



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Mehhatroonikainstituut

Mehhatroonikasüsteemide õppetool

MHK40LT

Simo Suursild

Autokatusele paigaldatava mitmel kaameral põhineva kaamerasüsteemi ideelahendus

BSc Lõputöö

Autor taotleb
tehnikateaduste bakalaureuse
akadeemilist kraadi

Tallinn
2016

AUTORIDEKLARATSIOON

Deklareerin, et käesolev lõputöö on minu iseseisva töö tulemus.

Esitatud materjalide põhjal ei ole varem akadeemilist kraadi taotletud.

Töös kasutatud kõik teiste autorite materjalid on varustatud vastavate viidetega.

Töö valmis..... juhendamisel

“.....”201...a.

Töö autor

..... allkiri

Töö vastab lõputööle esitatavatele nõuetele.

“.....”201...a.

Juhendaja

..... allkiri

Lubatud kaitsmisele.

..... õppekava kaitsmiskomisjoni esimees

“.....”201... a.

..... allkiri

TTÜ mehhatroonikainstituut
Mehhatroonikasüsteemide õppetool
BAKALAUREUSETÖÖ ÜLESANNE

2016. aasta kevadsemester

Üliõpilane: Simo Suursild, 123736MAHB (nimi, kood)
Õppekava: MAHB02/13 Mehhatroonika
Spetsialiseerumine: Mehhatroonika
Juhendaja: Noorem-teadur, Märt Juurma (amet, nimi)
Konsultandid:

BAKALAUREUSETÖÖ TEEMA:

(eesti keeles) Autokatusese paigaldatava mitmel kaameral põhineva kaamerasüsteemi ideelahendus.

(inglise keeles) Conceptual design of car roof mounted multiple camera based camera system.

Lõputöös lahendatavad ülesanded ja nende täitmise ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Täitmise tähtaeg
1.	Tooteuuring ja kirjandusallikate ülevaade. Ideede formuleerimine.	01.04.2016
2.	Kaamerasüsteemi optiline ja riistvaraline lahendus.	15.04.2016
3.	Kaamerasüsteemi paigalduse mehaanika disain.	29.04.2016
4.	Kaamerasüsteemi liidestuse lahendus.	06.05.2016
5.	Bakalaureusetöö vormistus. Bakalaureusetöö esitamine juhendajale.	16.05.2016

Lahendatavad insenertehnilised ja majanduslikud probleemid: Projekteerida potentsiaalne lahendus autode numbrimärkide tuvastamiseks kasutades mitmel kaameral põhinevat kaamerasüsteemi, mis on kinnitatud autokatusesele. Teha vastav turu-uuring ning välja valida võimalikud ideelahendused. Mehaanika ning liidestuse süsteemi projekteerimine.

Täiendavad märkused ja nõuded: Ei ole.

Töö keel: eesti keel.

Kaitsmistootlus esitada hiljemalt: 16.05.2016 **Töö esitamise tähtaeg: 20.05.2016**

Üliõpilane Simo Suursild /allkiri/ (digitaalne) kuupäev 21.03.2016

Kontakttelefon: 53441201 E-mail: simosuursild@gmail.com

Juhendaja Märt Juurma /allkiri/ (digitaalne) kuupäev 21.03.2016

Konfidentsiaalsusnõuded ja muud ettevõttepoolsed tingimused formuleeritakse pöördel.

Sisukord

AUTORIDEKLARATSIOON	2
EESSÕNA	6
1. SISSEJUHATUS	7
1.1 Taustauuring	8
1.2 Turu-uuring.....	9
2. KAAMERASÜSTEEMI OPTILINE JA RIISTVARALINE LAHENDUS.....	11
2.1 Olulised optilised parameetrid.....	11
2.2 Valitud kaamerate optika analüüs.....	14
2.3 Olulised riistvaralised parameetrid	15
2.4 Valitud kaamerate riistvara analüüs	16
2.5 Kokkuvõte	17
3. KAAMERASÜSTEEMI PAIGALDUSE MEHAANIKA DISAIN.....	19
3.1 Jala kõrguse leidmise lahenduskäik.....	21
3.2 Jala konstruktsiooni lahenduskäik	25
3.2.1 Toru sise diameetri arvutused.....	26
3.2.2 Toru tugevus arvutused (materjal – ehitusteras S355)	27
3.2.3 Kinniti valimine.....	30
4. KAAMERASÜSTEEMI LIIDESTUSE LAHENDUS	31
5. KAAMERASÜSTEEMI MAJANDUSLIK HINNANG	32
6. KOKKUVÕTE	33
7. SUMMARY	35
8. KASUTATUD KIRJANDUS	37
9. LISA	39
9.1 Point Grey Ladybug2 1394b.....	39
9.2 Point Grey Ladybug3 1394b.....	40
9.3 Point Grey Ladybug5 USB3.0.....	41
9.4 Bublcam.....	42
9.5 Avigilon H.264 HD Multi-Sensor	43
9.6 Avigilon JPEG2000 HD	44
9.7 Pelco Optera 360°	45
9.8 iStar.....	46
9.9 Iris360.....	47

9.10 Giroptic 360cam	48
9.11 Panono camera.....	49
9.12 Nokia OZO	50
9.13 Samsung Project beyond	51
9.14 Sphericam V2	52
9.15 Immersive Media Dodeca 2360.....	53
9.16 Immersive Media Hex	54
9.17 Immersive Media Quattro.....	55
9.18 Freedom360: Elmo 360	56
9.19 GoPro ODYSSEY & JUMP	57
9.20 DUAL KODAK PIXPRO SP360-4K.....	58
9.21 iZugar Z2XC.....	59
9.22 iZugar Z3X	60
9.23 iZugar Z4XB.....	61
9.24 iZugar Z6X3D	62
9.25 Ricoh Theta S	63
9.26 Ricoh Theta m15	64
9.27 Samsung Gear 360 Cam	65
9.28 Nikon Keymission 360	66
9.29 LG 360 Cam	67
9.30 Insta360	68
9.31 Insta360 Nano.....	69
9.32 3D VR Camera – Falcon VR Camera	70
9.33 LUNA 360	71
9.34 Vuze Camera	72

EESSÕNA

Selle lõputöö teema välja pakkujaks oli Tallinna Tehnikaülikooli Mehhatroonikainstituudi noorem-teadur Märt Juurma, kes ühtlasi oli ka antud töö juures juhendajaks. Töö teema põhiliseks ajendiks oli sedalaadi toote puudumine ning sealsamas eksisteeriv reaalne vajadus selle järele. Oma uudsuse tõttu on ka enamus töös kasutatud algandmetest pärit just internetist.

1. SISSEJUHATUS

Selle bakalaureuse töö eesmärgiks on luua ideelahendus autokatusetele kinnituvale, mitmel kaameral põhinevale, panoraam kaamerasüsteemile. Süsteemi töö ülesandeks saab olema tuvastada sõidukite numbrimärke ning selle töökaik hakkab välja nägema järgmine:

- 1) operaator valib tuvastamise piirkonna
- 2) operaator annab tuvastus käsu
- 3) kaamerasüsteem otsib piirkonnast autod
- 4) süsteem tuvastab nende numbrimärgid
- 5) numbrimärgid saadetakse operaatorile

Töö ise koosneb laias laastus neljast põhilisest etapist.

Esimese etapina tuleb uurida turul olemasolevaid panoraam kaamerasüsteeme ning nende tööpõhimõtteid ehk teha turu- ja taustauuring. Selle etapi käigus tuleb veel ka välja selgitada, millised numbrimärke tuvastavad kaamerasüsteemid on juba kasutusel ning teha põgusalt ka nendega tutvust. Etapi lõpp eesmärk on aga arvestades erinevaid nõudmisi valida uuritud kaamerate seast välja sobivaimad.

Töö teiseks etapiks on välja valitud kaamerate optika ja riistvara näitajaid analüüsida. Selle eesmärk on välja selgitada nende seast parim ning juhul kui ka parimal variandil ilmneb puudusi, siis pakkuda võimalusi nende parandamiseks.

Kolmandaks etapiks selles töös on projekteerida ning välja pakkuda lahendus kaamera kinnitus konstruktsiooni tarvis. Selle käigus tuleb leida sobiv konstruktsiooni kinnitus koht ja kõrgus ning vastavalt nendele disainida vastupidav kaamera paigaldus mehaanika.

Selle töö neljandaks etapiks on projekteerida kaamerasüsteemi liidestuse lahendus, mille eesmärgiks on luua ettekujutus kuidas hakkavad erinevad seadmed süsteemis paiknema. Antud lahenduse loomine peab ka pakkuma hea ülevaate sellest kuidas süsteemi osad omavahel suhtlevad.

1.1 Taustauuring

Uuringust selgus, et on juba olemas süsteeme, mis suudavad mitme kaamera abil tuvastada autode numbrimärke kaameraid kandva auto ümbruses. Mitmeid erinevaid modifikatsioone sellest on näiteks kasutuses Ameerika Ühendriikides [1]. Kaamerate kinnituskohdadeks on nii autode katused kui ka kapotid ja tagaluugid. Süsteem ise toimib nii, et kõigepealt pildistab kaamera autot. Seejärel saadetakse see sama pilt seadmesse ning see omakorda tuvastab pildil numbrimärgi. Viimasena saadetakse number juhtimissüsteemi arvutisse, kus leitakse andmebaasist selle autoga seotud andmed.

Ka Eestis on midagi sarnast juba kasutusel, nimelt kasutab AS Ühisteenused autot mille katusel on 4 kaamerat, mis pildistavad üles ning tuvastavad autode numbrimärke parklates [2].



Sele 1 – näited sarnastest süsteemidest

Peale nende on veel olemas ka süsteemid, mis toimivad ühel kaameral, näiteks katsetavad sellist britid [3]. Nende kaamera on küll vaid ühe kaamerasilmaga kuid võimaldab siiski saada pilte 360° ulatuses ümber auto. Selle teeb võimalikuks liikuv kaamera alus. Puuduseks selle süsteemi juures on see, et korraga pole täis ulatuses 360° pilt saadaval.

Tausta uuringu kokkuvõtteks võib öelda, et kuigi loodavale süsteemile sarnaseid süsteeme juba eksisteerib, siis sellist autole kinnituvat kaamerasüsteemi, mis kasutaks ühte kaamerat, et saada täielik 360° panoraam pilt, ei paista veel laialdaselt kasutusel olevat. Seega võib väita, et sellise lahenduse välja töötamine on suhteliselt uudne kogu maailma mõistes ning väärrib lähemalt uurimist.

1.2 Turu-uuring

Auto katusele kinnitatava panoraam kaamera valimisel tuleb arvestada erinevate aspektidega. Selle töö käigus on tarvis valida kaamera, mis vastab järgnevatele tingimustele. Esmalt peab kaamera olema piisavalt hea optikaga, et võimaldada numbrimärkide tuvastamist võimalikult suurtelt distantsidelt. Teiseks peab kaamera kindlasti olema ka üsna ilmastikukindla riistvaraga, et tagada selle töö ka muutliku ilmaga Eestis. Kolmandaks peab kaamera olema sidestatud juhtsüsteemiga viisil, mis tagab katkestuste vaba stabiilse side ning neljandaks peab kaamera olema ka varustatud stabiilseima elektritoitega, mis auto külge kinnitamisel võimalik. Viimased kaks punkti on olulised just seetõttu kuna kaamera peab valmis olema tegutsema igal operaatorile vajalikul hetkel ning stabiilsus on kindlasti see, mis aitab seda tagada.

Uuringu käigus selgus, et panoraam kaamera süsteemide hulk turul on viimaste aastate jooksul oluliselt suurenenud. Turule on juba jõudnud ning on ka lähiajal jõudmas palju uusi huvitavaid lahendusi, nende hulgas ka tavakasutajatele mõeldud panoraam kaamerasüsteeme. Selliseid kaameraid on sellel aastal müüki toomas ka mitmed suurtootjad nagu näiteks Samsung, LG ja Nikon.

Kuigi turule on jõudnud/jõudmas palju panoraam kaameraid pole kahjuks aga enamus selle töö jaoks sobilikud. Mitmetest erinevatest mitte sobivuse põhjustest olid olulisemad:

- 1) Kaamera pole veel jõudnud müüki ning on alles testimise faasis.
- 2) Kaamera on mõeldud pigem hobifotograafidele ehk tavakasutajatele ja ei sobi seetõttu eriotstarbeliseks tööalaseks kasutamiseks.
- 3) Kaamera omab suurt arvu sensoreid ning sellest tulenev suudab salvestada ebavajalikult laia vertikaalse vaatenurgaga pilti (peaaegu 360° pilti).
- 4) Kaamerale puudub video salvestus võimekus.

Need põhjused aitasid töös edasi uuritavate kaamerate hulka piirata neljale. Kaamera süsteemid, mida tasub töö edasises käigus uurida, tulenevalt nende tugevatest näitajatest, on järgnevad: Avigilon H.264 HD Multi-Sensor 3 sensoriga ja Avigilon H.264 HD Multi-Sensor 4 sensoriga, Pelco Optera 360 ja Immersive Media Quattro.

Kõik need kaamerad täidavad vähemal või rohkemal määral eelnevalt kirja pandud nõudmisi. Täpsemalt käsitleb nende kaamerate optika ja riistvara tugevusi ning nõrkusi järgmine peatükk (Peatükk 2). Lisaks edasiseks uurimiseks välja valitud kaameratele on võimalik lisas (LISA) tutvuda ka kõigi turu-uuringu käigus välja praagitud kaameratega.

2. KAAMERASÜSTEEMI OPTILINE JA RIISTVARALINE LAHENDUS

Selleks, et valida kolmest eelnevalt välja valitud kaamerast (Sele 2) sobivaim, tuleb paika panna mõningad näitajad, mis peavad olema täidetud. Nendest kolm olulisemat kaamerate optikaga seonduvat on sensori resolutsioon, töökaugus, ning vaatevälja (stseeni) laius. Riistvaraliselt on olulisteks parameetriteks, mida tuleks kaamerasüsteemi juures tähele panna selle kinnitamise võimalused, korpuse ja kaamera tugevus/vastupidavus, kaamera andmeedastus võimekus, kaamera elekritoite võimalused ning kaamera mass ja mõõtmed.



Sele 2 – välja valitud kaamerad (alates vasakult: Avigilon H.264 HD Multi-Sensor, Pelco Optera 360 ja Immersive Media Quattro)

2.1 Olulised optilised parameetrid

Tähtsuset esimesele kohale tuleb kindlasti paigutada resolutsioon. Selleks aga, et selgitada välja vähim vajalik resolutsioon on kõigepealt vaja leida kaamera suurim töökaugus ning selle hallatava stseeni laius.

Esmalt oleks mõistlik määrata umbkaudne suurim töökaugus (ingl. k. *Working Distance, WD*). Selleks on määratud kaamerasilma keskpunktist kaugus 18,5 m. See on tingimuseks määratud seetõttu, et kui auto mille katusel see kaamera paikneb, asetseb 4-realise tee pervel nii, et pool autost on tee peal, peab kaamera suutma tuvastada risti ka kõige kaugemal rajal sõitva auto numbrimärgi. Kauguse tuletamiseks on kasutatud järgnevaid arvutusi:

$$k = l - \frac{l_a - l_n}{2} \quad (2.3)$$

$$k = 4,8 - \frac{1,8 - 0,47}{2} = 4,135 \text{ m} \approx 4,1 \text{ m}$$

kus tuvastatava auto numbrimärgi kõige kaugema punkti kaugus radade vahelisest katkendjoonest juhul kui auto liigub tee ääres – k
 Eesti 4-realise tee ühe raja laius – $l = 4,8 \text{ m}$ [5]
 tuvastatava auto laius – $l_a = 1,8 \text{ m}$
 Eesti numbrimärgi numbri ala laius – $l_n = 0,47 \text{ m}$ [4]

$$WD = (n \cdot l) + k \quad (2.4)$$

$$WD = (3 \cdot 4,8) + 4,1 = 18,5 \text{ m}$$

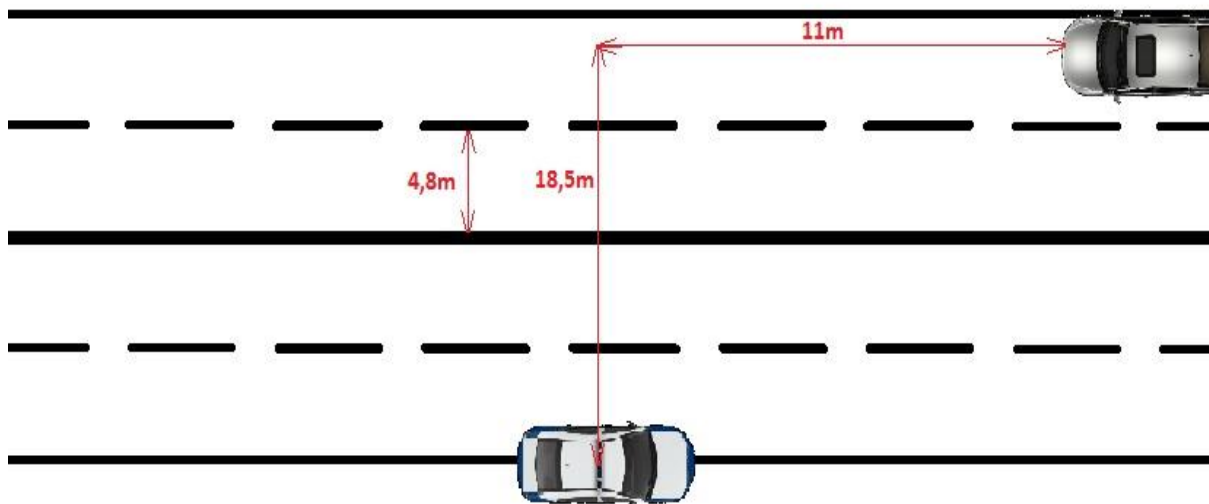
kus kaamera ja tuvastatava auto vahele jäävate radade arv – $n = 3$

Järgmisena tuleb paika panna vaatevälja stseeni umbkaudne laius. Selle määramiseks tuleb arvestada, et valitud kaamerate seas on kõige väiksem kaadri salvestus sagedus 12,5 fps (ingl. k. *frames per second*) ehk 1 kaader iga 0,08 sekundi järel. See omakorda tähendab, et auto numbrimärk peab olema kaamerale tuvastatav vähemalt 9 m ulatuses. See tingimus peaks vältima seda, et auto, mille numbrimärki tuvastatakse, jõuaks suurel kiirusel jääda kahe kaadri vahele. Antud olukorras peaks auto 9 m läbima ajaga, mis jääb alla 0,08 sekundi. See teeb kiiruseks vähemalt $9/0,08 = 112,5 \text{ m/s}$, mis on võrdne 405 km/h. Veel tuleb arvestada, et kaamera jaoks pole numbrimärk tuvastatav umbes 2 m ulatuses, siis kui auto liigub peaaegu kaameraga risti. Antud nõudmised arvestavad, aga ainult poolt kaamerasilma vaateulatust, sellest tulenevalt peab tegelik vaatevälja laius (ingl. k. *Field of view, FOV*) olema vähemalt:

$$FOV = (x + y) \cdot m \quad (2.5)$$

$$FOV = (9 + 2) \cdot 2 = 22 \text{ m}$$

kus vaatevälja laius – FOV
 kaamera pool tuvastus ala laiusest – $x = 9 \text{ m}$
 kaamera pool tuvastamatu ala laiusest – $y = 2 \text{ m}$
 kaamera poolte arv – $m = 2$



Sele 3 – kaugused

Arvestades vaatevälja laiuseks 22 m ning kasutades kaamerate sensorite vaatevälja vertikaal nurkasid on võimalik välja selgitada ka 18,5 m asuva vaadeldava välja umbkaudne kõrgus.

Vaateväljade nurgad on saadud all oleva valemiga või kaamera andmetest.

$$AFOV = \tan^{-1} \left(\frac{h}{2f} \right) \quad (2.6)$$

kus vaatevälja nurk – $AFOV$
 sensori külje pikkus (horisontaalis või vertikaalis) – h (LISA)
 fookus kaugus – f (LISA)

Immersive Media Quattro:

$$AFOV = 2 \cdot \tan^{-1} \left(\frac{5,01}{2 \cdot 2,94} \right) = 80,86^\circ \approx 80^\circ$$

Ülejäänud kolme kaamera vertikaalseteks vaatenurkadeks on 73° (LISA). Vaatevälja kõrguse arvutamiseks on aga kasutatud Immersive Media Quattro vertikaalset vaatenurka. Seega kui kaamera ühe sensori horisontaalseks vaatenurgaks lugeda 90° ja vastavalt vertikaalseks nurgaks 80° on 22 m vaatevälja laiuse korral selle kõrguseks 20 m, kuna $(80 \cdot 22) / 90 \approx 20$ m (ristkorrutis).

Nüüd kui on määratud nii kaamera vajalik töökaugus ning selle ühe sensori stseeni laius ja kõrgus, saab arvutada ka vajamineva vähima resolutsiooni. See peaks kaameral olema vähemalt nii suur, et salvestus, mis on tehtud 18,5 m kaugusel asetsevast ning 22 m pikkusest teelõigust, võimaldaks eraldada pildilt 7 mm laiuseid ja 49 mm kõrguseid objekte. 7 mm on valitud sellepärast, et eesti numbrimärgil asetseva kõige väiksema

suurusega sümboli „i“ laius on täpselt nii palju (tabel 1). Kõige väiksem kõrguseks on valitud 49 mm kuna see on väikseima suurusega sümboli „i“ kõrguseks (tabel 1). Sellest kõigest tulenevalt peab 1 piksli maksimaalne laius olema 7 mm ja kõrgus 49 mm (tabel 1). Lisaks tuleks veel ka tähele panna, et numbrimärgi numbrite ja tähtede vahele peab jääma vähemalt 1 piksel selleks, et need oleks üksteisest eraldatavad ja eraldi seisvaid sümboleid oleks võimalik tuvastada. Sellest kõigest tulenevalt on arvutuslikult saadud vähimaks vajalikuks ühe sensori resolutsiooniks 3145x410.

Vähima vajaliku resolutsiooni leidmine:

$$r_h = \frac{l_h}{p_l} \quad (2.1)$$

$$r_h = \frac{22}{7 \cdot 10^{-3}} = 3142,85 \approx 3145$$

kus resolutsioon horisontaalis – r_h
 vaatevälja laius horisontaalis – $l_h = 22$ m
 vähim piksli laius – $p_l = 7$ mm = $7 \cdot 10^{-3}$ m

$$r_v = \frac{l_v}{p_k} \quad (2.2)$$

$$r_v = \frac{20}{49 \cdot 10^{-3}} = 408,16 \approx 410$$

kus resolutsioon vertikaalis – r_v
 vaatevälja laius vertikaalis – $l_v = 20$ m
 vähim piksli kõrgus – $p_k = 49$ mm = $49 \cdot 10^{-3}$ m

Tabel 1 [4]

Kõrgus	Kirjamärkide mõõtmed						
	Laius						
	numbrid			tähed			
	1	3	üle- jäänud	A	I	J	L
49	14,5	27	28	42	7	24	28

2.2 Valitud kaamerate optika analüüs

Uurides nende valitud kaamerate andmeid selgus, et resolutsiooni osas on kõige parema sobivusega Immersive Media Quattro, mille üks sensor suudab salvestada filmi

resolutsiooniga 4400x1550. Teiste kolme kaamera, Avigilon H.264 HD Multi-Sensor kaamerate ja Pelco Optera 360, sensorid suudavad salvestada resolutsioonis 2048x1536 ja seega ei vasta miinimum resolutsiooni nõudmistele. Suurim vahe nende kaamerate puhul on just horisontaalis salvestatavate pikslite arv, mis on minu töös isegi olulisem kui vertikaalis kuna antud olukord vajab suuremat teravust.

Ka töökauguse osas on jällegi eelis kõrgema resolutsiooniga kaameral ehk siis Immersive Media kaameral. Nimelt võimaldab suurema täpsusega/detailsusega salvestus eraldada ka numbrimärke suuremalt distantsilt. Üldistusena võib öelda, et mida suurem on resolutsioon, seda rohkem arusaadavat infot jäädvustatakse pildile.

Erinevalt eelnevatest punktidest on vaatevälja laius kõigil kaameratel sama kuna tegemist on 360° panoraam kaameratega. Erinevus nende kaamerate vahel, seisneb vaid iga kaamera sensorite vaateväljade kõrgustes. Ka selles osas on kõige suurema näitajaga Quattro panoraam kaamera sensorid. Täpsemalt on selle kaamera iga sensori vaatevälja vaatevälja kõrguseks, 22 m laiuse vaatevälja korral, umbes 20 m. Teisel kolmel kaameral jääb see näitaja natuke väiksemaks. Seega omab Immersive Media kaamera ka siinkohal eelist nii Avigilon H.264 HD Multi-Sensor kaamerate kui ka Pelco Optera 360 kaamera ees.

2.3 Olulised riistvaralised parameetrid

Riistvaralistest parameetritest, mida tuleks kaamera valimisel arvestada, on üks kõige olulisemaid kinnitamise võimalus. Kinnitus katusele peaks olema võimalikult lihtne ning ka samas vastupidav. Juhul kui kaamera peaks töötamast lakkama siis on vahetus kiire ja sujuv ning süsteem oleks väljalülitatud vaid lühikeseks ajaks.

Kaamerasüsteemi vastupidavus peaks, aga olema piisav, et pidada vastu nii kõige keerulisematele ilmastikutingimustele kui ka pörutustele, löökidele ja vibratsioonile. Ilmastikukindluse tähtsus on tingitud just sellest, et kasutus asukohaks on sellel süsteemil planeeritud Eesti. Pörutustele, löökidele ja vibratsioonile peab see, aga vastu pidama kuna asetseb suure tõenäosusega jäiga kinnitusega auto katusel.

Andmeedastus osas on oluline, et süsteemi töö oleks võimalikult sujuv ja katkendlikust esineks minimaalselt. Sellega saaks arvatavasti kõige paremini hakkama

andmeülekanne kaabliga. Katkestuste jaoks võiks ettevaatusabinõuna olla kaamera küljes kasutusel andmete salvestuseks mingit tüüpi andmekandja.

Elektritoite jaoks oleks parim lahendus kasutada auto elektrivõrku ning tagavaraks veel ka eraldi akut. See lahendus pakuks parima kindlusega elektritoidet ning juhul kui toide auto akult katkeb saab kaamerasüsteem mõnda aega veel salvestada kaamera isiklikule andmekandjale kasutades toitenä endä varu akut.

Massi ja mõõtmete osas annaks parima tulemuse lahendus, kus mõlemad need suurused on võimalikult väikesed. Sellise lahenduse kasutamine on oluline kuna auto katusel asetsev väiksemate mõõtmete ning massiga keha mõjutab oluliselt vähem auto kütusekulu ning on lihtsamini katusele kinnitatav.

2.4 Valitud kaamerate riistvara analüüs

Alustades kinnitus tüüpidega, siis neid on nendel kaameratel laias laastus 2. Esimesena Immersive Media Quattro kaamera tüüpi kinnitus ning teisena Avigilon H.264 HD Multi-Sensor ja Pelco Optera 360 kaamerate tüüpi kinnitused. Kui Quattro kasutab kinnitus võimalusena kolmjala auku, siis teised 3 kaamerat pakuvad parima kinnitamise võimalusena tasapinnale 4 kruviga kinnitust. Kokkuvõttes võibki öelda, et ka selles kategoorias pakub Quattro lihtsamat ja seetõttu ka parimat lahendust.

Tugevus/vastupidavus on üks ainsaid parameetreid, mis on kõigil nendel 4 kaameral väga heal tasemel. Nii Immersive Media kui ka Pelco ja Avigiloni 2 kaamerat võimaldavad endä kaamera kaitseks soetada erinevaid korpuseid. Nende kõigi vastupidavus näidud on piisavad, et igäüks neist sobiks antud olukorras kasutamiseks. Kõige parema kaitstusega on äga Avigiloni kaamerad, mis pakuvad kaitset temperatuuri vahemikus -40 – 50 °C ning niiskuvahemikus 0 – 95 %. Lisaks pakuvad need ka head kaitset põrutuste, vibratsiooni ja löökide eest ning omavad ka sellekohast sertifikaati.

Ka andmeedastus on nendel kaameratel sarnane. Kõik vaatluse all olevad kaamerad kasutavad andmeedastuseks CAT-5 kaabliga *Etherneti*. Lisaks on kõigil peale Quattro kaamera olemas ka andmesalvestus võimalus kaamera küljes asetsevale mälukaartile. Sellest tulenevalt võib ka siinkohal lugeda väikse eelise äga paremateks variantideks neid

kaameraid, millel on tagavara andmesalvestus võimekus ehk siis antud juhul Avigiloni ja Pelco kaamerad.

Elektritoite vallas on kaamerate näitajad suhteliselt erinevad. Nii Avigiloni kui ka Pelco kaamerad pakuvad lisaks veel võimalust kaamera juurde soetada tagavara aku, mis on nende puhul väike eelis Quattro ees. Peale selle pakub veel Pelco huvitava lahendusena „Power Over Ethernet+“ ehk toidet koos *Etherneti* kaabliga, mis vähendab kaablite arvu ning muudab süsteemi kompaktsemaks. Teistel kahel kasutatakse elektritoite jaoks tavalisemat, eraldiseisva kaabliga varianti. Nii Avigiloni kui ka Quattro kaamerad toituvad kaabli kaudu alalisvoolust, mille pinged on vastavalt 24 V ja 9-28 V. Siinkohal räägib Quattro kasuks see, et tema süsteemi juurde kuulub veel ka seade (Sele 2), mis võimaldab toidet spetsiaalselt auto elektrisüsteemist.



Sele 4 – Immersive Media ImRecorder [6]

Võrreldes kaamerate masse ja mõõtmeid selgub, et ka selles osas on parimate näitajatega jällegi Quattro kaamerasüsteem. See kaalub vaid 0,567 kg ning on kujult kuubik mõõtudega 95,25x95,25x95,25 mm. Kaalu osas on see Pelco kaamerast umbes 3 korda kergem ning Avigiloni kaameratest isegi kuni 7 korda kergem. Mõõtudelt on teised vaadeldavad kaamerad aga umbes 1,5 – 2 korda suuremad.

2.5 Kokkuvõte

Kokkuvõttes seda analüüsi võib öelda, et sobivaima nii optilise lahenduse kui ka riistvaralise lahenduse pakkujaks on Immersive Media Quattro kaamera. See kaamerasüsteem täidab kõige suuremas osas vajalikke nõudmisi. Kahjuks on ka sellel kaamerasüsteemil mõned puudused nagu, tagavara elektritoite ja kaamera küljes asetseva andmekandja puudumine. Neid puudusi korvab, aga heade näitajatega (Sony CCD sensorid resolutsiooniga 4400x1550) optika ning riistvara, mille puhul on juba

arvestatud autole kinnitamise võimalusega. Valiku asjakohasuse kinnituseks on all toodud ka nende kaamerate põhi andmete võrdlus tabel (Tabel 2).

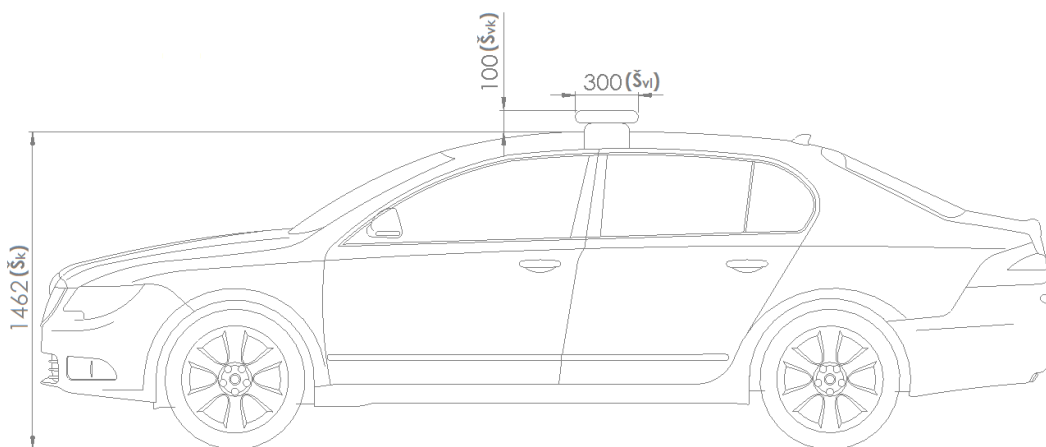
Tabel 2

	Immersive Media Quattro	Pelco Optera 360	Avigilon H.264 HD Multi-Sensor
1 sensori resolutsioon ; sensorite arv	4400x1550 ; 4	2048x1536 ; 4	2048x1536 ; 3 või 4 (oleneb mudelist)
vaatenurk (horisontaal x vertikaal)	360°x80°	360°x73°	360°x73°
kaadrisagedus	kuni 15 fps	kuni 12.5 fps	3 sensoriga mudel: kuni 20 fps ; 4 sensoriga mudel: kuni 15 fps
mõõtmed	95.25x95.25x95.25 mm ; koos korpusega umbes: 100x100x100 mm	kuni 178x157.5 mm (HxØ oleneb mudelist)	kuni 299.7x226 mm (HxØ oleneb mudelist)
mass	567 g	kuni 1700 g (oleneb korpusest)	2180 - 3900 g (oleneb mudelist)
hind	23 855 € + maksud (komplekti hind)	2135 € + maksud	3 sensoriga mudel: 1600 € + maksud ; 4 sensoriga mudel: 1800 € + maksud

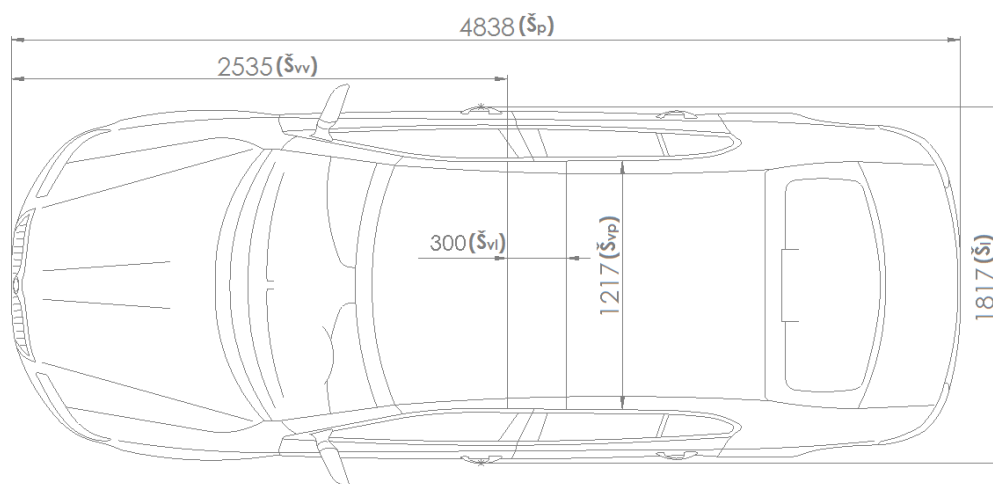
3. KAAMERASÜSTEEMI PAIGALDUSE MEHAANIKA DISAIN

Kaamera süsteemi kaamera osa paigutuseks olen valinud auto katuse kuna seal on kõige parem ülevaade auto ümbrusest 360 kraadi. Katusele kinnitamise puhul tuleb arvestada aga sellega, et seal paikneb ka vilkur. Seda fakti arvesse võttes on kaamera kinnitamiseks kõige mõistlikum koht vilkuri konstruktsiooni küljes, täpsemalt vilkuri peal või kohal. Sedasi oleks detailide üksteise segamise faktor kõige minimaalsem. Vilkurite konstruktsiooni külge kinnitamisel tuleb arvestada ka sellega, et vilkurite enda materjaliks on peaaegu täielikult plast. Seega oleks kaamera konstruktsiooni kinnitus kohaks kõige parem koht just vilkurite katuse raam, mille materjaliks on metall. Lühidalt kokkuvõttes tuleb kaamera asetada katusele vilkurite peale või kohale ning kinnitada vilkurite raami külge selleks, et saavutada vastupidavam ning kõige jäigem kinnitus.

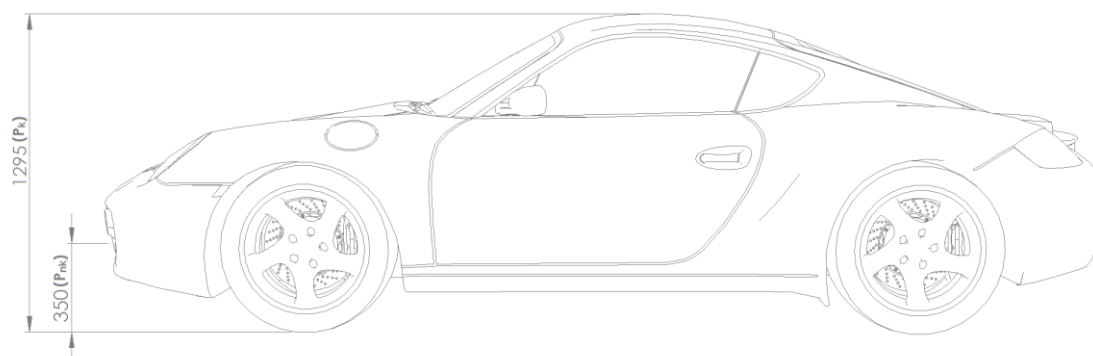
Mehaanilise paigalduse disainimisel oli esimeseks välja arvatavaks parameetrik kaamera paiknemise kõrgus. See on oluline kuna kaamera paigaldamisel täpselt vilkurite peale jääb kaamera vaateväli piiratuks ning lähim auto, mida see suudab tuvastada, suhteliselt kaugemale. Kõrguse arvutamiseks kasutasin kaamera auton Škoda Superbi ning tuvastatava auton suhteliselt madalal paiknevat Porsche Caymani. Tuvastatavaks autoks valisin Porsche kuna selle mõõtmed on väiksemad ja seega märgib see autot, mida oleks lähemalt keerukam tuvastada. Mõlema auto arvutustes kasutatavad mõõtmed on toodud all olevatel joonistel.



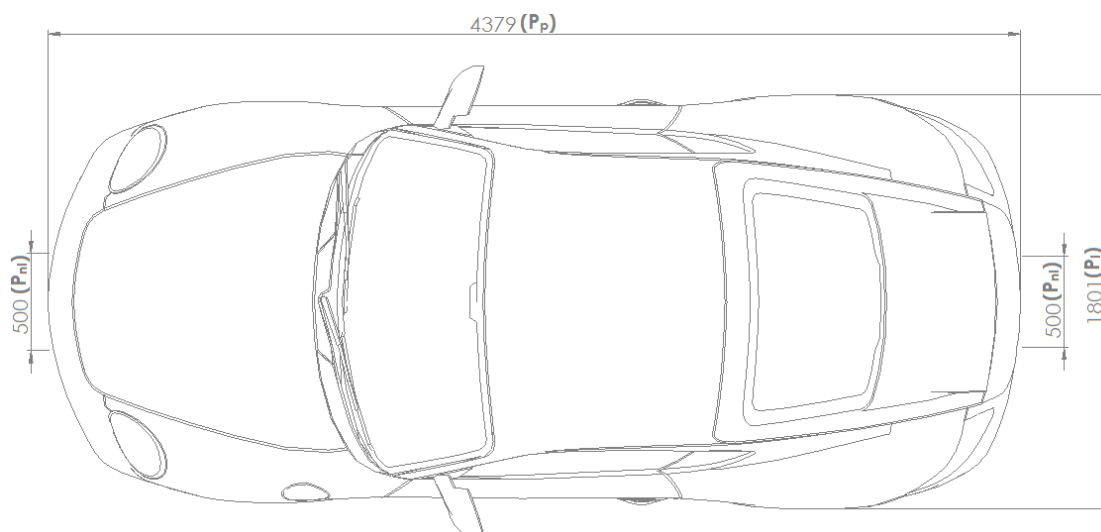
Sele 5 – Škoda külgvaade [7]



Sele 6 – Škoda pealtvaade [7]



Sele 7 – Porsche külgsaade [8]

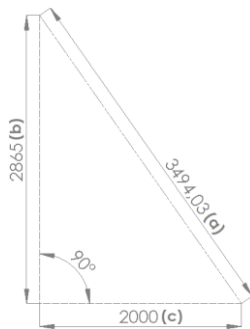


Sele 8 – Porsche pealtvaade [8]

Kaamera pea mõõtmeks koos korpusega võtsin umbkaudu 100x100x100 mm (korpuseta: 95,25x95,25x95,25 mm) ning vilkurite mõõtmeks: 100x1217x300 mm (märgitud ka Škoda joonistele). Lisaks sellele läks arvutustes tarvis veel numbrimärgi paiknemist tuvastataval autol [4]. Sellest tulenevalt on ka Porsche joonistele kantud numbrimärgi alumise osa kõrgus maapinnast ning numbrimärgi laius (paikneb keskel). Nende mõõtmatega sai kindlaks teha numbrimärgi kõige lähema osa paiknemise, kaamera ja auto suhtes. Minimaalseks autode külgkauguseks valisin 1350 mm kuna see tundus mõistlik vähim autode vaheline kaugus ning ühtlasi võimaldas see ka arvutusi lihtsustada. Lisaks sellele tuli ka siinkohal arvestada, et kui tuvastatav auto on kaamera peaaegu risti pole numbrimärk tuvastatav. Seega kasutasin ka siin arvutustes minimaalset kaugust 2000 mm kaamera ristteljest, millel peab tuvastatav auto vähemalt paiknema, et oleks võimalik tema numbrimärki lugeda (edaspidi: min tuvastus laius). Kasutades kõiki neid andmeid sain välja arvutada kaamera minimaalse paiknemise kõrguse ja valida konstruktsiooni.

3.1 Jala kõrguse leidmise lahenduskäik

Leian kaamera silma ja tuvastatava auto numbrimärgi lähima punkti kauguse projektsiooni a :



Pythagorase teoreem:

$$a^2 = b^2 + c^2$$

$$b = \frac{\check{S}_l - l}{2} + m + t + \frac{P_l - P_{nl}}{2} \quad (5.2)$$

$$b = \frac{1817 - 100}{2} + 6,5 + 1350 = 2865 \text{ mm}$$

kus Škoda laius – $\check{S}_l = 1817 \text{ mm}$,

kaamera külg – $l = 100 \text{ mm}$,

kaamera silma umbkaudne sügavus korpuses – $m = 6,5 \text{ mm}$,

autode külgkaugus – $t = 1350 \text{ mm}$,

Porsche laius – $P_l = 1801$ mm,

Porsche numbrimärgi laius – $P_{nl} = 500$ mm.

Pythagorase teoreemist:

$$a = \sqrt{b^2 + c^2} \quad (5.3)$$

$$a = \sqrt{2865^2 + 2000^2} = 3494,02 \approx 3495 \text{ mm}$$

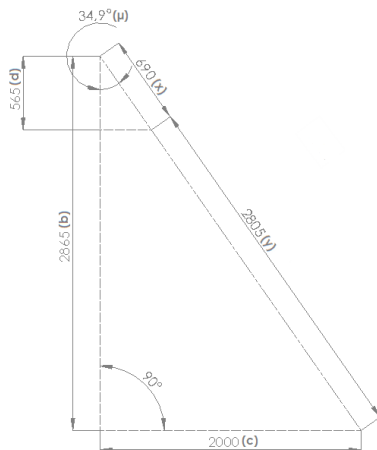
kus $c = 2000$ mm.

Leian Škoda katuse ääre ja Porsche numbrimärgi lähima punkti kauguste vahe y :

$$\tan \beta = \frac{c}{b} \quad (5.4)$$

$$\tan \beta = \frac{2000}{2865} \approx 0,698 ; \beta \approx 34,9^\circ$$

kus kolmnurga abc külgede b ja a vaheline nurk – β .



$$d = \frac{\check{S}_{vp} - l}{2} + m \quad (5.5)$$

$$d = \frac{1217 - 100}{2} + 6,5 = 565 \text{ mm}$$

kus pool Škoda katuse laiupest – d ,

Škoda vilkuri pikkus – $\check{S}_{vp} = 1217$ mm.

$$\cos \beta = \frac{d}{x} ; x = \frac{d}{\cos \beta} \quad (5.6)$$

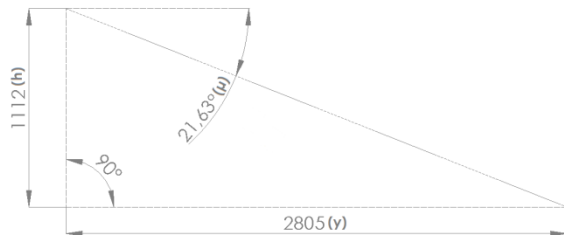
$$x = \frac{565}{\cos 34,9^\circ} \approx 690 \text{ mm}$$

$$a = x + y; y = a - x \quad (5.7)$$

$$y = 3495 - 690 = 2805 \text{ mm}$$

kus projektsiooni a katuse pealne osa – x.

Leian kaamera vähima vertikaalse vaatenurga alumise poole μ , mis võimaldab sellel näha kaugusele a:



$$h = \check{S}_k - P_{nk} \quad (5.8)$$

$$h = 1462 - 350 = 1112 \text{ mm}$$

kus Škoda katuse kõrgus ja Porsche numbrimärgi alumisest osa vahe – h,

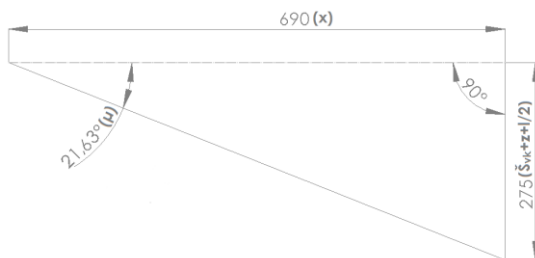
Škoda kõrgus – $\check{S}_k = 1462 \text{ mm}$,

Porsche numbrimärgi kõrgus maapinnast – $P_{nk} = 350 \text{ mm}$.

$$\tan \mu = \frac{h}{y} \quad (5.9)$$

$$\tan \mu = \frac{1112}{2805} \approx 0,396; \mu = 21,6^\circ$$

Leian kaamera vähima jala kõrguse z:



$$\tan \mu = \frac{\check{S}_{vk} + z + \frac{l}{2}}{x}; z = (x \cdot \tan \mu) - \check{S}_{vk} - \frac{l}{2} \quad (5.10)$$

$$z = (690 \cdot 0,396) - 100 - \frac{100}{2} = 123,24 \approx 125 \text{ mm}$$

kus vilkuri kõrgus – $\check{S}_{vk} = 100$.

Leian kogu konstruktsiooni kõrgus auto katusest:

$$\check{S}_{vk} + z + l = 100 + 125 + 100 = 325 \text{ mm}$$

Leian vähimad distantsid Škoda ees (e) ja taga (g), millelt on võimeline kaamera numbrimärke nägema:

$$\tan \vartheta = \frac{\check{S}_{he} + \check{S}_{vk} + z + \frac{l}{2}}{\check{S}_{vv} + \frac{\check{S}_{vl} - l}{2} + m} \quad (5.11)$$

$$\tan \vartheta = \frac{635 + 100 + 125 + 50}{2535 + \frac{300 - 100}{2} + 6,5} = 0,344 ; \vartheta \approx 19^\circ$$

kus esiotsa ülemise ääre ja katuse kõrguste vahe – $\check{S}_{he} = 635$ mm

vilkuri ja esiotsa vahekaugus – $\check{S}_{vv} = 2535$ mm ;

vilkuri laius – $\check{S}_{vl} = 300$ mm ;

$$\tan \vartheta = \frac{h + \check{S}_{vk} + z + \frac{l}{2}}{\check{S}_{vv} + \frac{\check{S}_{vl} - l}{2} + m + e} \quad (5.12)$$

$$\tan \vartheta = \frac{1112 + 100 + 125 + 50}{2535 + \frac{300 - 100}{2} + 6,5 + e} = \frac{1387}{2641,5 + e}$$

$$e = \frac{1387}{\tan 19^\circ} - 2641,5 = 1386,64 \approx 1390 \text{ mm}$$

kus distants eest – e .

$$\tan \gamma = \frac{\check{S}_{ht} + \check{S}_{vk} + z + \frac{l}{2}}{\check{S}_p - \check{S}_{vv} - \check{S}_{vl} + m} \quad (5.13)$$

$$\tan \gamma = \frac{435 + 100 + 125 + 50}{4838 - 2535 - 300 + 6,5} = 0,353 ; \gamma \approx 19,4^\circ$$

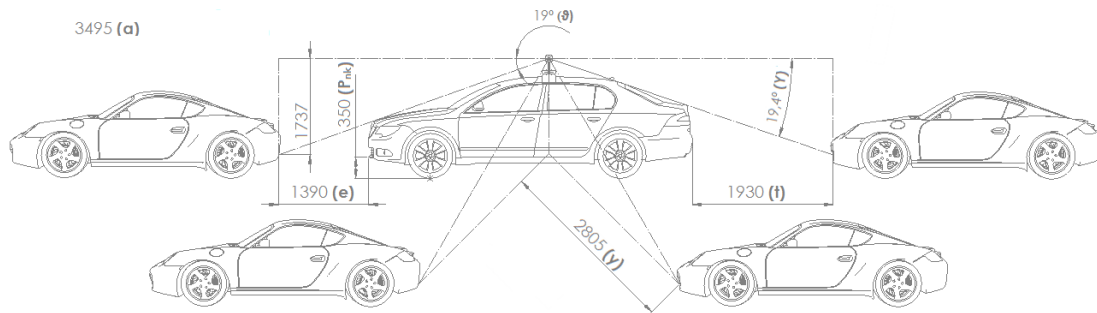
kus taguotsa ülemise ääre ja katuse kõrguste vahe – $\check{S}_{ht} = 435$ mm.

$$\tan \gamma = \frac{h + \check{s}_{vk} + z + \frac{l}{2}}{\check{s}_p - \check{s}_{vv} - \check{s}_{vl} + m + g} \quad (5.14)$$

$$\tan \gamma = \frac{1112 + 100 + 125 + 50}{4838 - 2535 - 300 + 6,5 + g} = \frac{1387}{2009,5 + g} ; g = \frac{1387}{\tan 19,4^\circ} - 2009,5 = 1929,09 \approx$$

1930 mm

kus distantis tagant – g ;



Sele 9 – Vähimad tuvastus kaugused külgsvaatest

3.2 Jala konstruktsiooni lahenduskaik

Alustades konstrueerimist selgus, et jalga ei saa kinnitada otse vilkurite külge kuna vilkurid on pealt peaaegu täielikult plastist ning ei võimalda piisavalt vastupidavat kinnitust. Probleemi lahenduseks oleks selle konstruktsiooni paigaldamine nii, et see kinnituks ümber vilkuri, vilkurite raami külge. Kaamera jalana oleks aga kõige mõistlikum kasutada tavalist toru. Selleks miks just toru on kõige mõistlikum, on mitmeid põhjuseid. Üheks neist on kindlasti see, et kaamera massist ja mõõtmetest tingitult, ei ole otstarbekas luua vastupidavuse tagamiseks keerukat kinnitus konstruktsiooni. Lisaks kaasneks keerukama ehituse loomisega ka suurem materjali ja tööjõu kulu ning sellest tulenevalt ka suurem majanduslik kulu. Nendele argumentidele andsid, kas otseselt või kaudselt kinnitust ka all toodud erinevad arvutused.

Üldise plaanis hakkaks konstruktsioon välja nägema selline, kus jalana kasutatakse lihtsalt tavalist toru, mille ühes otsas oleks kaamera kinnitus polt ning teises otsas spetsiaalne vilkuri raami kinnitus. Kaamera ise kinnituks omakorda selle sama poldi külge. Poldi mõõtmeks oleks suurus, mis on samas mõõdus kaamera all oleva kolmjala kinnitus auguga. Kaamera side ja elektritoite kaablid jookseksid toru sisemusest

vilkurite raamini ning sealt küljest edasi juba auto sisemusse. Kaablite torusse sisenemiseks on nii toru üleval kui all osas 2 auku.

Ennem toru valimist panin paika ka mõned nõudmised sellele. Üheks esimeseks neist oli see, et toru peab olema piisavalt tugev, et kanda enda otsas umbes 750g raskust kaamerat (koos ilmastikukindla korpusega). Teiseks nõudmiseks oli, et see peab olema piisavalt suure sisediameetriga, et mahutada need 2 kaablit, mis tulevad kaamera küljest. Nendeks kaabliteks on elektri kaabel ja *ethernet* andmeside kaabel, mis mõlemad on umbes diameetriga 5 mm. Neid tingimusi arvesse võttes leidsin Ruukki teraskonstruktsioonide kataloogist [9] toru mille jämedus on 30 mm ning seinapaksus 2 mm. See toru täidab nii esimest kui ka teist nõudmist, olles piisavalt tugev ja ka sobiva sisediameetriga.

Seda, et selline toru oleks täiesti sobiv kaamera jala konstrueerimiseks tõestasid ka järgnevad arvutused.

3.2.1 Toru sise diameetri arvutused

Sise diameeter D_{sise} sellel torul:

$$D_{sise} = D - 2 \cdot t \quad (5.15)$$

$$D_{sise} = 30 - 2 \cdot 2 = 26 \text{ mm}$$

kus toru läbimõõt – $D = 30$ mm,

seina paksus – $t = 2$ mm.

Minimaalne vajalik sise diameeter D_{mins} :

$$D_{mins} = 2 \cdot D_k + D_p + 2 \cdot k \quad (5.16)$$

$$D_{mins} = 2 \cdot 5 + 6,35 + 2 \cdot 4 = 24,35 \text{ mm}$$

kus poldi läbimõõt – $D_p = 6,35$ mm,

kaabli läbimõõt – $D_k = 5$ mm,

poldi ja kaabli vahe – $k = 5$ mm.

Kuna $26 \text{ mm} > 24,35 \text{ mm}$, siis sobib see toru oma mõõtmete poolest minu otstarbeks ideaalselt.

3.2.2 Toru tugevus arvutused (materjal – ehitusteras S355)

Nõutava tugevuskontroll [10]:

Toru mass m_t :

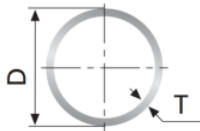
$$m_t = l \cdot M \quad (5.17)$$

$$m_t = 0,125 \cdot 1,381 \approx 0,17 \text{ kg}$$

kus toru pikkus – $l = 125 \text{ mm}$,

toru mass meetri kohta – $M = 1,381 \text{ kg/m}$.

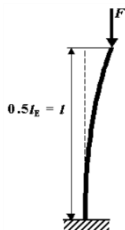
Toru ristlõike pindala A :



$$A = \text{täis toru ristlõike pindala} - \text{toru õõnsuse ristlõikepindala} \quad (5.18)$$

$$A = \pi \cdot \left(\frac{30}{2}\right)^2 - \pi \cdot \left(\frac{30 - 2 \cdot 2}{2}\right)^2 \approx 176 \text{ mm}^2$$

Koormus F , mis vardale mõjub:



$$F = m \cdot g \quad (5.19)$$

$$F = 0,75 \cdot 10 = 7,5 \text{ N}$$

kus kaamera mass – $m = 0,75 \text{ kg}$,

raskuskiirendus – $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Euler'i piirsaledus terasele λ_E :

$$\lambda_E = \sqrt{\frac{2 \cdot \pi^2 \cdot E}{\sigma_y}} \quad (5.20)$$

$$\lambda_E = \sqrt{\frac{2 \cdot \pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9}{355 \cdot 10^6}} \approx 108$$

kus terase S355 tõmbetugevus – $\sigma_y = 355 \text{ Mpa}$,

terase elastsus moodul – $E = 210 \text{ Gpa}$.

Toru nõtkepikkus L_E :

$$L_E = \mu \cdot l \quad (5.21)$$

$$L_E = 2 \cdot 125 = 250 \text{ mm}$$

kus varda pikkuse redutseerimise tegur – $\mu = 2$.

Ristlõike keskpeainertsimoment I :

$$I = \frac{\pi}{4} \cdot \left[\left(\frac{D}{2} \right)^4 - \left(\frac{D-2 \cdot t}{2} \right)^4 \right] \quad (5.22)$$

$$I = \frac{\pi}{4} \cdot [15^4 - 13^4] \approx 17329 \text{ mm}^4$$

kus toru läbimõõt – $D = 30 \text{ mm}$,

toru seina paksus – $t = 2 \text{ mm}$.

Ristlõike inertsiraadius i :

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad (5.23)$$

$$i = \sqrt{\frac{17329}{176}} = 9,9 \approx 10 \text{ mm}$$

Toru suurim ohtlik saledus λ :

$$\lambda = \frac{LE}{i} \quad (5.24)$$

$$\lambda = \frac{250}{10} = 25 \text{ mm}$$

$$\lambda < \lambda_E \text{ siit tuleneb } F_{Cr} = A \cdot \sigma_y \cdot \left(1 - \sigma_y \cdot \frac{\lambda^2}{4 \cdot \pi^2 \cdot E}\right) \quad (5.25)$$

$$F_{Cr} = 176 \cdot 355 \cdot 10^6 \cdot \left(1 - 355 \cdot 10^6 \cdot \frac{(0,025)^2}{4 \cdot \pi^2 \cdot 210 \cdot 10^9}\right) = 62479,99 \text{ N} \approx 62,4 \text{ kN}$$

Seega suurim koormus F_{lim} :

$$F_{lim} = \frac{F_{Cr}}{[S]} \quad (5.26)$$

$$F_{lim} = \frac{62400}{4} = 15600 = 15,6 \text{ kN}$$

kus minimaalne varutegur – $[S] = 4$ (tabel 1)

Tabel 3 [11]

Varuteguri väärtus	Soovitus kasutamiseks
3 ... 4	Varem kasutamata materjalid ja keskmised keskkonna-, koormus- ja pingetingimused; Tuntud materjalid ja muutlikud või Vähe teada keskkonna-, koormus- ja pingetingimused.

Varutegur S suurimast lubatud koormusest:

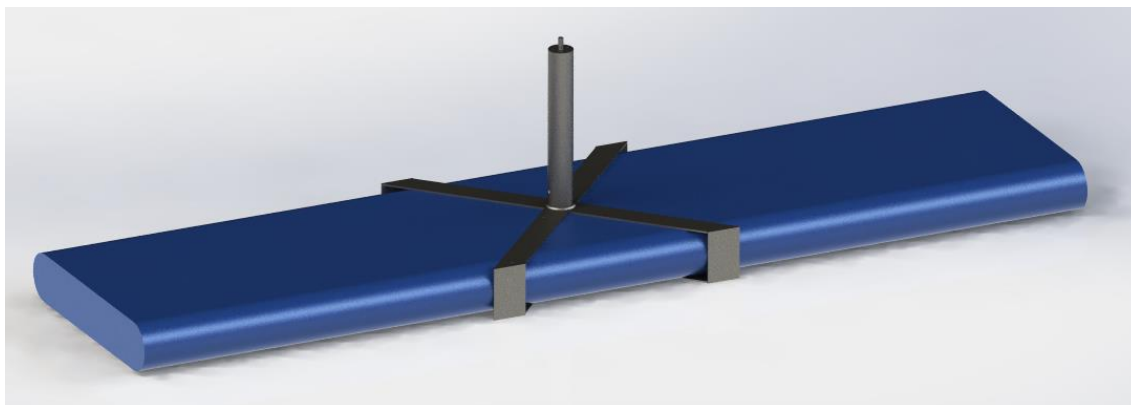
$$S = \frac{F_{lim}}{F} \quad (5.27)$$

$$S = \frac{15600}{7,5} = 2080$$

Toru tugevus on täiesti piisav kuna $F_{lim} > F$.

3.2.3 Kinniti valimine

Lisaks torule tuleb ka valida metallplaat, mille külge toru kinnitatakse ning, mis omakorda kinnitub vilkurite raami külge. Plaadi osas leian, et oleks mõistlik kasutada vähemalt 2 mm paksust terast, mis sellise konstruktsiooni puhul suudaks tagada jäikuse ega väänduks. Põhjuseks sellise paksuse valikul on see, et väga vastupidavad ehitus kasutatavad terasest nurk profiilid on umbes sama mõõduga. Kinnituse kogu laiuks on planeeritud 317 mm ning kauguseks vilkurite mõlemast äärest 450 mm. Sedasi paigutub see täpselt vilkurite keskossa ning tänu oma sellistele mõõtmetele katab kõige vähem vilkurite tulede osa. Nimelt asetub selliste mõõtmetega, sedasi paiknev teras kinniti, täpselt vilkuri erinevate värvidega tulede eraldusribade kohale.



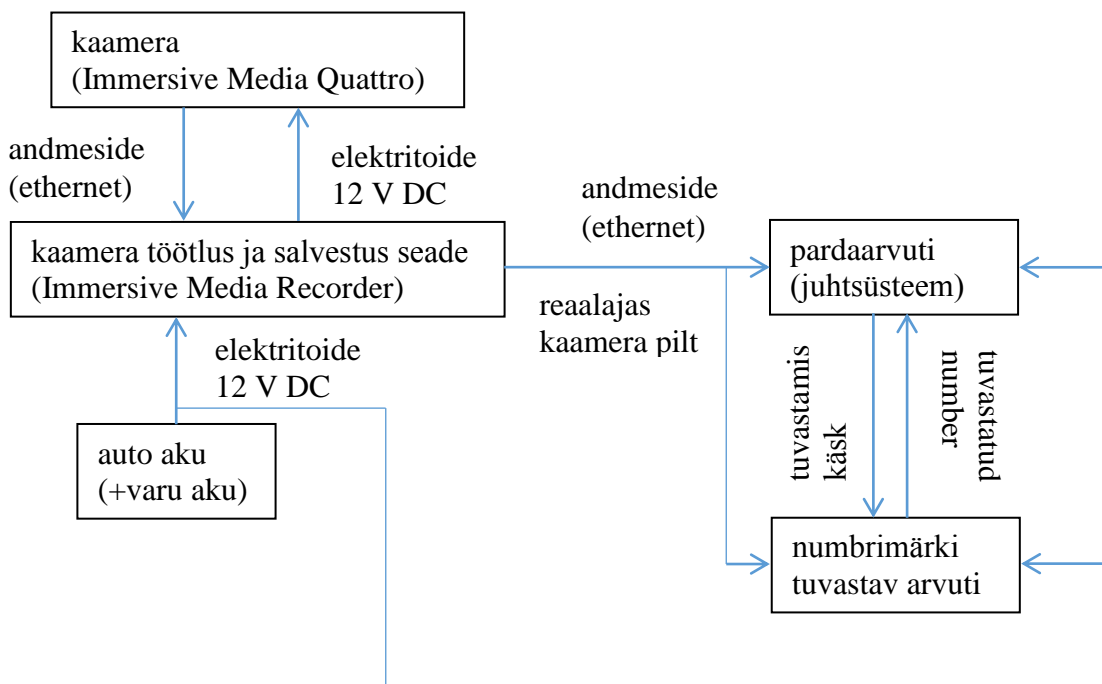
Sele 10 – Kaamera kinnitus konstruktsiooni illustratsioon

4. KAAMERASÜSTEEMI LIIDESTUSE LAHENDUS

Kaamera liidestuse lahenduse loomisel on suuresti eeskujuks võetud Ameerika Ühendriikides kasutuses oleva, suhteliselt hästi töötav lahendus (sissejuhatus). Sellist tüüpi liidestuse kasuks otsustasin kuna see variant on ennast juba tõestanud töötava süsteemina. Lisaks oleks täiesti uue lahenduse loomine oluliselt rohkem ressursse nõudev ning ei pruugiks ka ilmtingimata anda paremaid tulemusi võrreldes olemasolevaga.

Liidestus hakkaks välja nägema selline, et minu valitud kaamera saadab läbi spetsiaalse töötlus/salvestus seadme reaajas pildi auto pardaarvutisse (juhtsüsteemi). Juhul kui süsteemi kasutaja/operaator soovib tuvastada mõnda numbrimärki, vajutab ta vastavat nuppu, mis annab tuvastus arvutile käsu numbrimärk pildilt üles võtta. Andmesidena erinevate süsteemi komponentide vahel oleks sobilik kasutada Etherneti (kiire andmeedastus) ning elektritoitena auto akut (stabiilne elektritoide). Vajaduse korral on ka võimalik ühendada varu aku varustamiseks elektritoitega rohkem elektrit tarbivaid seadmeid.

Järgnevalt olen teinud blokk skeemi sellest kuidas hakkaks antud liidestus lahendus välja nägema.



5. KAAMERASÜSTEEMI MAJANDUSLIK HINNANG

Kaamera Immersive Media Quattro ühe komplekti hinnaks on 23 855 € + maksud (tabel 2). Komplekti kuulub kaamera, juht arvuti koos tarkvaraga, 400gb SSD kõvaketas, side- ja elektri kaabel ning veel muid kaamera tarbeid.

Arvestades, et Immersive Media komplekti hinnaks on 23 855 € + maksud võib laiemas plaanis ülejäänud süsteemi osade rahalist väärtust hinnata tühiseks. Siiski võib pakkuda võrdluseks ka nende hinnangulised väärtused. Nii kinnituse, lisa kaablite kui ka varu akude hinnad on olenevalt parameetritest väga erinevates hinnaklassides ning paljuki oleneb nende hind ka soetatavast kogusest. Selle loodava kinnituse materjali väärtuseks võib tavalise ehituspoe leti hindu vaadates hinnata umbes 10 € [12][13]. Samadel alustel võib ka kaablite kogu hinnaks lugeda 10 € [14][15]. Kõige kulukam nendest detailidest on varu aku. Nimelt on selle hinnaklassiks umbes 35 – 100 €, mis täpsemalt oleneb aku mahust, tüübist ja veel mitmest muust parameetrist [16][17]. Niisiis on kokkuvõttes ülejäänud osade maksumuse umbes 50 – 150 €, mis nagu ka algselt öeldud sai on kogu süsteemi oletatava rahalise väärtuse kõrval tühine.

Lisaks komponentide kulule on kindlasti antud süsteemi loomise juures märgatava tähtsusega toote arendus ning muud tööjõu kulud. Sarnaselt komponentidele on ka selle täpset väärtust väga raske hinnata kuna nii arenduseks kui valmis ehitamiseks kuluv töömaht on ettearvamatu. Sellest tulenevalt ei ole siinkohal võimalik välja tuua isegi oletusliku kulu.

Kokkuvõttes võib öelda, et süsteemi lõplik kogu maksumust on ülimalt raske hinnata kuid kogutud info alusel võib selle vähimaks hinnaks oletuslikult lugeda umbes 25 000 €. See aga sisaldab vaid komponentide hindu ning tööjõu kuludega siinkohal arvestatud ei ole.

6. KOKKUVÕTE

Selle töö eesmärgiks oli formuleerida ideelahendus autokatusetele kinnituvale, mitmel kaameral põhinevale, panoraam kaamerasüsteemile. Süsteemi peamiseks ülesandeks sai seatud autode numbrimärkide tuvastamine.

Esimese etapina tehti töös tutvust olemasolevate numbrimärke tuvastavate kaamerasüsteemi lahendustega. Selle käigus selgus, et kaamerasüsteeme, mis tuvastavad numbrimärke on loodud juba üsna palju. Sama aga ei saa öelda sarnaste põhimõtetega autotele kinnituvate süsteemide kohta. Olemasolevate autotele kinnituvate süsteemide puhul oli selle tööga võrreldes ka veel üks suur erinevus. Nimelt olid nende süsteemide puhul kasutatud ühe kompaktses kaamera asemel mitut erinevasse auto ossa paigutatud kaamerat.

Järgmise etapina uuriti antud töö käigus turul saada olevaid kompaktsed panoraam kaamerasüsteeme. Selle käigus selgus, et antud toodete hulk on turul viimaste aastatega plahvatuslikult kasvanud ning ka sellel aastal on müüki tulemas palju uusi sarnaseid kaameraid. Siiski polnud, aga enamus kaamerad sobilikud selle töö jaoks ning seetõttu valiti edasisteks uuringuteks välja vaid 4 sobivaimat – Avigilon H.264 HD Multi-Sensor 3 sensoriga, Avigilon H.264 HD Multi-Sensor 4 sensoriga, Pelco Optera 360 ja Immersive Media Quattro. Edasine töö põhines nende kaamerate erinevate parameetrite lahkamises ning vastavalt esitatud nõudmistele nende seast parima variandi valimises.

Antud töö lõpliku ideelahenduse koostamiseks sai välja valitud kaamerasüsteem Immersive Media Quattro, mille parameetrid vastasid kõige paremini esitatud nõudmistele. Võttes aluseks selle kaamera mõõtmed, massi ja kinnitus võimalused, koostati loodavale süsteemile katuse kinnitus. Selle loomisel tuli teha läbi mitu erinevat etappi. Esmalt tuli leida parim võimalik koht kuhu kaamera paigutada. Teiseks tuli paika panna kaamera paigutus kõrgus katusest ning kolmandaks tuli luua vastupidav mehaaniline disain. Loodud konstruktsiooni tugevuse ja sobiva paigutus koha jaoks on töös toodud ka arvutuslikud tõestused.

Järgmise etapina on selles töös käsitletud kaamerasüsteemi liidestuse ideelahendust. Samuti on ka selle loomisel võetud aluseks eelnevalt läbitud etapid ehk arvestatud on kaamera ning välja pakutud konstruktsiooni võimalustega.

Viimasena on töös käsitletud kaamerasüsteemi loomise hinnangulist maksumust. Selle käigus selgus, et süsteemi välja töötamise ja valmis ehitamise väärtust on raske hinnata kuid kindlasti ei jää see madalamaks komponentide umbkaudsest kogu hinnast, mis on 25 000 €.

Kokkuvõttes arvan, et selle tööga on üldplaanis pandud hea alus sellise kaamera süsteemi välja töötamiseks. Usun, et tehtud töö annab ülevaatlikult edasi loodava süsteemi kontseptsiooni ning toob välja ka selle loomise väljakutsed. Lõpetuseks arvan, et sellise süsteemi realselt loomine väärrib kindlasti arutamist ning edasi uurimist ja arendamist.

7. SUMMARY

The goal of this work was to create a conceptual design for car roof mounted multiple camera based camera system . The main function of this camera system is car licence plate recognition.

The first step of this work was to do a research on similar number plate recognition camera systems. In the process of the research it was discovered that these kind of camera systems are already quite common. Unfortunately most of these systems were not meant to be attached on a car. Also the systems that were used on cars consisted of multiple separate cameras, rather than just one. These systems usually had 2 to 4 cameras making up one big system.

The next step in this work was to also do a research. The purpose of that particular one was to learn about the multiple camera based camera systems on the market and in development. The results showed that the number of these kind of cameras has skyrocketed and that this year is no exception as there will be several new products coming out. Although there is a lot of panoramic cameras available in the present, the amount of cameras that suite for this specific work is limited. The ones that were selected for further inspection were Avigilon H.264 HD Multi-Sensor with 3 sensors, Avigilon H.264 HD Multi-Sensor with 4 sensors, Pelco Optera 360 and Immersive Media Quattro. The analysis of the important parameters of these 4 cameras showed that the best of them is Immersive Media Quattro.

After the most suitable camera system for this work was selected, the next step was to design the mechanical construction for the camera's roof mount. When developing the design for the mount there were several steps that had to be taken before the final design. Firstly the right spot was chosen for the attachment. Secondly the necessary height of the construction was calculated and finally the mechanical design was created.

Next step in creating the multi-camera system was designing the interface for the system. In this stage the rough sketch was created of how different components will relate in the upcoming camera system.

The last thing that was done in this work was estimating the costs of creating this kind of system. As it turned out it is quite impossible at this point to give the exact price, but considering just the components the cost will be at least 25 000 €. So for calculating the exact final price, more research and development has to be done.

To sum up I think this work has laid a good basis for further development of this kind of camera system. I believe that the work done in here gives a good overview of how the car roof mounted multi camera system will look like and also brings up the potential obstacles that may occur while constructing it. Finally I think that building this camera system definitely deserves considering and also further research and development.

8. KASUTATUD KIRJANDUS

- [1] CDS Office Technologies, Automatic Licence plate Recognition [WWW]
<http://www.cdsofficetech.com/our-solutions/public-safety/automatic-license-plate-recognition/> (14.05.2016)
- [2] Äripäev, Parkats töötab kümneid kordi kiiremini kui inimesest kontrolör [WWW] <http://arileht.delfi.ee/news/uudised/parkats-tootab-kumneid-kordi-kiiremini-kui-inimesest-kontrolor?id=72710577> (14.05.2016)
- [3] Transport Survey Specialist, Could these new police cameras be used by UK police [WWW] <http://transportsurveyspecialists.co.uk/could-these-new-police-cameras-be-used-by-uk-police/> (14.05.2016)
- [4] Riigiteataja, Registreerimismärkidele esitatavad nõuded [WWW]
<http://www.riigiteataja.ee/aktilisa/0000/1335/8013/lisa5.pdf> (16.05.2016)
- [5] Riigiteataja, Tee projekteerimise normid ja nõuded [WWW]
<http://www.riigiteataja.ee/akt/26215> (16.05.2016)
- [6] Immersive Media, Cameras [WWW] http://immersivemedia.com/?page_id=89
(16.05.2016)
- [7] Carfolio, Škoda Superb 2008 2.0TDI technical specifications [WWW]
<http://www.carfolio.com/specifications/models/car/?car=175208> (17.05.2016)
- [8] Porsche, Porche Cayman technical specifications [WWW]
<http://www.porsche.com/international/models/718/718-cayman/featuresandspecs/> (17.05.2016)
- [9] Ruukki, Ruukki terasprofiilide kataloog [WWW]
<http://www.mh.ttu.ee/alina/Tugevus6petus/Tugevus6petus%20II/terasprofiilide%20kataloog/RUUKKI%20kataloog.pdf> (18.05.2016)
- [10] Priit Põdra, Tugevusõpetus II loengumaterjalid [WWW]
http://www.mh.ttu.ee/alina/Tugevus6petus/Tugevus6petus%20II/harjutused/n6tke/NOTKE_Dimensioneerimine.pdf (17.05.2016)
- [11] Priit Põdra, Tugevusõpetus II loengumaterjalid [WWW]
http://www.mh.ttu.ee/priitp/Tugevusopetus/Tugevusanalusi_alused/1_Tugevusanalusi_eesmark-ja_pohiprintsiibid.pdf (17.05.2016)

- [12] K-rauta, terastoru [WWW] <https://www.k-rauta.ee/ehituspood/terastoru-prof-teras-tsink-10x1mm-1m> (17.05.2016)
- [13] K-rauta, metallplaat [WWW] <https://www.k-rauta.ee/ehituspood/metallplaatalumiinium-1000x120x1-5-2-0mm> (17.05.2016)
- [14] ITshop, võrgukaabel [WWW] <https://www.itshop.ee/vorgukaabel-cat5e-rullis-305m-1m-hind> (17.05.2016)
- [15] Harju Elekter, tootekataloog [WWW] <http://www.harjuelekter.ee/et/product-catalog/2/2.1/2101> (17.05.2016)
- [16] Auto Maailm, sõiduautode akud [WWW] https://www.automaailm.ee/et/soiduautode_akud_exide_premium?OrderBy=Price&desc=False (17.05.2016)
- [17] Auto Maailm, mootorrataste akud [WWW] https://www.automaailm.ee/et/mootorrataste_12v_standard_akud (17.05.2016)

9. LISA

9.1 Point Grey Ladybug2 1394b



Sensor	1/3 Sony ICX204 0.8-megapixel CCD (6 tükki)
Lääts	F2.5
Andmete salvestus	eraldi arvutisse
Vaatenurk	6 sensorit paneb kokku pildi mis on ~75% tervest sfäärilisest pildist
Resolutsioon	1024x768
Kaadrisagedus	30 fps/15 fps
Mõõtmed	110x100x141 mm
Kaal	1190 g
Aku	võrgutoide
Ühenduvus	IEEE-1394b
Koodekid	Raw
Töötamise temperatuuri vahemik	0° - 45°C
Lisainfo	Kolmjala kinnitus võimalus
Saadavus	hind – tuleb teha päring
Täpsemad andmed	https://www.ptgrey.com/support/downloads/10148

Sobivus:

See toode vastab enamusele nõudmistele ning tasuks kindlasti mingil määral edasi uurida. Puuduseks hetkel loeksingi ainult selle, et kaamera suudab salvestada peaaegu täielikult sfäärilist pilti, mis pole minu projekti osas oluline (üleliigne kaamerasilm).

9.2 Point Grey Ladybug3 1394b



Sensor	1/1.8 Sony ICX274 2-megapixel CCD (6 tükki)
Lääts	F3.3
Andmete salvestus	eraldi arvutisse
Vaatenurk	6 sensorit paneb kokku pildi mis on ~80% tervest sfäärilisest pildist
Resolutsioon	kuni 1600x1200
Kaadrisagedus	16 fps/6.5 fps
Mõõtmed	122x141 mm
Kaal	2414 g
Aku	võrgutoide
Ühenduvus	IEEE-1394b
Koodekid	Raw
Töötamise temperatuuri vahemik	0° - 45°C
Lisainfo	Kolmjala kinnitus võimalus
Saadavus	hind – tuleb teha päring
Täpsemad andmed	https://www.ptgrey.com/support/downloads/10149

Sobivus:

See toode vastav enamusele nõudmistele ning tasuks kindlasti mingil määral edasi uurida. Puuduseks hetkel loeksingi ainult selle, et kaamera suudab salvestada peaaegu täielikult sfäärilist pilti, mis pole minu projekti osas oluline (üleliigne kaamerasilm).

9.3 Point Grey Ladybug5 USB3.0



Sensor	2/3 Sony ICX655 5-megapixel CCD (6 tükki)
Lääts	F4.4
Andmete salvestus	eraldi arvutisse
Vaatenurk	6 sensorit paneb kokku pildi mis on 90% tervest sfäärilisest pildist
Resolutsioon	kuni 2048x2448
Kaadrisagedus	10 fps/5 fps
Mõõtmed	197x160 mm (ØxH)
Kaal	3000 g
Aku	võrgutoide
Ühenduvus	USB 3.0
Koodekid	Raw
Töötamise temperatuuri vahemik	0° - 45°C
Lisainfo	Välikeskkonda sobilik, kaitse IP65 Kolmjala kinnitus võimalus
Saadavus	hind – alates 15000\$ (tehtud hinnapäring)
Täpsemad andmed	https://www.ptgrey.com/support/downloads/10150

Sobivus:

See toode vastav enamusele nõudmistele ning tasuks kindlasti mingil määral edasi uurida. Puuduseks hetkel loeksingi ainult selle, et kaamera suudab salvestada peaaegu täielikult sfäärilist pilti, mis pole minu projekti osas oluline (üleliigne kaamerasilm).

9.4 Bublcam



Sensor	1/3 5-megapixel CMOS (4 tükki)
Lääts	F2.0
Andmete salvestus	microSD (kuni 32 gb)
Vaatenurk	4x190° pannakse kokku 360° pilt
Resolutsioon	2688x1344/1984x992/1920x1920/1440x1440 filmimise režiimis 5376x2688/3840x3840 pildistamise režiimis
Kaadrisagedus	15fps/30fps (oleneb resolutsioonist)
Mõõtmed	diameeter 80 mm
Kaal	280 g
Aku	1560 mAh
Ühenduvus	Wifi 802.11n ; mini USB 2.0
Koodekid	video: MP4 (H.264) pilt: JPEG
Töötamise temperatuuri vahemik	-15° - 40°C
Lisainfo	Kolmjala kinnitus võimalus
Saadavus	hind – 800 \$
Täpsemad andmed	https://www.bublcam.com/products/bublcam

Sobivus:

Vaadates antud toote erinevaid näitajaid, siis optika, sensorite ja ilmastikukindluse osas on see arvestatav variant. Puuduseks on sellel tootel see, et andmete salvestus toimub vaid mälukaartile ning elektritoide on võimalik ainult sisseehitatud akult. Peale kõige selle suudab antud kaamera ka peaaegu sfäärilist pilti ja heli salvestada, mis kumbki pole minu töö juures vajalik ning on seetõttu ebaolulised lisad, mis tõstavad toote hinda.

9.5 Avigilon H.264 HD Multi-Sensor



Sensor	1/3 3-megapixel CMOS (3 või 4 tükki olenevalt mudelist)
Lääts	F1.3
Andmete salvestus	eraldi seisvasse seadmesse või SD/SDHC/SDXC
Vaatenurk	3 või 4 sensorit paneb kokku 360° pildi
Resolutsioon	9-megapixel ; 12-megapixel
Mõõtmed	232x222.4 mm ; 213x159.2 mm ; 226x299.7 mm (ØxH ; oleneb mudelist)
Kaal	2180/3300/3900 g (oleneb mudelist)
Aku	võrgutoide
Ühenduvus	ethernet
Koodekid	H.264 (MPEG-4); JPEG
Töötamise temperatuuri vahemik	-10°/-20°/-40° kuni 50°C (madalaim töötamist lubav temperatuur oleneb mudelist)
Lisainfo	Välikeskkonda sobilik, kaitse IP66
Saadavus	3 sensoriga variandi hind – alates 1775 \$ 4 sensoriga variandi hind – alates 2025 \$
Täpsemad andmed	http://4a54f0271b66873b1ef4-ddc094ae70b29d259d46aa8a44a90623.r7.cf2.rackcdn.com/assets/Uploads/H3-MHTäpsemad andmedEN.pdf

Sobivus:

Kindlasti üks näitajatelt parim variant, mis vastab paljudele nõudmistele. See on üks toode, mida tuleks kindlasti ka edasi uurida.

9.6 Avigilon JPEG2000 HD



Sensor	1/4 2-megapixel CMOS (4 tükki)
Lääts	F2.0
Andmete salvestus	eraldi seisvasse seadmesse
Vaatenurk	4 sensorit paneb kokku 360° pildi
Resolutsioon	8-megapixel
Mõõtmed	149.9x121.3 mm (ØxH)
Kaal	910 g
Aku	Võrgutoide
Ühenduvus	Ethernet
Koodekid	pilt: JPEG
Töötamise temperatuuri vahemik	-10° - 50°C (ilma soendita) -30° - 50°C (soendiga)
Lisainfo	Väliskeskkonda sobilik
Saadavus	Hind – 1545 \$
Täpsemad andmed	http://4a54f0271b66873b1ef4-ddc094ae70b29d259d46aa8a44a90623.r7.cf2.rackcdn.com/assets/Uploads/8.0MP-HD-DOME-360Täpsemad andmed08202015.pdf

Sobivus:

Ei sobi kuna suudab salvestada vaid pilte.

9.7 Pelco Optera 360°



Sensor	1/3.2 3-megapixel CMOS (4 tükki)
Lääts	F2.5
Andmete salvestus	microSD, SDHC
Vaatenurk	4 sensorit paneb kokku 360°x73° pildi
Resolutsioon	kuni 2048x1536
Kaadrisagedus	12.5 fps
Mõõtmed	kuni 178x157.5 mm (HxØ ; oleneb ümbrisest)
Kaal	kuni 1700 g (oleneb ümbrisest)
Aku	Võrgutoide
Ühenduvus	Ethernet
Koodekid	video: MP4 (H.264) ; MJPEG pilt: JPEG
Töötamise temperatuuri vahemik	-40° - 50°C
Lisainfo	Pritsme-, tolmu- ja põrutuskindel
Saadavus	2413 \$ + maksud (tehtud hinnapäring)
Täpsemad andmed	https://www.pelco.com/search?documentUUID=83c6295e-c84e-4e65-813a-540b1074c338&title=Optera%20IMM%20Series%20with%20SureVision%202.0%20Specification%20Sheet

Sobivus:

Kindlasti üks näitajatelt parim variant, mis vastab paljudele nõudmistele. See on kindlasti üks toode, mida tuleks ka edasi uurida.

9.8 iStar



Sensor	10-megapixel (4 tükki)
Andmete salvestus	SD/SDHC (kuni 32gb)
Vaatenurk	4 sensorit paneb kokku 360°x137° pildi
Resolutsioon	8000x4000, 5600x2800, 4000x2000, 2000x1000 (ainult pildistamine)
Displei	2.4" LCD
Mõõtmed	104 x104x115 mm
Kaal	1400 g
Aku	4400 mAh + võrgutoide
Ühenduvus	WiFi 802.11b/g/n ; ethernet ; USB 2.0
Koodekid	pilt: JPEG ; RAW
Töötamise temperatuuri vahemik	0° - 50°C
Lisainfo	Pritsmekindlus IP64 Kolmjala kinnitus auk olemas
Saadavus	Hind – alates 5000 \$
Täpsemad andmed	https://www.nctechimaging.com/models-and-capabilities/

Sobivus:

Ei sobi kuna suudab salvestada vaid pilte.

9.9 Iris360



Sensor	10-megapixel (4 tükki)
Andmete salvestus	microSD
Vaatenurk	4 sensorit kokku annavad 360°x137.5° pildi
Resolutsioon	8000x4000, 5600x2800, 4000x2000, 2000x1000 (ainult pildistamine)
Mõõtmed	120x120x160 mm
Kaal	~1000 g
Aku	6500mAh + võrgutoide
Ühenduvus	WiFi 802.11n
Koodekid	pilt: JPEG ; RAW
Töötamise temperatuuri vahemik	0° - 50°C
Lisainfo	Kolmjala kinnitus auk olemas
Saadavus	Hind – 1850 \$
Täpsemad andmed	https://www.nctechimaging.com/iris360-technical-data/

Sobivus:

Ei sobi kuna suudab salvestada vaid pilte.

9.10 Giroptic 360cam



Sensor	4-megapixel (3 tükki)
Lääts	F2.8
Andmete salvestus	microSD (kuni 128 gb)
Vaatenurk	185°+185°+185°, kokku annavad 360°x300° pildi
Resolutsioon	2048x1024 filmimise režiimis 4096x2048 pildistamise režiimis
Kaadrisagedus	30/25 fps
Displei	olemas
Mõõtmed	69x69 mm
Kaal	180 g
Aku	1180 mAh
Ühenduvus	Wifi 802.11 b/g/n ; Micro USB ; ethernet
Koodekid	video: MP4 (H.264) pilt: JPEG
Töötamise temperatuuri vahemik	-20° – 50°C
Lisainfo	Pritsmekindlus IPX8 Kolmjala kinnitus auk olemas
Saadavus	hind – 568 \$
Täpsemad andmed	http://support.360.tv/customer/en/portal/articles/1896420-giroptic-360cam-tech-specs

Sobivus:

Vaadates antud toote erinevaid näitajaid, siis optika, sensorite ja ilmastikukindluse osas on see arvestatav variant. Puuduseks on sellel tootel see, et andmete salvestus toimub vaid mälukaartile ning elektritoide on võimalik ainult sisseehitatud akult. Peale kõige selle suudab antud kaamera ka audiot salvestada ning omab displeid, mis kumbki pole minu töö juures vajalik ning on seetõttu ebaolulised lisad, mis tõstavad toote hinda.

9.11 Panono camera



Sensor	(36 tükki)
Andmete salvestus	sisemälu 16 gb
Vaatenurk	360°x360°
Resolutsioon	Kombineeritult 108-megapikslit
Mõõtmed	110 mm diameeter
Kaal	450 g
Ühenduvus	Wifi ; USB
Saadavus	hind – 1500 \$
Täpsemad andmed	https://www.panono.com/product

Sobivus:

Teeb maailmast täielikult sfäärilise pildi (360°x360°), mis ei ole minu töö eesmärke arvestades otstarbekas. Seetõttu selle kaamera süsteemi jätaksin ma hetkel kõrvale. Lisaks pole piisavalt teada antud toote ilmastikukindluse kohta.

9.12 Nokia OZO



Sensor	8 tükki
Lääts	F2.4
Andmete salvestus	ssd 500 gb
Vaatenurk	360°x180°
Resolutsioon	Kuni 4k
Kaadrisagedus	30 fps
Mõõtmed	264x170x160 mm (ilma jalata) 264x170x238 mm (koos jalaga)
Kaal	4200 g
Aku	Lion
Ühenduvus	Wifi ; HDMI
Koodekid	video: MOV ; RAW pilt: JPEG
Töötamise temperatuuri vahemik	0° – 25°C
Lisainfo	Komjala võimalus
Saadavus	hind – 60000 \$
Täpsemad andmed	https://ozo.nokia.com/ozo_en/nokia-ozo-specs/

Sobivus:

Teeb maailmast peaaegu täielikult sfäärilise pildi (360°x180°), mis ei ole minu töö eesmärke arvestades otstarbekas. Seetõttu selle kaamera süsteemi jätaaksin ma hetkel kõrvale. Lisaks on antud toote ühe eksemplari hind ka väga kõrge.

9.13 Samsung Project beyond



Sensor	(17 tükki)
Resolutsioon	UHD 3D
Lisa info	Kolmjala kinnitus auk põhja all
Saadavus	Pole saada (toode on arendamisel)
Täpsemad andmed	http://thinktankteam.info/beyond/

Sobivus:

Ei sobi kuna see toode on alles arenduses ehk pole veel valmis toode.

9.14 Sphericam V2



Sensor	1/3
Andmete salvestus	6 microSD (kuni 768 gb)
Vaatenurk	Kuuest pildist pannakse kokku 360° pilt
Resolutsioon	Kuni 4096x2048
Kaadrisagedus	Kuni 60 fps
Kaal	500 g
Aku	2600 mAh
Ühenduvus	Wifi ; micro USB
Koodekid	video: MP4 (H.264) ; RAW pilt: JPEG
Lisa info	Kolmjala kinnitus auk põhja all
Saadavus	Preorder hind – 2500 \$
Täpsemad andmed	http://www.sphericam.com/sphericamv2/

Sobivus:

Ei sobi kuna pole veel müügis olev toode. Võimalik vaid eeltellida.

9.15 Immersive Media Dodeca 2360



Sensor	1/3 Sony (11 tükki)
Andmete salvestus	eraldi seade
Vaatenurk	11-st pildist pannakse kokku 360°x290° pilt
Resolutsioon	maksimum 2400x1200 filmimise/pildistamise režiimis
Kaadrisedus	kuni 30 fps (oleneb salvestus resolutsioonist)
Kaal	1140 g
Aku	eraldi seade
Ühenduvus	Ethernet ; fiiber optika
Lisa info	Veekindel korpuse võimalus
Saadavus	hind – 65000 \$ (https://www.videomaker.com/community/forums/topic/360-video-camera-immersive-media-system-for-sale-dodeca-2360)
Täpsemad andmed	http://www.simdigital.com/resources/Camera/Dodeca%202360%20-%20Product%20Sheet.pdf

Sobivus:

Teeb maailmast peaaegu täielikult sfäärilise pildi (360°x290°), mis ei ole minu töö eesmärke arvestades otstarbekas. Seetõttu selle kaamera süsteemi jätaaksin ma hetkel kõrvale.

9.16 Immersive Media Hex



Sensor	Sony 12-megapixel CCD (6 tükki)
Andmete salvestus	eraldi seade
Vaatenurk	kuuest pildist pannakse kokku ~80% sfääriline pilt
Resolutsioon	maksimum 5400x2700 filmimise/pildistamise režiimis
Kaadrisedus	kuni 25 fps (oleneb salvestus resolutsioonist)
Mõõtmed	134x141x134 mm
Kaal	2416 g
Aku	eraldi seade
Ühenduvus	IEEE 1394b
Töötamise temperatuuri vahemik	0° – 45°C
Lisa info	Veekindel Kolmjala kinnitus võimalus
Saadavus	hind – tuleb teha päring
Täpsemad andmed	http://immersivemedia.com/wp-content/uploads/2014/11/Hex_DS.pdf

Sobivus:

Kindlasti üks näitajatelt parim variant, mis vastab paljudele nõudmistele. See on üks toode, mille edasist uurimist tuleks kaaluda. Puuduseks hetkel loeksingi ainult selle, et kaamera suudab salvestada peaaegu täielikult sfäärilist pilti, mis pole minu projekti osas oluline (üleliigne kaamerasilm). Lisaks sellele vajab kaamera eraldi elektritoite ja sensorite pildi ühendamise seadet.

9.17 Immersive Media Quattro



Sensor	Sony ICS274 7.68-megapixel CCD
Andmete salvestus	eraldi seade
Vaatenurk	neljast pildist pannakse kokku 360° pilt
Resolutsioon	maksimum 4400x1550 filmimise/pildistamise režiimis
Kaadrisagedus	kuni 15 fps (oleneb salvestus resolutsioonist)
Mõõtmed	95.25x95.25x95.25 mm
Kaal	567 g
Aku	eraldi seade
Ühenduvus	ethernet ; fiiber optika
Töötamise temperatuuri vahemik	-10° – 45°C
Lisa info	Pritsmekindlus IP67 Kolmjala kinnitus võimalus
Saadavus	26995 \$ + maksud (tehtud hinnapäring)
Täpsemad andmed	http://immersivemedia.com/wp-content/uploads/2014/11/Quattro_DS.pdf

Sobivus:

Kindlasti üks näitajatelt parim variant, mis vastab paljudele nõudmistele. See on üks toode, mida tuleks kindlasti ka edasi uurida. Puuduseks on ainult see, et antud kaamera vajab eraldi elektritoite ja sensorite pildi ühendamise seadet. Seda seadet on võimalik osta ka samalt ettevõttelt.

9.18 Freedom360: Elmo 360



Sensor	1/2.3 5-megapixel CMOS (4 tükki)
Lääts	F2.0
Andmete salvestus	microSD (kuni 4x64gb)
Vaatenurk	4x185° ; neljast pildist pannakse kokku 360° pilt
Resolutsioon	1920x1080/1280x720/800x480 filmimise režiimis 2912x1640/2464x1384/1920x1080 pildistamise režiimis
Kaadrisagedus	kuni 240 fps (oleneb salvestus resolutsioonist)
Mõõtmed	Pole teada
Kaal	~500 g
Aku	4x1000 mAh
Ühenduvus	Wifi ; Micro USB ; Micro HDMI
Koodekid	pilt: JPEG (Exif Ver. 2.3) video: MP4 (video: H.264, audio: AAC)
Lisa info	IPX4 pritsmekindlus Kolmjala kinnitus auk põhja all
Saadavus	Pole teada
Täpsemad andmed	http://freedom360.us/product-category/mounts/

Sobivus:

Sellel kaamera süsteemil nagu ka paljudel teistel on omad plussid ja miinused. Kindlasti võiks plussiks lugeda päris heal tasemel optika ja sensorid ning üsna hea väliskeskkonnas hakkama saamise. Miinusteks on andmete salvestus mälukaardile ning akutoide. Lisaks nendele miinustele omab kaamera süsteemil ka ebavajalike komponente nagu heli salvesti. Suurimaks puuduseks on, aga see, et kaamera süsteem ei anna kohe välja panoraam pilti vaid vajab tarkvara kus mitme kaamera pilt tuleb kokku panna.

9.19 GoPro ODYSSEY & JUMP



Sensor	1/2.3 12-megapixel CMOS (16 tükki)
Lääts	F2.3
Andmete salvestus	microSD (kuni 16x64 gb)
Vaatenurk	16-st pildist pannakse kokku 360° pilt
Resolutsioon	kuni 8k filmimise režiimis kuni 8k pildistamise režiimis
Kaadrisagedus	kuni 240 fps (oleneb salvestus resolutsioonist)
Mõõtmed	294.6x65.8 mm (diameeter x kõrgus)
Kaal	6570 g
Aku	16x1160 mAh
Ühenduvus	Wifi ; Mini USB ; Micro HDMI
Koodekid	video: MP4(H.264) pilt: JPEG
Lisa info	Kolmjala kinnitus auk põhja all
Saadavus	limiteeritud ; komplekti hind – 15000 \$
Täpsemad andmed	https://gopro.com/odyssey

Sobivus:

Sellel kaamera süsteemil nagu ka paljudel teistel on omad plussid ja miinused. Kindlasti võiks plussiks lugeda päris heal tasemel optika ja sensorid. Miinusteks on puudulik ilmastikukaitse, andmete salvestus mälukaartile ning akutoide. Lisaks nendele miinustele omab kaamera süsteemil ka ebavajalike komponente nagu heli salvesti. Suurimaks puuduseks on, aga see, et kaamera süsteem ei anna kohe välja panoraam pilti vaid vajab tarkvara kus mitme kaamera pilt tuleb kokku panna.

9.20 DUAL KODAK PIXPRO SP360-4K



Sensor	1/2.33 12.4-megapixel BSI CMOS (2 tükki)
Lääts	F2.8
Andmete salvestus	microSD (kuni 2x128 gb)
Vaatenurk	235°+235°; kahest pildist pannakse kokku 360° pilt
Resolutsioon	2880x2880/2048x2048/1440x1440/1072x1072 360° filmimise režiimis 2880x2880/2304x1728/1920x1080 pildistamise režiimis
Kaadrisagedus	30/60 fps
Displei	2x1" TN LCD
Mõõtmed	48.0x50.0x52.5 mm
Kaal	2x128 g + kinnitused
Aku	sobivad erinevad
Ühenduvus	Wifi 802.11b/g/n ; NFC ; Micro USB 2.0 ; Micro HDMI
Koodekid	pilt: JPEG (Exif Ver. 2.3) video: MP4 (video: H.264, audio: AAC)
Lisainfo	Kaitse – 2m kõrguselt põrutuskindlus ja pritsme ning tolmukindlus Kolmjala kinnitus auk põhja all
Saadavus	hind – 900 \$
Täpsemad andmed	http://kodakpixpro.com/docs/specsheets/actioncam/sp360_4k/sp360_4k-specs-web.pdf

Sobivus:

See kaamera süsteem on kindlasti üks paremaid, mida on ka võimalik osta ning on ka oma hinnalt suhteliselt mõistlik, arvestades teisi sarnaseid tooteid. Kindlasti võiks plussiks lugeda päris heal tasemel optika ja sensorid ning üsna hea väliskeskkonnas hakkama saamise. Miinusteks on andmete salvestus mälukaardile, akutoide ning ebavajalik heli salvestus funktsioon. Suurimaks puuduseks on, aga see, et kaamera süsteem ei anna kohe välja panoraam pilti vaid vajab tarkvara kus mitme kaamera pilt tuleb kokku panna.

9.21 iZugar Z2XC



Sensor	1/2.3 12-megapixel CMOS (2 tükki)
Lääts	F2.3
Andmete salvestus	microSD (kuni 2x64 gb)
Vaatenurk	kahest pildist pannakse kokku 360° pilt
Resolutsioon	kuni 3840x2160 filmimise režiimis kuni 4000x3000 pildistamise režiimis
Kaadrisagedus	kuni 240 fps (oleneb salvestus resolutsioonist)
Kaal	~360 g
Aku	2x1160 mAh
Ühenduvus	Wifi ; Mini USB ; Micro HDMI ;
Koodekid	video: MP4 (H.264) pilt: JPEG
Saadavus	hind – 550 \$ (komplekti hind ilma GoPro kaamerateta) tervikliku komplekti hind – 1700 \$ (GoPro Hero 4 Black kaameratega)
Täpsemad andmed	http://www.izugar.com/product/z2x.html

Sobivus:

Sellel kaamera süsteemil nagu ka paljudel teistel on omad plussid ja miinused. Kindlasti võiks plussiks lugeda päris heal tasemel optika ja sensorid. Miinusteks on puudulik ilmastikukaitse, andmete salvestus mälukaardile ning akutoide. Lisaks nendele miinustele omab kaamera süsteemil ka ebavajalike komponente nagu heli salvesti. Suurimaks puuduseks on, aga see, et kaamera süsteem ei anna kohe välja panoraam pilti vaid vajab tarkvara kus mitme kaamera pilt tuleb kokku panna.

9.22 iZugar Z3X



Sensor	1/2.3 12-megapixel CMOS (3 tükki)
Lääts	F2.3
Andmete salvestus	microSD (kuni 3x64 gb)
Vaatenurk	kolmest pildist pannakse kokku 360° pilt
Resolutsioon	kuni 6k filmimise režiimis kuni 6k pildistamise režiimis
Kaadrisagedus	kuni 240 fps (oleneb salvestus resolutsioonist)
Kaal	~450 g
Aku	3x1160 mAh
Ühenduvus	Wifi ; Mini USB ; Micro HDMI
Koodekid	video: MP4 (H.264) pilt: JPEG
Saadavus	hind – 1000 \$ (komplekti hind ilma GoPro kaamerateta) tervikliku komplekti hind – 2800 \$ (GoPro Hero 4 Black kaameratega)
Täpsemad andmed	http://www.izugar.com/product/z3x.html

Sobivus:

Sellel kaamera süsteemil nagu ka paljudel teistel on omad plussid ja miinused. Kindlasti võiks plussiks lugeda päris heal tasemel optika ja sensorid. Miinusteks on puudulik ilmastikukaitse, andmete salvestus mälukaardile ning akutoide. Lisaks nendele miinustele omab kaamera süsteemil ka ebavajalike komponente nagu heli salvesti. Suurimaks puuduseks on, aga see, et kaamera süsteem ei anna kohe välja panoraam pilti vaid vajab tarkvara kus mitme kaamera pilt tuleb kokku panna.

9.23 iZugar Z4XB



Sensor	1/2.3 12-megapixel CMOS (4 tükki)
Lääts	F2.3
Andmete salvestus	microSD (kuni 4x64 gb)
Vaatenurk	neljast pildist pannakse kokku 360° pilt
Resolutsioon	kuni 6k filmimise režiimis kuni 6k pildistamise režiimis
Kaadrisagedus	kuni 240 fps (oleneb salvestus resolutsioonist)
Kaal	~550 g
Aku	4x1160 mAh
Ühenduvus	Wifi ; Mini USB ; Micro HDMI
Koodekid	video: MP4 (H.264) pilt: JPEG
Saadavus	hind – 945 \$ (komplekti hind ilma GoPro kaamerateta) tervikliku komplekti hind – 2745\$ (GoPro Hero 4 Black kaameratega)
Täpsemad andmed	http://www.izugar.com/product/z4x.html

Sobivus:

Sellel kaamera süsteemil nagu ka paljudel teistel on omad plussid ja miinused. Kindlasti võiks plussiks lugeda päris heal tasemel optika ja sensorid. Miinusteks on puudulik ilmastikukaitse, andmete salvestus mälukaartile ning akutoide. Lisaks nendele miinustele omab kaamera süsteemil ka ebavajalike komponente nagu heli salvesti. Suurimaks puuduseks on, aga see, et kaamera süsteem ei anna kohe välja panoraam pilti vaid vajab tarkvara, kus mitme kaamera pilt tuleb kokku panna.

9.24 iZugar Z6X3D



Sensor	1/2.3 12-megapixel CMOS (6 tükki)
Lääts	F2.3
Andmete salvestus	microSD (kuni 6x64 gb)
Vaatenurk	kuuest pildist pannakse kokku 360° pilt
Resolutsioon	kuni 6k filmimise režiimis kuni 6k pildistamise režiimis
Kaadrisagedus	kuni 240 fps (oleneb salvestus resolutsioonist)
Aku	6x1160 mAh
Ühenduvus	Wifi ; Mini USB ; Micro HDMI
Koodekid	video: MP4 (H.264) pilt: JPEG
Saadavus	hind – 2150 \$ (komplekti hind ilma GoPro kaamerateta) tervikliku komplekti hind – 5750 \$ (GoPro Hero 4 Black kaameratega)
Täpsemad andmed	http://www.izugar.com/product/z6x3d.html

Sobivus:

Sellel kaamera süsteemil nagu ka paljudel teistel on omad plussid ja miinused. Kindlasti võiks plussiks lugeda päris heal tasemel optika ja sensorid. Miinusteks on puudulik ilmastikukaitse, andmete salvestus mälukaartile ning akutoide. Lisaks nendele miinustele omab kaamera süsteem ka ebavajalike komponente nagu heli salvesti ning 3D-s salvestus võimekus, mis omakorda tähendab kolme üleliigset kaamerat. Suurimaks puuduseks on, aga see, et kaamera süsteem ei anna kohe välja panoraam pilti vaid vajab tarkvara kus mitme kaamera pilt tuleb kokku panna.

9.25 Ricoh Theta S



Sensor	1/2.3 12-megapixel CMOS (2tükki)
Lääts	F2.0
Andmete salvestus	sisemälu 8 gb
Vaatenurk	kahest pildist pannakse kokku 360° pilt
Resolutsioon	1920×1080/1280x720 filmimise režiimis 5376x2688/2048x1024 pildistamise režiimis
Kaadrisagedus	30 fps
Mõõtmed	44x130x22.9 mm
Kaal	125 g
Ühenduvus	Wifi ; Micro USB 2.0 ; Micro HDMI 1.4
Koodekid	pilt: JPEG (Exif Ver. 2.3) video: MP4 (video: MPEG-4 AVC/H.264, audio: AAC)
Lisa info	kolmjala kinnitus auk põhja all
Saadavus	hind – 347 \$
Täpsemad andmed	https://theta360.com/en/about/theta/s.html

Sobivus:

Ei sobi kuna ei omab mitmeid puudusi. Nendeks on sellel tootel andmete salvestus, mis toimub vaid mälukaartidele, elektritoide, mis on võimalik ainult sisseehitatud akult ning puudulik ilmastikukindlus. Peale kõige selle suudab antud kaamera ka heli salvestada, mis pole minu töö juures vajalik ning on seetõttu ebaoluline lisa, mis tõstab toote hinda.

9.26 Ricoh Theta m15



Sensor	3.2-megapixel CMOS (2tükki)
Lääts	F2.0
Andmete salvestus	sisemälu 4 gb
Vaatenurk	kahest pildist pannakse kokku 360° pilt
Resolutsioon	1920x960 filmimise režiimis 3584x1792 pildistamise režiimis
Kaadrisagedus	15 fps
Mõõtmed	42x129x22.8 mm
Kaal	95 g
Ühenduvus	Wifi 802.11b/g; Micro USB 2.0
Koodekid	pilt: JPEG (Exif Ver. 2.3) video: MOV (video: MPEG-4 AVC/H.264, audio: LinearPCM)
Lisa info	kolmjala kinnitus auk põhja all
Saadavus	hind – 220 \$
Täpsemad andmed	https://theta360.com/en/about/theta/m15.html

Sobivus:

Ei sobi kuna ei omab mitmeid puudusi. Nendeks on sellel tootel andmete salvestus, mis toimub vaid mälukaardile, elektritoide, mis on võimalik ainult sisseehitatud akult ning puudulik ilmastikukindlus. Peale kõige selle suudab antud kaamera ka heli salvestada, mis pole minu töö juures vajalik ning on seetõttu ebaoluline lisa, mis tõstab toote hinda.

9.27 Samsung Gear 360 Cam



Sensor	Samsung 15-megapixel CMOS (2 tükki)
Lääts	F2.0
Andmete salvestus	Micro SDHC mälukaart (kuni 200 gb)
Vaatenurk	umbes 200°+200° ; kahest pildist pannakse kokku 360° pilt
Resolutsioon	3840x1920/2560x1440 (2 kaamerat/1 kaamera ; filmimise režiimis) 7776x3888/3072x1728 (2 kaamerat/1 kaamera ; pildistamise režiimis)
Kaadrisagedus	30 fps
Displei	0.5" (72 x 32) PMOLED
Mõõtmed	66.7x56.3x60.1 mm
Kaal	152 g
Aku	1350 mAh
Ühenduvus	Wifi 802.11 a/b/g/n/ac ; Wifi Direct ; Bluetooth v4.1 ; USB 2.0 ; NFC
Koodekid	filmimisel MP4 (H.265) ; pildistamisel JPEG
Kiibistik	DRIMe5s
Mälu (RAM)	1 gb
Lisa info	Kaitse – IP53 sertifikaat (pritsme ja tolmu kindlus) Kolmjala kinnitus auk põhja all
Saadavus	Oletatav hind umbes 400 \$; esitleti 2016 alguses pole hetkel veel saadaval kuid peaks müüki saabuma 2016 teises kvartalis
Täpsemad andmed	http://www.samsung.com/global/galaxy/gear-360/

Sobivus:

Ei sobi kuna pole veel müügil kuid arvestades erinevaid näitajaid võiks olla üks kaalutavatest variantidest.

9.28 Nikon KeyMission 360



Resolutsioon	4K UHD filmimise režiimis
Ühenduvus	Wifi ; Bluetooth; USB ; NFC
Lisa info	Kaitse – 2m kõrguselt pörutuskindlus ja veekindlus kuni 30m Kolmjala kinnitus auk põhja all
Saadavus	Oodatav hind umbes 500 \$; esitleti 2016 CES messil pole hetkel veel saadaval kuid peaks müüki saabuma 2016 kevadel
Täpsemad andmed	http://www.nikonusa.com/en/nikon-products/action-cameras/index.page

Sobivus:

Ei sobi kuna pole veel müügil kuid arvestades erinevaid näitajaid võiks olla üks kaalutavatest variantidest.

9.29 LG 360 Cam



Sensor	LG 13-megapixel CMOS (2 tükki)
Andmete salvestus	4gb sisemälu + Micro SDHC mälukaart (kuni 2T)
Vaatenurk	umbes 200°+200° ; kahest pildist pannakse kokku 360° pilt
Resolutsioon	2560x1440 (2k) filmimise režiimis
Mõõtmed	30x97x25mm
Kaal	72 g
Aku	1200 mAh (70 min tööaeg)
Ühenduvus	Wi-Fi 802.11b/g/n ; Bluetooth v4.1 ; USB 2.0 (USB Type-C)
Lisa info	Kolmjala kinnitus auk põhja all
Saadavus	Hind umbes 200\$; esitleti 2016 alguses pole hetkel veel saadaval kuid peaks müüki saabuma 2016 jooksul
Täpsemad andmed	http://www.lg.com/us/lg-friends/lg-LGR105.AVRZTS-360-cam

Sobivus:

Ei sobi kuna pole veel müügil ning hetkel puudub ka info ilmastikukindluse kohta.

9.30 Insta360



Sensor	Sony 8-megapixel CMOS (2 tükki)
Andmete salvestus	Micro SDHC mälukaart
Lääts	F2.0
Vaatenurk	umbes 230°+230°; kahest pildist pannakse kokku 360° pilt
Resolutsioon	4096x2048(4K) ja 3008x1504 (3K) filmi režiimis
Kaadrisagedus	15/30 fps
Mõõtmed	158x74,5x48 mm
Lisa info	Vee- ja põrutuskindel
Saadavus	Algne müükituleku hind oli 1200 \$ (november 2015) Hind hetkel – 600 \$ (hetkel müügisolevatest kõige soodsam)
Täpsemad andmed	http://www.insta360.com/product/insta360-4k/specs

Sobivus:

Vaadates antud toote erinevaid näitajaid, siis optika, sensorid ja ilmastikukindluse osas on see arvestatav variant. Puuduseks on sellel tootel see, et andmete salvestus toimub vaid mälukaardile ning elektritoide on võimalik ainult sisseehitatud akult. Peale kõige selle suudab antud kaamera ka heli salvestada, mis pole minu töö juures vajalik ning on seetõttu ebaoluline lisa, mis tõstab toote hinda.

9.31 Insta360 Nano



Vaatenurk	umbes 210°+210°; kahest pildist pannakse kokku 360° pilt (2 tükki)
Resolutsioon	3008x1504 (3K)
Kaadrisagedus	30 fps
Mõõtmed	109,9x33x26,2 mm
Kinnitus	Käib nutitelefone külge ning muude kinnitus võimaluste kohta hetkel veel info puudub
Saadavus	Pole veel saadaval ; esma esitlus 15.03.2016 Umbkaudne arvatav hind 200\$ (hakkab konkureerima LG ja Samsungi sama hinnaklassi sarnaste toodetega)
Täpsemad andmed	http://www.aliexpress.com/item/World-Smallest-Insta360-Nano-360-Degree-Panoramic-Video-Camera/32632671097.html

Sobivus:

Ei sobi antud projektis kasutamiseks kuna toodet saab ühendada vaid nutitelefone külge ning ühtlasi pole see ka veel hetkel müügis.

9.32 3D VR Camera – Falcon VR Camera



Kaadrised	60/80 fps
Vaate nurk	360° horisontaalis, 360° vertikaalis. Seetähendab, et võimalik on täielik sfääriline pilt ilma pimedate kohtadeta.
Resolutsioon	5500x2750
Toide	Kaameras
Audio	Binaural või ambisonic audio
Kaal	2200 g ; olemas on ka ultrakerge variant
Kinnitus	Vastavalt kliendi vajadustele, ehk erinevad kinnitused on võimalikud.
Saadavus	Pole veel hetkel kodulehe andmetel müüki jõudnud ning ilmumis tähtaega pole veel paigas .
Täpsemad andmed	http://wemakevr.com/falcon-vr-camera-features-and-specifications/

Sobivus:

Teeb maailmast täielikult sfäärilise pildi (360°x360°), mis ei ole minu töö eesmärke arvestades otstarbekas. Lisaks pole infot antud toote müüki jõudmise ning ilmastikukindluse kohta veel avaldatud. Seetõttu selle kaamera süsteemi jätaaksin ma hetkel kõrvale.

9.33 LUNA 360



Sensor	5-megapixel (2 tükki)
Lääts	F1.8
Andmete salvestus	sisemälu 32 gb
Vaatenurk	190°+190° teevad kokku pildi mis on 360°
Resolutsioon	1920x1080 filmimise režiimis 2048x1080 pildistamise režiimis
Kaadrisedus	30 fps
Mõõtmed	diameeter 64.5 mm
Kaal	~150 g
Aku	900 mAh
Ühenduvus	Wifi 802.11n ; magnetadapter
Koodekid	video: MP4 (H.264) pilt: PNG/JPG
Töötamise temperatuuri vahemik	-15° - 40°C
Lisainfo	veekindlus IP68 spetsiaalse kinnituse võimalus
Saadavus	preorder
Täpsemad andmed	http://luna.camera/what-is-luna/ https://www.indiegogo.com/projects/luna-a-360-camera-for-everyone#/

Sobivus:

Ei sobi kuna pole veel müügis. Hetkel on võimalik ainult eeltellimuse tegemine.

9.34 Vuze Camera



Sensor	FHD (8 tükki)
Andmete salvestus	microSD
Vaatenurk	8 sensorit paneb kokku pildi 360°x180°
Resolutsioon	4K
Kaadrisagedus	30 fps
Mõõtmed	120x120x30 mm
Kaal	250 g
Ühenduvus	Wi-fi 802.11b/g/n ; USB 2.0
Kodekid	H.264
Lisainfo	Kolmjalgale kinnitus võimalus
Saadavus	lubatakse tellimusi hakata vastu võtma aprillis 2016 (preorder) ehk hind pole veel teada ning ka see kas tootmisse jõuabki
Täpsemad andmed	http://vuze.camera/product/

Sobivus:

Ei sobi kuna pole veel müügis ning ka see pole kindel, kas see sinna kunagi jõuab.

Ettevõtte on lubanud eeltellimusi vastu võtma hakata aprillis.