyttäen voidaan luoda karttapohjainen kuvienkatselupalvelu, josta 360-kuvia voidaan katsoa web-selaimella ilman että palvelun käyttäjän tarvitsee asentaa mitään omaan laitteensa.

Laadullisena tavoitteena oli testata kuinka hyvä kuvanlaatu tulisi olla, jotta se soveltuisi tienhoidon tarpeisiin. Jo kokeilun alkuvaiheessa todettiin, että senhetkiset 360-kamerat ja niiden videokuvauksen resoluutio eivät olleet riittävän hyviä tähän tarkoitukseen. Tämän vuoksi tiekuvauksessa keskityttiin 360° still-kuvien testaamiseen.

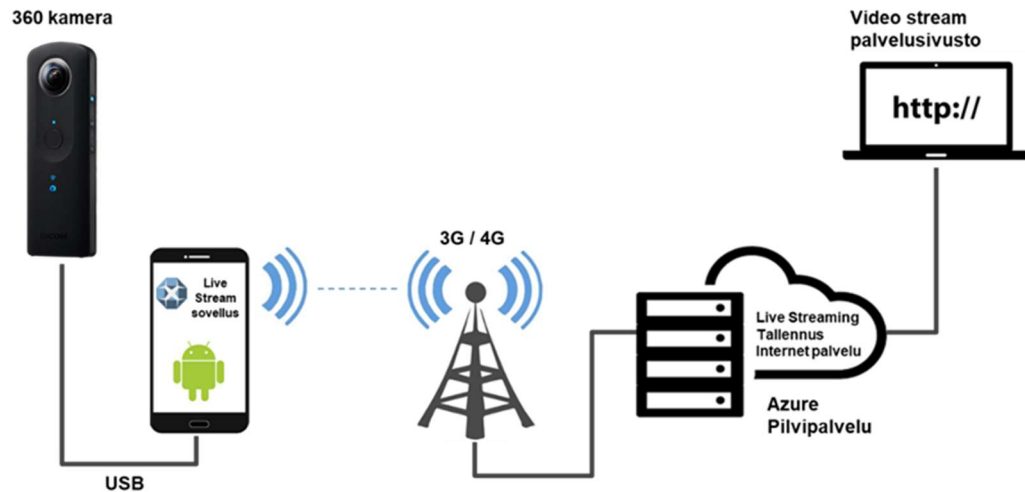
Tiekuvauskalusto koostui seuraavista osista.

Laitteisto	Malli
360-kamerat	Samsung Gear 360 ja Ricoh Theta S
Puhelin	Samsung Galaxy S6
Kameran ohjaussovellus	Tietomekan kehittämä Android-sovellus
360-kameran auton kattoteline	Tietomekan kehittämä 360-kameran kattoteline
PC	Windows 10 PC, Intel i7-sarjan prosessorilla
Pilvipalvelu	Microsoft Azure, Keski-Euroopan datakeskus

Samsung Gear 360- ja Ricoh Theta S -kameroille kehitettiin omat Android-sovellukset.

3.2 Videon livestreamaus

Vaikka tiekuvauskokeilun aikana jo huomattiin tämän hetkisen 360-videokuvaadun riittämättömyys kunnossapidon tarpeisiin, nähtiin videokuvauksen testaaminen tarpeelliseksi sen tulevaisuuden mahdollisuuksien vuoksi. Videon livestreamauskokeilussa Tietomekka toteutti kuvan 11 mukaisen järjestelmäratkaisun.



Kuva 11. 360 livestream

Tässä kokeessa käytimme Ricoh Theta S 360-kameraa. Vaikka kameran videoresoluutio huomattiin liian heikoksi, kamera valikoitui sen vuoksi, että se mahdollisti teknisesti 360-livestreamin lähetyksen. Mainittakoon, että kokeilun aikana markkinoille tuli myös muita livestreamausta tukevia 360-kameroita, joiden resoluutio on parempi, mutta olimme ehtineet jo investoida kameroihin sekä toteuttaa sovelluskehityksen ja testaamisen.

Itse kuvauksia suoritettiin kokeilun aikana aikaisemmin mainitulla autotelineellä, joka asennettiin auton katolle. Kameraa ohjaava Android-puhelin oli auton sisällä autotelineeseen kiinnitettynä ja kameran ja puhelimen välissä oleva usb-kaapeli vietiin katolla olevalle kameralle auton sivulasin välistä.

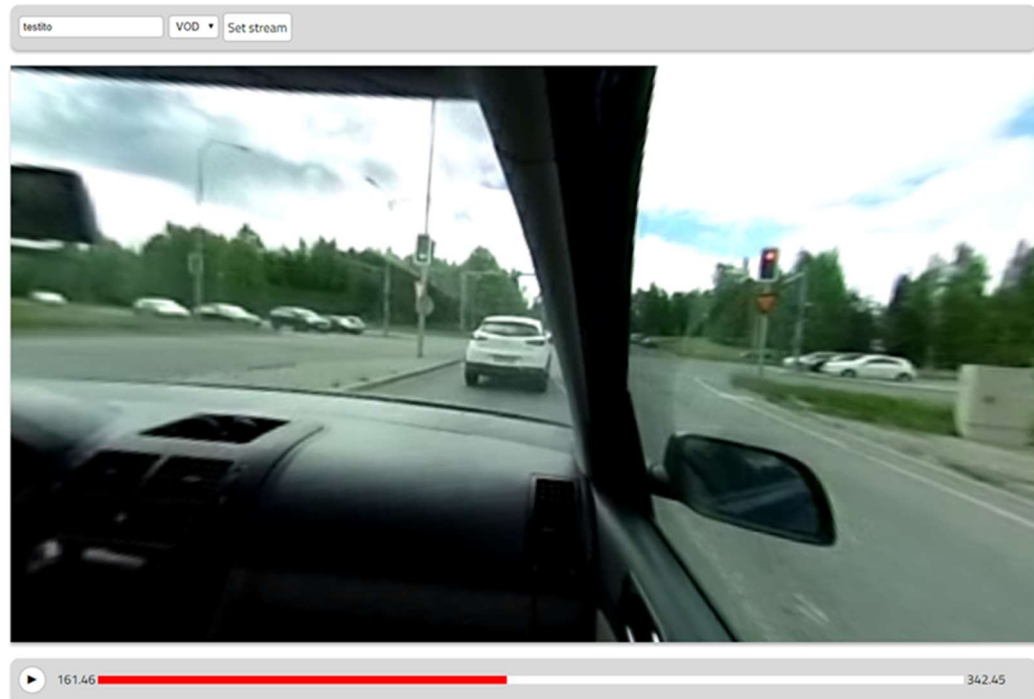
Kokeilun tavoitteena oli luoda konseptitoteutus, jolla 360-kameran tuottamaa videokuvaa voidaan siirtää pilvipalvelimelle matkapuhelinverkon välityksellä. Samoin lähetettyä videokuvaa tulee pystyä tarkastelemaan selaimella reaaliaikaisesti sekä myös lähetyksen päätyttyä.

Kokeilun teknisenä tavoitteena oli a) kehittää Android-puhelinsovellus (Kuva 12) siirtämään 360-kameran livestream langattomasti matkapuhelinverkon välityksellä Azure-pilvipalveluun, b) toteuttaa ratkaisu, miten käsitellä 360-videon livestreamaus ja videomateriaalin tallennus Azure-pilvipalvelussa, sekä toteuttaa videoiden internet-pohjainen katselupalvelu. Tallennettua ja reaaliaikaisesti lähetettävää videomateriaalia pystyi katsomaan <http://360-videodemo.azurewebsites.net/> web-sivuston kautta, (Kuva 13).



Kuva 12. 360-kuvauksen Android-sovellus

360-videodemo



Kuva 13. Kuvankaappaus 360-videoistimesta

Kokeilun aikana huomattiin seuraavia teknisiä asioita järjestelmän kannalta. Videokuva RICOH Theta S -kamerasta tulee ns. dual-fisheye-muotoisena (kaksi kalansilmäkuvaa vierekkäin, Kuva 14). Tässä muodossa kuvan hyväksikäyttö ei ole mielekästä, vaan kuvat tulee yhdistää "stitchata" equirectangular-muotoiseksi. Projektissa päädyttiin tekemään yhdistely selaimen päässä, jolloin yhdistämisvaihe voitiin hajauttaa käyttäjäkohtaiseksi ja näin ratkaisu ei rasittaisi pilvipalvelinta, varsinkin jos yhtäaikaista käyttäjiä olisi esimerkiksi useita satoja. Tällä hetkellä markkinoille on tulossa myös kameroita, jotka tekevät kuvien yhdistämisen jo kamerassa.



Kuva 14. Dual-fisheye-muotoinen videokuva

Matkapuhelinverkon kyvykyys siirtää reaaliaikaista 360-videokuvaa vaihtelee matkapuhelinverkon laadukkuuden mukaan. Kenttäkokeissa siirsimme videota sekä 3G- että LTE-verkkojen kautta. Kokeilussa emme toteuttaneet tarkoituksellisesti videokuvan puskurointia,

jotta pääsisimme näkemään todellisen langattoman tiedonsiirron toimivuuden. Käytetty Ricoh Theta S siirtää 360-videota 1920 x 1080 resoluutiolla ja 30 kuvaa sekunnissa, joka tuottaa noin 16 Mbps datanopeuden. Kokeilun perusteella tämän tason livevideokuvaa voidaan siirtää matkapuhelinverkon yli, mutta jo taajama-alueilla löytyy paikkoja, jossa siirtoyhteys ei ole riittävä ilman datan puskurointia. Tämä korostuu varsinkin, jos videon laatua (resoluutiota) nostetaan. Joka tapauksessa kenttäkokeet osoittivat, että videon siirto onnistuu.



Kuva 15. Kuvankaappaus web-palvelussa toistetusta videosta, joka on lähetetty palvelimelle huonolla yhteydellä

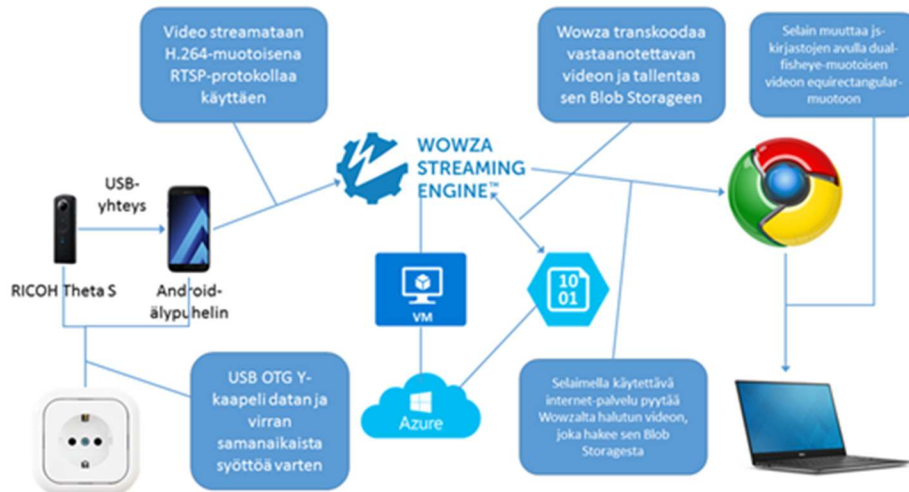
Kuitenkin on huomioitava, että aikaisemmin mainittu keskimääräinen datanopeus Samsung Gear 360 kameralla 4K@24 fps kuvalaadulla oli 61 Mbps. Tällainen datanopeus on mahdollinen myös matkapuhelinverkoissa, joissa nykyisillä liittymillä verkko-operaattorit lupaavat 150 Mbps datan nopeuksia. Näin korkea datanopeus on kuitenkin otettava huomioon mahdollisessa oikeassa toteutuksessa, sillä yli 60 Mbps matkapuhelinverkkojen nopeuksia on rajoitetusti saatavilla.

Video Live Stream kalusto koostui seuraavista osista.

Laitteisto	Malli
360-kamerat	Ricoh Theta S
Puhelin	Samsung Galaxy S6
Kameran ohjaussovellus	Tietomekan kehittämä Android-sovellus
360-kameran auton kattoteline	Tietomekan kehittämä 360-kameran kattoteline
Pilvipalvelu	Microsoft Azure, Keski-Euroopan datakeskus

3.2.1 Tekninen kuvaus

Kuva 16 kuvaa kokeilussa käytetyn IT-järjestelmän.



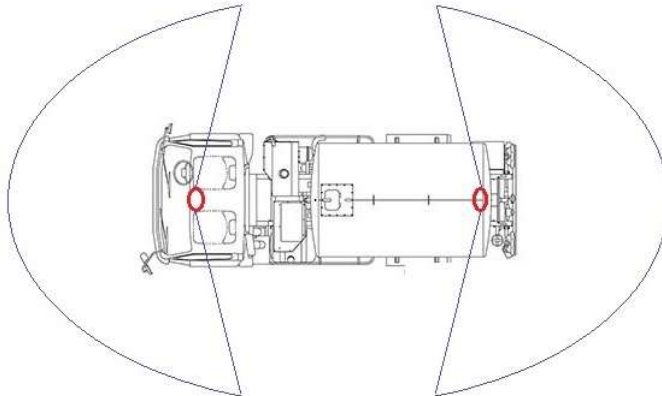
Kuva 16. Tietomekan kokeilun IT-järjestelmäarkkitehtuuri

Android-puhelimeen toteutettiin sovellus, joka kykenee hallinnoimaan ulkoista kameraa usb-rajapinnan kautta ja lähettämään kameralta saatavaa isompiresoluutioista videokuvaa halutulle palvelimelle, sekä lisäämään muuta kameran tuottamaa sensoritietoa, jolla rikastaa videomateriaalia.

Itse 360-videon tallennus pilveen toteutettiin Microsoftin Azure-palvelinalustalle, josta varattiin virtuaalikonespesifisyyksiä. Virtuaalikoneeseen luotiin Wowza Streaming Engine, joka vastaanotti sille lähetettävää videota, enkoodasi saapuvan videon haluttuun muotoon ja huolehti videon jakelusta eteenpäin. Tämän lisäksi palvelimelle luotiin plugin Wowzalle, jolla vastaanotetut videostreamit saatiin siirrettyä Azuren Blob Storageen lähetyksen päätyttyä. Lopuksi Azureen toteutettiin web-palvelu, josta 360-videokuvaa voitiin katsoa liveinä tai myöhemmin tallenteena.

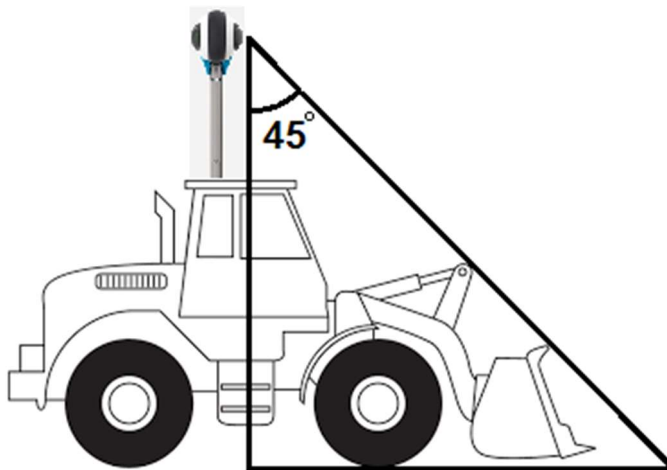
3.3 Työkonekuvaus

Työkoneessa 360-kamera voidaan asentaa kalustomallista riippuen katolle tai yli 180 asteen kamerat työkoneen eteen ja taakse. Kuorma-autoalustaisessa kalustossa 360-kameran näkökenttää rajaa kaluston suuri koko. Kuorma-autoalustaisten työkoneiden suuren korkeuden vuoksi katolle ei voida asentaa korkeaa jatkovartta laajentamaan näkökenttää. Sen sijaan suuriin ja pitkiin ajoneuvoihin voidaan asentaa etu- ja takakamerat, joissa on kummassakin yli 180 asteen näkökenttä (Kuva 17). Näistä voidaan erikseen luoda 360-kuva, joka tosin jää vääristyneeksi, johtuen kameroiden pitkistä etäisyydestä toisistaan sekä etäisyyden aiheuttamista sokeista kulmista ajoneuvon keskellä.



Kuva 17. Kuorma-auton etu- ja takakameran näkökenttä

Pyöräkuormaajan katolla olevan kameran näkökenttä on lähes sama kuin henkilöauton. 360-kamera tulee asentaa varren päähän, jossa varren pituus on työkone- / ajoneuvoikohtainen. Kameran tulee olla korkeudella, jossa sen vapaa näkymä maahan on noin 45 astetta (Kuva 18). Tällöin kuvassa näkyy tienpinnan kunto tarvittavalla tarkkuudella.



Kuva 18. Kameran korkeus työkoneessa

Laitteisto	Malli	Hinta (alv0%)
360-kamera	Giroptic 360cam	422
360-kameran lisäosa	Giroptic Ethernet Adaptor	237
Mobiilireititin	Teltonika RUT955	300
SIM-kortti	Telia 50M/50M datapaketti	16,9
Inverteri	Power Inverter DC to AC (in DC 12v 15A, out 230VAC 150W)	29,9
Pilvipalvelu	Wowza, Tietomekka	
PoE injektori	TP-LINK PoE injector (in 48VDC out 48V) TL POE150S	12,7
Muistikortti	Micro SD 16G	9,95



Kuva 19. Giroptic kuvauslaitteisto

360-kameran kenttätestauksessa toimi Giropticin 360cam. Vaikka se ei tarjoa kuvanlaadullisesti kovinkaan laadukasta kuvaa, on siinä yksi ominaisuus, jota ei kovin monesta samanhintaisesta kamerasta löydy: automaattinen kuvien liittäminen yhteen kameran sisällä eli stitchaus. Tämä mahdollistaa sen, että kuvadataa pystytään lähettämään reaaliajassa eteenpäin ilman, että sitä tarvitsee erikseen käsitellä.

360-kameran lisäksi tarvittiin myös mobiilireititin, joka mahdollisti videokuvan lähettämisen eteenpäin. Mobiilireitittimenä projektissa toimi Teltonikan RUT955, joka myös mahdollistaa paikkatiedon keräämisen GPS-pisteinä. Lisäksi laitteessa on kahden SIM-kortin ominaisuus. Tämä ominaisuus on siitä tärkeä, että laite valitsee automaattisesti kahden eri SIM-kortin väliltä sen yhteyden, joka sillä hetkellä toimii parhaiten. Mobiilireititin tarvitsi myös liittymän, ja sitä varten käytössä oli Telian 50M/50M-yhteys. Kenttätestauksessa liittymä osoittautui tarpeeksi nopeaksi, eivätkä yhteydet katkeilleet testiajojen aikana.

Edellisten lisäksi tarvittiin virransyötöt ajoneuvosta mobiilireitittimelle ja kameralle. Virransyöttö toteutettiin invertterillä, johon virta saatiin ajoneuvon tupakansytyttimestä. Kameran virransyöttö toteutettiin PoE-laitteella (Power over Ethernet), joka otti virran invertteristä ja syötti virtaa Ethernet kaapelia pitkin kameralle. Näin kamera sai yhden kaapelin kautta virran sekä internetyhteyden.

Laitteiston kenttätestaus suoritettiin taajamassa ajamalla henkilöautoa, johon laitteisto oli kytketty ajoneuvon sisäpuolelle. Kamera oli sijoitettu tuulilasin sisäpuolelle.

360-videotallennus pilveen toteutettiin kuten kappaleessa 3.2. Kameraan asetettiin tekstitiedosto, johon oli kirjoitettu vastaanottopalvelimen osoite (Azure). Kamera lähetti live stream -kuvaa Azureen käyttäen kameraan asennettua micro sd-muistikorttia puskurimuistinaan.

Datamäärät vaihtelivat lopullisissa videotiedostoissa. Koekuvausten datantuottonopeudet olivat seuraavat:

Koko Mb	Sekunnit	Mbps
796	568	1,401408
143	256	0,558594
649	887	0,73168
71,6	97	0,738144
366	601	0,608985
400	568	0,704225
796	568	1,401408

Pyöristetty keskiarvo datatuotolle oli 0,88 Mbps.



Kuva 20. Giroptic videokuvasta ruudunkaappaus

3.4 360-kuvan jatkorikastaminen muulla tiedolla

Kokeilussa selvitettiin myös, kuinka lisätä lisätietoa 360-kuviin. Kokeilun ajatuksena oli parantaa kuvien käytettävyyttä lisäämällä tietoa itse kuvaan tai kuvan metadataan. Kokeilussa testattiin ajatuksia, kuinka esittää kuvassa esimerkiksi Bluetooth, OBD-II tai muilta antureilta saatavaa teksti- tai grafiikkatietoa kuten ajoneuvon nopeus, GPS tai ajoneuvon polttoaineen hetkellistä kulutusta. Samoin tutkittiin tapoja lisätä kuviin uutta metadataa.

Kuva 21 esittää näkymää 360-videon lisätystä anturitiedosta. Anturitieto voitiin liittää 360-kuvaan haluttuun kohtaan ja pyörittämällä kuvaa, lisätieto pysyi paikallaan. Näkymän kannalta tieto ei välttämättä ollut kaikkein parhain luettava, sillä se levittyi 360-kuvan pallopinnalle, ja siten pyöritysi siinä. Tieto-objektin siirtäminen horisontissa eteenpäin vähensi tekstin vääristymistä. Joka tapauksessa kokeilussa voitiin todentaa, että tällainen kuvan rikastaminen on mahdollista.



Kuva 21. 360 videoon lisättyä vaihtuvaa anturitietoa

Tämän lisäksi testattiin kuvan metadatan manipulointia muuttamalla kuvan metadataa tai lisäämällä sinne uutta tietoa jälkikäteen. Metadatan manipuloinnilla kokeiltiin mahdollisuutta hakea kuvasta lisättyä tietoa muihin järjestelmiin esitettäväksi. Samoin tämä todettiin mahdolliseksi, joskin tämä koe toteutettiin manuaalisesti ilman suurempaa automatisointia.

4 Projektin alkuperäisten tavoitteiden toteutuminen

4.1 Yhteenveto

Tavoite	Toteutuminen
360-videokuvan livestreamaus ja vastaanotto	Toteutunut
Paikkatiedon kerääminen	Toteutunut
360-videon paikkatiedon lähetys ja vastaanotto	Ei toteutunut videolla, mutta still-kuvilla kyllä
Usean kameran laitteisto	Ei toteutunut
360-kuvan jatkorikastamista pilvipalvelussa	Osittain

4.2 Poikkeamat ja niiden syyt

360-videon paikkatiedon lähetystä ja vastaanottoa ei ehditty toteuttaa hankkeen aikana. Paikkatiedon lisääminen 360-materiaaliin kuitenkin toteutettiin still-kuville tiekuvauskokeilussa, kappale 3.1.

Kokeilussa kartoitettiin myös useamman kameran ratkaisuja. Markkinoilla tarjolla olevat ratkaisut oli kehitetty ajoneuvon lähiympäristön havainnointiin ja ajoneuvojen turvalliseen käyttöön, eivätkä näin soveltuneet suoraan tämän kokeilun tavoitteisiin. Lisäksi monikamerajärjestelmät olivat enemmän kokonaisratkaisuja vain kuljettajan käyttöön, eivätkä ne tukeneet joustavaa liitettävyyttä pilveen.

360-kuvan jatkorikastaminen keskittyi tutkimuksiin ja kokeiluihin, miten lisätä kuviin dataobjekteja sekä kuinka lisätä kuvan metadataan lisätietoa ulkoisista sensoreista. Kokeilussa ei toteutettu konenäköön liittyvää kuvan jatkojalostamista.

5 Tulokset ja teknologian arvio

5.1 Tie ja kohdekuvaus

Tie- ja kohdekuvaus olisi mahdollista tuotteistaa jo nyt oikeaksi palveluksi. Perusratkaisut ja teknologiat pilvipalvelulle on jo olemassa. Samoin kameroiden toiminnallisuus mahdollistaa laadukkaan kuvamateriaalin tuottamisen manuaalisesti ja automaattisesti. Samoin still-kuviin perustuvan ratkaisun tiedontallennusvaatimukset ovat jo tällä hetkellä hallittavissa. Suurin haaste on löytää toimiva liiketoimintamalli, jossa kuvaaminen voidaan joukkoistaa ja joka ottaisi huomioon kaikkien toimijoiden tarpeet ja olisi riittävän joustava.

5.2 Videon livestreamaus

Teknologia 360-videoiden livestreamausta varten on olemassa ja sen pohjalle voidaan rakentaa ensimmäisiä tuoteratkaisuja. Videopalvelun reaaliaikainen latenssiaika oli noin 50 sekuntia, joka tässä kokeilussa oli hyväksyttävä. Suurempi haaste on 360-kameroiden riittämätön resoluutio ja toiminnallisuus. Onneksi kameroiden kehitys on todella nopeaa ja tässä kokeilussa löydetty vaatimustasot realisoituvat mahdollisesti jo vuoden 2018 aikana. Samoin livevideon langaton tiedonsiirto matkapuhelinverkkoja hyväksikäyttäen on vielä haasteellinen. Tähän helpotusta voi tuoda matkapuhelinverkkojen nopeuden kasvu ja kattavuus 4G-verkkojen laajetessa ja nopeutuessa, samoin kuin tulevat 5G-verkot tulevat mahdollistamaan aivan uudet siirtonopeudet. Vaikka mahdollisesti livestream-kyvykkyyttä ei saataisikaan vielä muutaman seuraavan vuoden aikana toteutettua, uudet 360-videoratkaisut, jotka kykenevät puskuroimaan riittävästi kuva-aineistoa kameralaitteistoon ja lataamaan ne automaattisesti jälkikäteen pilveen, voivat kiihdyttää 360-videomateriaalin käyttöönottoa kunnossapidon tarpeisiin.

5.3 Työkonekuvaus

360-videokuvan ja GPS-paikkatietojen lähettäminen pilvipalveluun ja niiden katselu lähes reaaliajassa onnistuu nykyisillä laitteilla. Kuvan laatu testissä olleella laitteella on jo siedettävää ja siitä voi havainnoida esim. infraomaisuuden kuntoa kamerasivulla. Kuitenkaan kuvan laatu ei ole vielä sitä mitä kaivataan. Asennettaessa kamera varren päähän korkealle, jää siitä näkymä tien pintaan hyvin pieneksi ja suttuiseksi. Kamera ei näe suoraan alaspäin (Kuva 20), vaan tekee kuvan alalaitaan sokean alueen. Myös alareuna ja yläosa ovat erittäin huonolaatuista kuvaa. Testissä olleen kamerasivun valmistus on jo lopetettu ja uusia parempia kameralaitteita on tulossa.

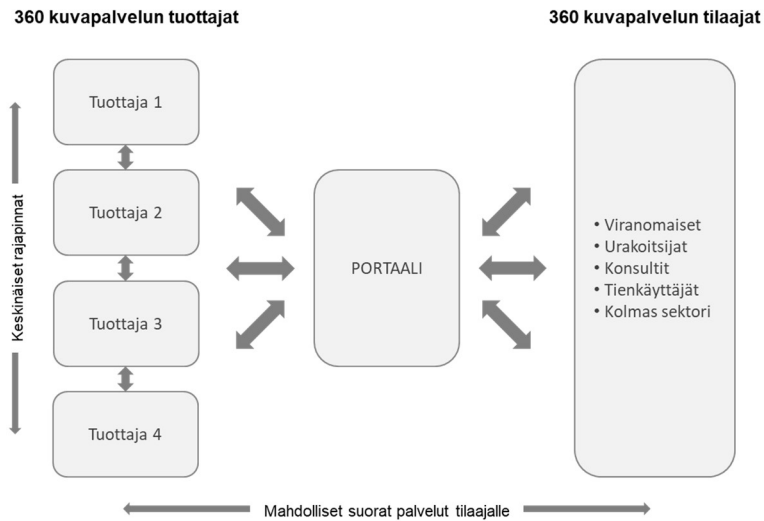
Asennettaessa kameraa työkoneeseen tulee ottaa huomioon myös kastuminen, likaantuminen ja jäätyminen. Kameralle tulee asentaa kupu, jonka sisällä on lämpövastus. Tähän tarkoitukseen soveltuvia kupuja on kuluttajatuotteina valvontakameraliikkeissä. Lämpövastus pitää kuvun sulana ja kuivana. Lämpövastus tulee olla varustettu termostaatilla, sillä usea kamera tuottaa jo itsessään paljon lämpöä kuvauksen ollessa päällä. Mikäli kuvun alla lämpötila nousee liian suureksi, voi kamera vaurioitua.

5.4 360-kuvan jatkorikastaminen muulla tiedolla

Kokeilussa todettiin, että sensoreilta saatavaa dataa on mahdollista lisätä 360-kuva-aineistoon jo tänään. Joskin täysin automaattisia ratkaisuja, joita olisi voinut integroida kuvapalveluun, emme löytäneet avoimen koodin taikka kaupallisina tuotteina. Tässä kokeilussa toteutetut ratkaisut olivat vielä manuaalisia. Löytämämme tuotteistetut ratkaisut olivat web-pohjaisia kokonaispalveluja ja ne eivät soveltuneet tämän kokeilun tarpeisiin.

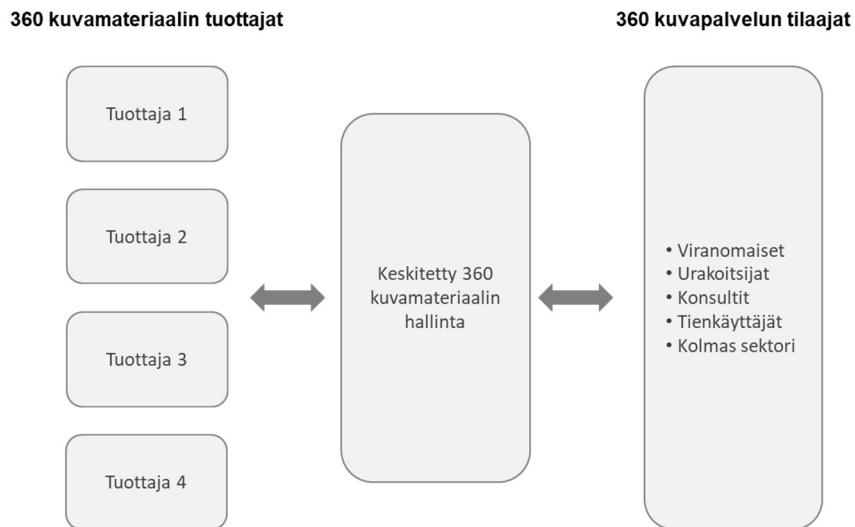
5.5 Ratkaisun soveltuvuus IT arkkitehtuuriin

Käytetty arkkitehtuuri soveltuu periaatteessa sekä portaali (Kuva 22), tai keskitettyyn IT järjestelmäarkkitehtuuriin (Kuva 23).



Kuva 22. Portaali IT-arkkitehtuuri

Portaali-malli yhdistää eri lähteet tilaajille yhdeksi palvelurajapinnaksi, josta tilaajat voivat keskitetysti selata ja ladata tarvitsemiaan aineistoja. 360-kuvapalvelun tuottajat itse vastaavat oman materiaalinsa hallinnasta. Täten Portaali on luonteeltaan enemmän käyttöliittymä eri palveluntuottajien kuvapalveluihin. Tässä kokeilussa toteutettu ratkaisu on soveltuva tuottajan IT-arkkitehtuurin malliksi.



Kuva 23. Keskitetty IT-arkkitehtuuri

Keskitetyssä ratkaisussa tuottajat tuottavat itse 360-materiaalin ja välittävät kuva-aineiston keskitettyyn hallintajärjestelmään. Keskitetty hallintajärjestelmä vastaa aineiston tallentamisesta, materiaalin prosessoinnista ja laadusta sekä palvelun ylläpidosta. Tässä kokeilussa toteutettu ratkaisu on soveltuva tuottajan IT-arkkitehtuurin malliksi. Joskin näin massiivisen ratkaisun tuottamisessa on pohdittava myös se, rakentaako keskitetyn pilven omaan konesaliin, vai käyttääkö Azurea tai muuta vastaavaa kaupallista pilvipalvelua

6 Järjestelmän kustannus

6.1 Pilvipalvelu

Kuvapalvelun kustannukset voidaan jaotella karkeasti alla olevan kuvan mukaisesti, (Kuva 24). Kustannukset voidaan jakaa videon siirto, prosessointi, tallennus ja haku kokonaisuuksiin.



Kuva 24. Pilvipalvelun kustannusrakenne

Tässä kokeilussa suurin kustannus muodostui videon prosessointikustannuksista, sen käyttämistä virtuaalikone- ja videonkäsittelylisensseistä. Seuraavaksi suurin kustannus oli videon tallennus. Kaikkiaan koko Tietomekan pilvipalvelun kustannus projektilla noin 5 kk ajalta oli vajaat 1000 euroa. Koska videoiden määrä ei tässä kokeilussa muodostunut isoksi, tästä kustannuksesta ei voi vetää minkäänlaista johtopäätöstä isomman järjestelmän hinnasta, sillä jotkut kokeilussa käytetyt lisenssit voivat tukea useampiakin livestreamausyhteyksiä.

6.2 Azure

Azuren datavarastoinnin hinta on lineaarisesti riippuvainen kerätyn datamäärän ja varastointiajan suhteen. Yksinkertaistetusti 1 TB = 10,80 €/kk.

Datamäärä riippuu erittäin paljon kerätyn videon ja kuvan laadusta. Alla muutama esimerkkilaskenta viiden auton kuukauden ajon aikana kertyvän datan varastointikustannuksista yhdeltä kuukaudelta:

Kuvanlaatu (kamera)	Autot (kpl)	Kamerat (kpl)	Datan keruunopeus (GB/h)	Keräysaika päivässä (h)	Ajopäivät (kpl)	Keräysaika kuukaudessa (h)	Data kuukaudessa (TB/kk)	Hinta Azuressa (€/kk)
Tasokuva, HD-video 740*480 20fps BluRay H.264 (huonolaatuinen)	5	2	4,03	5	30	150	6,045	65,29 €
Tasokuva, Full HD 1920*1080 20fps MPEG2 High 9.6MB/s (hyvälaatuinen)	5	2	34,6	5	30	150	51,9	560,52 €
Nokia OZO 360-kamera (8hd-kameraa per kuvausyksikkö)	5	1	667	5	30	150	500,25	5 402,70 €
Giroptic 360cam	5	1	3,168	5	30	150	2,376	25,66 €
Theta S, 360 videota 1920 x 1080 resoluutiolla ja 30fps	5	1	57,6	5	30	150	43,2	466,56 €
Samsung Gear 360 kamera 4K, 24 fps	5	1	219,6	5	30	150	164,7	1 778,76 €

Rajoitteet:

Taulukon hinnat eivät sisällä datan latauskustannuksia (datan lataaminen Azuresta merkittävä osa kustannusta). Hinnat ovat suuntaa antavia, lopullinen hinta riippuu toteutuneesta käytöstä.

6.3 Mobiili data

Kokeilussa Matkapuhelinverkko-operaattorina oli Telia ja heidän Netti Pro L -dataliittymä, jonka perustiedot olivat seuraavat.

- verkkoyhteydet: 2G, 3G, LTE

- datanopeus: max 50Mbps
- hinta: 16,90 €/kk

Kokeilussa maksimi datanopeus oli noin 16 Mbps, joka voitiin toteuttaa kyseisellä liittymällä. 4K tasoisen videon live stream vaatisi nopeamman 150 Mbps liittymän.

6.4 Kameralaitteisto

Laite	Streamaus	Stitching	GPS	Video/stillkuva	WiFi	Hinta
Moka360	Mobiililaitteisiin (puhelin, tabletti)	Automaattisesti kameran sisällä	Ei	Video 2K/30fps	On	200 \$
Samsung Gear 360	ei stream tukea	Sovelluksen kautta manuaalisesti	Ei	Video: 3840x1920 still: 7776x3888	On	249 €
Ricoh Theta S	Mobiililaitteisiin (puhelin, tabletti)	Sovelluksen kautta manuaalisesti	Ei	Video: 1920x1080 still: 5376x2688	On	399 €
Garmin Virb 360	Vain tiettyihin palveluihin (Facebook, Youtube)	Automaattisesti kameran sisällä 4K laadulle	On	Video: 5.7K/30fps tai 4K/30fps stitchattuna ja stillkuva 15 megapikseliä	On	850 €
Giroptic 360cam	Useisiin eri palveluihin	Automaattisesti kameran sisällä	On	Video 2K/30fps ja stillkuva 4K	On	249 \$
Sphericam Beast	Useisiin eri palveluihin	Automaattisesti kameran sisällä	Ei	Video 6K		yli 2500 €

6.4.1 Päätelaiterajaus

Mikään kokeilussa olleista 360-kameroista ei suoraan täyttänyt hankkeen aikana määriteltyjä laatu- ja toiminnallisia vaatimuksia. Toimiva kameraratkaisu voisi olla seuraavanlainen:

- Resoluutio:
 - o still-kuva 8K
 - o video 5.7K tai 8K
- Kuvan koostaminen (stitching) itse kamerassa
- Video encoding H265 tai vastaava.
- Video streaming vapaasti eri palveluihin
- GPS
- Gyro, kiihtyvyys ja kompassi ja automaattinen kuvan stabilointi
- Mobiiliyhteys: Langallinen (IP pohjainen) ja langaton yhteys 3G/LTE modeemiin sekä matkapuhelimeen

6.5 Datamassat ja datan säilöminen

Teoreettinen esimerkki:

Jos kaikki kuvadata säilötään 5 vuotta, jolloin säilöttävänä on viiden vuoden data, kuvaavia yksiköitä on tuhat kappaletta ja datantuottonopeus yhdellä yksiköllä on 30 Mbps, on tällöin datamassa 972000 TB ja säilöntäkustannus Azuressa noin 10 milj.€/vuodessa.

Näin ei kuitenkaan tule tapahtumaan, koska datan säilöntäkustannukset laskevat viidessä vuodessa, dataa ei säilötä tässä laajuudessa eikä säilömisperiaate ole sama. Toisaalta tässä ei ole huomioitu latauskustannuksia.

Datamassoja ja niiden säilömistä voidaan pienentää käsittelemällä ja karsimalla säilöttävää dataa säilyttämällä vain olennaiset osat datasta ja karsimalla vanhenevan datan laatua. Datamassan pienentäminen voidaan toteuttaa esimerkiksi seuraavilla toimenpiteillä.

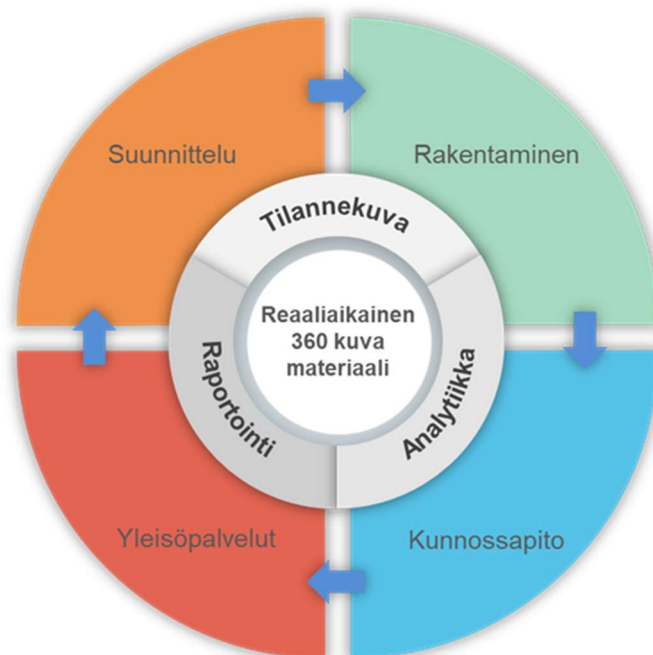
1. Videodatasta säilötään vain 1 viikko alkuperäisenä videolaatuna
2. Viikon jälkeen videosta muodostetaan tiivistettyä videota, jossa videon kuvataajuus pienennetään yhteen kuvaan sekunnissa (1 fps), jota säilötään yksi vuosi.
3. Neljä kertaa vuodessa tallennetaan ajanhetken alkuperäinen kuvamateriaali kaikista paikkapisteistä kerran, joka säilötään viisi vuotta.
4. Kuva-analyysillä tuotettua inventointitietoa, joka sisältää still-kuvia, paikkatietoa ja kuva-analyysin tuottamaa dataa säilötään viisi vuotta.

Näillä toimenpiteillä, tämän kappaleen alussa lasketun teoreettisen esimerkin määrällä (5 v., 30 Mbps, 1000 autoa) laskettuna, on datamassa 9955 TB ja säilöntäkustannus Azuressa noin 0,8 milj.€/vuodessa.

7 Tulevaisuuden mahdollisuudet 360-kuvaukselle

360-kuvauksen liittäminen erilaisiin automaatio- ja koneoppimismallisiin sekä toiminnanohjausjärjestelmiin mahdollistaa tulevaisuudessa hyvin monipuolisia ratkaisuja tehostamaan kunnossapidon toimintaa, kustannustehokkuutta sekä parantamaan laadunvalvontaa. Näistä ideoista on luultavasti vasta raapaistu pintaa.

Vaikkakin tässä raportissa pohditaan 360-kuvan lisäarvoa kunnossapidon kannalta, on hyvä ymmärtää myös laajempi kokonaisuus ja pohtia sitäkin, miten 360-kuva yhdistää eri tienpidon elinkaaren aikaisia toimintoja (Kuva 25).



Kuva 25. 360-kuvauksen hyödyntäminen ja tienpidon elinkaari

Suunnitteluvaiheessa 360-kuvat voisivat tukea esimerkiksi rakennustyömaiden tilankäytön sekä teline- ja tukirakenteiden suunnittelua, samoin kuin urakkalaskelmien tekemistä. Lisäksi tieympäristön suunnittelussa kuten viheraluerakentamisessa ja risteysalueiden muutoksissa 360-hahmotuskuvat konkretisoisivat suunnitelmia aivan uudella tavalla. Tulevaisuudessa 3D 360-kuvat voisivat tuoda lisätyn todellisuuden mahdollisuudet tuottaa entistä laadukkaampaa suunnittelumateriaalia.

Rakentamisvaiheessa reaaliaikaisen tilannekuvan jakaminen, työn etenemisen raportointi ja erilaisten helposti havainnollistavien aikasarjojen tuottaminen sekä animointi voisivat tehostaa tekemistä ja parantaa laadunseurantaa.

Lisäksi 360-kuvauksella on paljon potentiaalia koko tienpidon elinkaarenhallinnan tiedonvälityksessä, samoin kuin sen kyvykyys tuottaa lähdemateriaalia tienkäyttäjien tarpeisiin kehitettäviin MaaS-palveluihin ja mahdollisesti jopa tukemaan tulevaisuuden autonomisia autoja I2V "infra-to-vehicle" ajatuksia. Tämän lisäksi tietoa voitaisiin jakaa ja jalostaa muihin viranomaistarpeisiin kuten liikennekeskukset, poliisi, ja pelastustoimi.

7.1 Lisäarvo kunnossapidolle

Toimivalla 360-videokuvajärjestelmällä on laaja lisäarvo kunnossapidolle. Se mahdollistaa muun muassa nopeasti kuvausmateriaalin manuaalisen käyttöönoton ja historiatietojen hyödyntämisen esimerkiksi vahinkotapauksissa, laadunosoittamisessa tai työsuunnittelussa. Lisäksi se vähentää työnjohdon ja valvonnan tarvetta kiertää eri alueita itse fyysisesti ja tarjoaa mahdollisuuden kerätä kuvausmateriaalia yhdellä kertaa useammalle toimijalle. Näin vältetään eri toimijoiden käyntikertoja samoilla kuvausalueilla.

360-kameralla kuvatut maastokäynnit tuovat aika- ja resurssisäästöjä, sillä yhden toimijan tekemällä yhdellä käynnillä voidaan saada kohteesta kattavat tiedot useiden toimijoiden tarpeisiin.

Perinteisen kuvan ja 360-asteen kuvan ero käytännössä on tarvittavien ajokertojen määrässä. 360-asteen kuva kattaa yhdellä ajolla kummatkin ajosuunnat ja vähentää tarvetta ajaa sama tie toiseen suuntaan. Useakaistaisilla ja leveän keskijakajan omaavilla väylillä tosin tarvitsee ajaa kumpaankin suuntaan erikseen kattaakseen koko näkyvyyden.

Reaaliaikainen tai riittävän ajantasainen 360-kuva parantaa tilanteen raportointia ja kohteen hahmottamista ja siihen liittyvän kommunikoinnin ja toiminnanohjauksen tehokkuutta.

Kuvatiedolle on monta käyttötarkoitusta ennakoinnin, suunnittelun nykytilanteen ja historian tarkastelun tarpeisiin. Sen tuottama arvo perinteiseen kuvaukseen on huomattava esimerkiksi vahinkotapauksissa, laadunosoittamisessa tai työsuunnittelussa.

Pidemmillä aikavälillä menetelmä tuottaa joustavan alustan myöhemmin tapahtuvan automaattisen kuva-analyysin kehittämiseksi ja toimii hyvänä pohjana laajentaa ylläpidon toimintojen ja väyläominaisuuden digitalisointia ja automatisointia.

Kuva-analyysillä voidaan tuottaa mm.

- Infraomaisuuden inventointitietoa (mm. tierekisteri)
- Paikkatietoa
- Infraomaisuuden kuntotietoa (pitkä & lyhyt aikaväli)
- Urakoitsijalla lähes reaaliaikaista työtarvetietoa
- Kelitietoa
- Turvallisuustietoa

8 Yhteenveto ja etenemisehdotus

Tässä kokeilussa voitiin huomata 360-kuvausmateriaalin potentiaalisuus kunnossapidon tarpeisiin. Kokeilussa pystyttiin todentamaan, että olemassa olevan kaupallisen pilvipalveluratkaisun päälle voidaan rakentaa toimiva ratkaisu jonka peruselementit ovat jo saatavilla ja palvelua voidaan käyttää normaalilla web-selaimella. Kameralaitteisto ei vielä tällä hetkellä täytä kaikkia kokeilussa tavoiteltuja toiminnallisuuksia, mutta jo kokeilun aikana oli havaittavissa, kuinka nopeaa kameralaitteiston kehitys ja tarjonnan laajuus on. Tämä antaa vahvan luottamuksen, että lähitulevaisuudessa tarjolla on jo hyviä ja mielenkiintoisia kameravaihtoehtoja. Kaikkiaan 360-kuvaus on iso trendi maailmalla, joka mahdollistaa kaupallisten ja kustannustehokkaiden ratkaisujen syntyä.

360-kuvaukselle on jo nyt hyviä käyttötarkoituksia, jotka voidaan jalkauttaa ja ne voivat tehostaa kunnossapidon toimintaa. Varsinkin still-kuvien laatu on jo hyvää tasoa ja niiden käyttö on jo jossain määrin vakiintumassa esimerkiksi tienpidon ammattilaisten Google+ yhteisöissä.

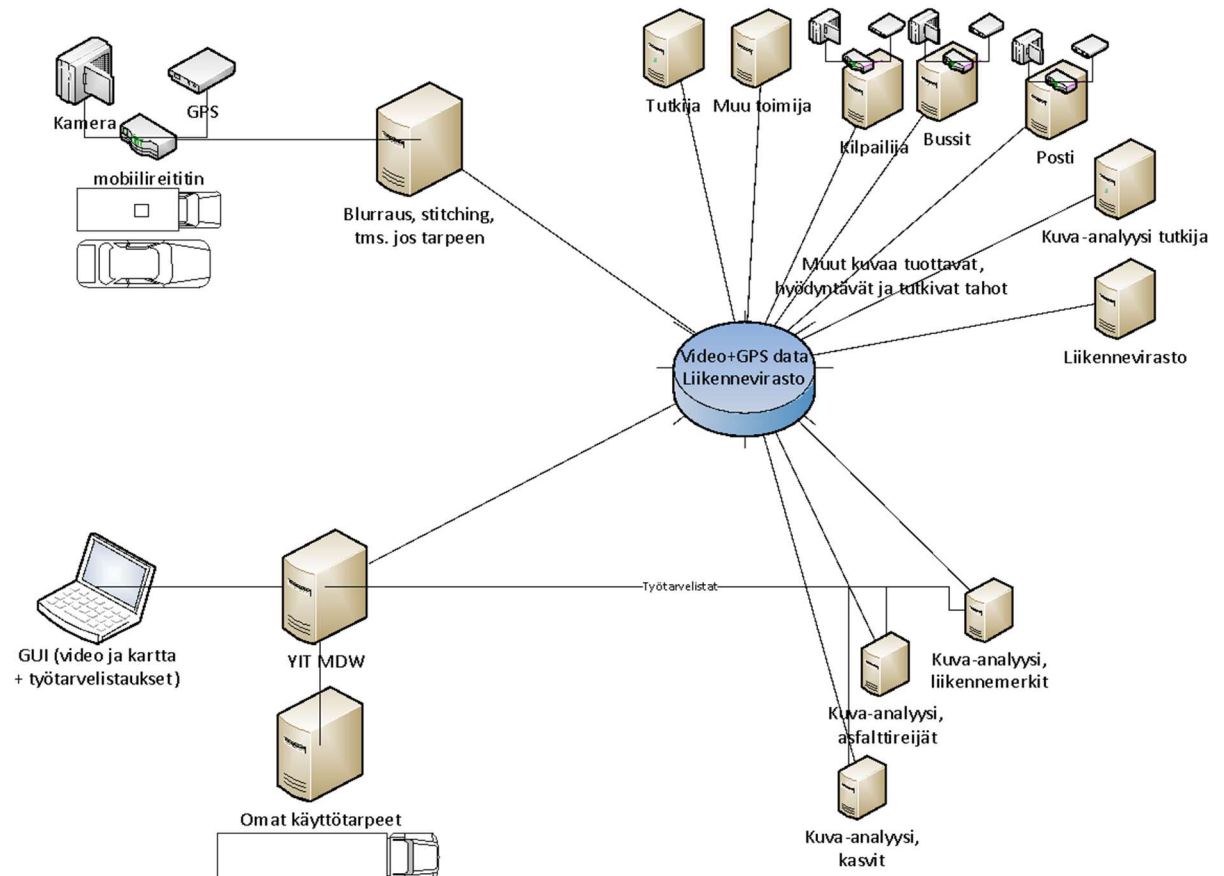
8.1 Tie ja kohdekuvaus

Uuden tyylinen tiekuvaus voitaisiin toteuttaa nopeallakin aikataululla 360°:n still-kuva-ratkaisuna. Jo useissa kokeilun aikana testatuissa tapauksissa 360-kuvan käytettävyys perinteiseen tasokuvaan on todettu paremmin tietoa koostavaksi ja välittäväksi formaatiksi. Muissa hankkeissa saadun tiedon perusteella esimerkiksi tienpidon ammattilaiset ovat tottuneet käyttämään Google StreetView tapaisia palveluja hahmottamaan kohteita ja liikkumaan kartalla ja toivoisivat samantyylistä käytettävyyttä nykyiseen Liikenneviraston tiekuva.com palveluun. Kuva-aineiston keräämisen joukkoistaminen ja ajantasaisen kuva-aineiston käyttö toisi myös uusia mahdollisuuksia tiekuvapalvelun tehokkaammalle ja laajemmalle käytölle. Täten tiekuva.com palvelun päivittäminen nykyaikaiseksi 360 kuvapalveluksi olisikin yksi konkreettinen jatkoehdotus.

8.2 Videon livestreamaus

360-videon livestreamaus voisi tukea esimerkiksi automaattisen väyläomaisuuden inventointia ja siihen liittyvän kuva-aineiston keräämistä jatkojalostamista. Samoin 360-videon hyväksikäyttö työmaan ja kohteiden raportoinnissa sekä niiden liittäminen tarkistus- ja kokousmateriaaleihin olisi luonteva ajatus raportoinnin kehittämiseksi.

8.3 Arkkitehtuuriehdotus



Kuva 26. IT järjestelmäarkkitehtuuri

Kuvassa 26 on esitetty malli, jossa Liikennevirasto kerää, säilöö ja jakaa reaaliaikaista sekä vanhaa 360-videokuvadataa usealle eri toimijalle ja tutkijalle. LiVi pitää kuvapankkia avoimena datana, johon on kaikilla pääsy sekä määrittelee rajapinnan, jonka kautta data toimitetaan valmiiksi blurrattuna (naamat, rekisterinumerot jne. henkilötiedot sumennettua) tai blurraamatta, jolloin LiVin järjestelmä hoitaa blurrauksen.

LiVi hankkii kuvadataa keräviä fleetteja, joita voi olla esim.

- Urakoitsijat
- Posti ja logistiikkayritykset
- Taksit, Uber, Bussit, ja kouluautot
- Maitoautot, puutavara- ja rekka-autot
- Tienpitäjät, konsultit ja valitut yksityiset henkilöt

On tiedostettu riskejä datan säilömisestä sen tuottajilla ilman avointa jakoa. Tällöin data siiloutuu eri toimijoille, joka lisää ajo- ja kuvaustarvetta tiestöllä ja vähentää kuva-analyysitoimijoiden mahdollisuuksia kehittyä. Yhteinen avoin data kaikesta infraomaisuudesta on kaikkien yhteinen etu, joka myös ruokkii yhteiskuntaa tuomalla dataa tutkimus ja startup-yritysten käyttöön. Kun tieto jaetaan kaikille, voivat useat eri toimijat hyödyntää tietoa omiin tarpeisiinsa.

Urakoitsija tarvitsee mahdollisimman reaaliaikaista työtarvetietoa tieverkolta, kyetäkseen korjaamaan tieverkon puutteet nopeammin. Tähän urakoitsija tarvitsee tiedon yhdessä sovittavalla rajapinnalla. Työtarvetietoa voidaan tuottaa mm. konenäöllä, havainnoimalla, anturoimalla, analysoimalla laserkeilausta jne. Kuvadatalle voi hankkia kuva-analyyseja usealta eri toimijalta. Tilaaja voi tuottaa valmista työtarvetietoa ja/tai urakoitsija voi tuottaa sitä itsenäisesti.

Urakoitsijan tulevaisuudenkuva nojaa vahvasti siihen olettamukseen, että se saa tulevaisuudessa tarkempaa ja ajankohtaisempaa infraomaisuustietoa, voidakseen tarjota entistä laadukkaampia palveluita entistä kustannustehokkaammin.

8.4 Ratkaisun tietoturva-asiat

Tutkimuksen aikana nousi esille, että Tietosuojalautakunta on määrittänyt kuvamateriaalille lupatarpeen, joka mahdollistaa kuvamateriaalin säilyttämisen ainoastaan 2 viikkoa ilman kuvan käsittelyä. Todettiin, että tässä yhteydessä Liikenneviraston, ELY-keskusten, urakoitsijoiden ja konsulttien kuvaukset ovat viranomaistoimintaa ja materiaalia hyödynnetään tämän joukon kesken eikä erillistä lupaa tarvita. Sen sijaan, jos kuvia jaetaan muille osapuolille, tulee lupa ja kuvien käsittely (blurraus) ajankohtaiseksi.

Blurraus, eli sumennus tulee tehdä avoimelle kuvadatalle. Avoimesti jaetussa kuvadatassa ei saa olla henkilötiedoiksi luokiteltava tietoja. Kuvadataa tulee käsitellä henkilötietolain mukaisesti, kunnes siitä on poistettu henkilötietolain määrittelemät henkilötiedot.

9 Yhteystiedot ja yhteyshenkilöt

YIT Rakennus Oy
Infrapalvelut Kunnossapito
Petri Jansson
Projektipäällikkö
s-posti: petri.jansson@yit.fi
puh: 050 390 3686

Tietomekka Oy
Autori Tietopalvelu
Ari Immonen
Palvelupäällikkö
s-posti: ari.immonen@tietomekka.fi
puh: 0400 970 246



**Together
we can
do it.**

