



Integrace kamerového systému do oblečení záchranářů

Diplomová práce

Studijní program:

N3963 Biomedicínské inženýrství

Studijní obor:

Biomedicínské inženýrství

Autor práce:

Bc. David Kupka

Vedoucí práce:

prof. Dr. Ing. Zdeněk Kůs
Katedra oděvnictví





Zadání diplomové práce

Integrace kamerového systému do oblečení záchranářů

Jméno a příjmení: **Bc. David Kupka**
Osobní číslo: D18000096
Studijní program: N3963 Biomedicínské inženýrství
Studijní obor: Biomedicínské inženýrství
Zadávací katedra: Fakulta zdravotnických studií
Akademický rok: **2019/2020**

Zásady pro vypracování:

Cíle práce:

1. Literární rešerše na dané téma
2. Výběr kamerového systému
3. Ověřit funkčnost kamerového systému ve vestě
4. Zhodnocení a závěr

Teoretická východiska (včetně výstupu z kvalifikační práce):

Cílem práce je výběr kamerového systému pro použití v oblečení záchranářů, hasičů a policistů. Návrh vhodné instalace kamer do oblečení pro zimní a letní sezónu, aby byly zachovány bezpečnostní podmínky. Rešerše současné legislativy z pohledu práv pacientů. Práce bude řešit hardware, software a přenos dat. Na vybraném typu kamer bude ověřena funkčnost systému.

Výzkumné předpoklady / výzkumné otázky:

1. Kam umístit kameru z hlediska zorného pole kamery
2. Srovnání kamerových systémů

Metoda:

Ověření funkce kamerového systému v záchranářské vestě.

Technika práce, vyhodnocení dat:

Bude porovnávána kvalita videozáznamu u vybraných kamer nainstalovaných do vesty. Posouzena vhodnost zorného pole u kamer, tak aby zachytily celý výkon záchranáře. Z výsledků měření se vybere kamera pro instalaci.

Místo a čas:

Výzkum proběhne v budově E3 v termínu od září 2019.

Vzorek:

Nepředpokládá se využití respondentů

Rozsah pracovní zprávy: 50 - 70

Forma zpracování práce: tištěná/elektronická

Rozsah grafických prací:
Rozsah pracovní zprávy:
Forma zpracování práce:
Jazyk práce:

tištěná/elektronická
Čeština



Seznam odborné literatury:

KUMAR, L. Ashok a M. SENTHILKUMAR. *Automation in textile machinery: instrumentation and control system design principles*. Boca Raton: CRC Press, 2018. ISBN 978-1-4987-8193-0.

JAU LIN, Luc. *Automation for robotics*. London: ISTE, 2015. Control, systems and industrial engineering series. ISBN 9781848217980.

VUKOBRATOVIC, Miomir. *Introduction to Robotics*. Berlin: Springer Heidelberg, 1988. ISBN 9783540174523.

FAIRHURST, Catherine a kol. *Advanced in apparel production*. 1st ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2008. ISBN 9781845692957.

NAYAK, Rajkishore a Rajiv PADHYE. *Automation in garment manufacturing*. Duxford: Woodhead Publishing, an imprint of Elsevier, 2018. Textile Institute book series. ISBN 9780081011331.

AGUILAR, María R. a Julio S. ROMÁN. *Smart Polymers and their Applications*. 2nd ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2019. ISBN 9780081024164.

PARET, Dominique a Pierre CRÉGO, *Wearables, Smart Textiles and Smart Apparel*. London: ISTE Press – Elsevier, 2019. ISBN 978-1-78548-293-9.

SHI, Jidong a kol. *Smart Textile-Integrated Microelectronic Systems for Wearable Applications*. Adv. Mater, 2019. DOI: 10.1002/adma.201901958.

WENG, Wei a kol. *Smart Electronic Textiles*. Angewandte Chemie International Edition. 2016, **55**(21), 6140-6169. DOI: 10.1002/anie.201507333. ISSN 14337851. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1002/anie.201507333>.

MCCANN, J. a D. BRYSON. *Smart clothes and wearable technology*. Boca Raton, Fla.: Woodhead publishing, 2009. ISBN 9781845693572.

CHO, Gilsoo. *Smart clothing: technology and applications*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2010. ISBN 9781420088526.

Vedoucí práce:

prof. Dr. Ing. Zdeněk Kůs
Katedra oděvnictví

Datum zadání práce:

2. září 2019

Předpokládaný termín odevzdání: 30. června 2020

L.S.

prof. MUDr. Karel Cvachovec, CSc., MBA
děkan

Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci jsem vypracoval samostatně jako původní dílo s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Jsem si vědom toho, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu Technické univerzity v Liberci.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti Technickou univerzitu v Liberci; v tomto případě má Technická univerzita v Liberci právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Současně čestně prohlašuji, že text elektronické podoby práce vložený do IS/STAG se shoduje s textem tištěné podoby práce.

Beru na vědomí, že má diplomová práce bude zveřejněna Technickou univerzitou v Liberci v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů.

Jsem si vědom následků, které podle zákona o vysokých školách mohou vyplývat z porušení tohoto prohlášení.

16. listopadu 2020

Bc. David Kupka

Vážený pan
David Kupka, Bc.

Vyřizuje/linka: Čermáková/485 353 194

V Liberci dne 01. července 2020
č. j.: TUL - 20/8511/022930-001

Vyjádření k žádosti o ponechání zadání a prodloužení odevzdání diplomové práce

Vážený pane Kupko,

na základě Vaší žádosti ze dne 26. 06. 2020, zaevidované pod č. j.: TUL - 20/8511/022930 Vám sděluji, že **souhlasím** s ponecháním zadání diplomové práce a s prodloužením termínu odevzdání do 30. 06. 2021.

S pozdravem

prof. MUDr. Karel Cvachovec, CSc., MBA
děkan

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu Diplomové práce, prof. Dr. Ing. Zdeňkovi Kůsovi, za odborné vedení, cenné rady a připomínky při zpracování. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Michalovi Martinkovi za rady při sestavování a programování kamery.

Abstrakt

Jméno a příjmení: Bc. David Kupka

Instituce: Technická univerzita v Liberci,
Fakulta zdravotnických studií

Název práce: Integrace kamerového systému do oblečení záchranářů

Vedoucí práce: prof. Dr. Ing. Zdeněk Kůs

Počet stran: 114

Rok obhajoby: 2021

Anotace:

Cílem práce je výběr kamerového systému z hlediska hardwaru. Návrh vhodné instalace kamer do oblečení pro zimní a letní sezónu. Řešení současné legislativy z pohledu práv pacientů. Práce bude řešit hardware, software a přenos dat. Na vybraném typu kamer bude ověřena funkčnost systému.

Klíčová slova: kamery, oblečení záchranářů, software, hardware, osobní kamery

Abstract

Name and surname: Bc. David Kupka

Institution: Technical University of Liberec,
Faculty of Health Studies

Title: Integration of camera systems into paramedics clothing

Supervisor: prof. Dr. Ing. Zdeněk Kůs

Pages: 114

Year: 2021

Annotation:

The aim of this thesis is to select a camera system. Draft of suitable installation of cameras into winter and summer clothes. Research of the current legislation from the perspective of patients' rights. In the thesis will be solved hardware, software and data transfer. There will be verified functionality of selected camera systems.

Key words: cameras, paramedics clothing, software, hardware, body cameras

Obsah

Seznam použitých zkratk.....	11
1 Úvod.....	13
2 Teoretická část	15
2.1 Legislativa.....	15
2.1.1 Úvod.....	15
2.1.2 GDPR	15
2.1.3 Policie.....	17
2.1.4 Velká Británie	18
2.1.5 USA.....	19
2.1.6 Shrnutí.....	21
2.2 Kamery.....	21
2.2.1 Kamery - princip	21
2.2.1.1 CCD	22
2.2.1.2 CMOS	24
2.2.2 Komerční kamery.....	27
2.2.2.1 Edesix.....	27
2.2.2.2 Motorola.....	30
2.2.2.3 Axon.....	32
2.2.2.4 Vievu.....	35
2.2.2.5 GoPro	37
2.2.2.6 Coban	37
2.2.2.7 Zepcam.....	38
2.2.2.8 Halo	39
2.2.2.9 Reveal.....	39
2.2.2.10 Transcend	40
2.2.2.11 CEL-TEC	41
2.2.3 Porovnání parametrů komerčních kamer	41
2.2.4 Ideální kamera.....	43
2.3 Hardware pro kameru.....	44
2.3.1 Počítače	44
2.3.1.1 Arduino Uno Rev3	44
2.3.1.2 Raspberry Pi	45
2.3.1.3 Orange Pi.....	50
2.3.1.4 Banana Pi	52
2.3.2 Kamery.....	54
2.3.2.1 Raspberry Pi Camera Module V2	54
2.3.2.2 Raspberry Pi NoIR kamera V2.....	55

2.3.2.3	Raspberry Pi HQ kamera	56
2.3.2.4	Waveshare IMX179 8MPx USB kamera	57
2.3.2.5	Arducam 2Mpx IMX291 USB Low Light 160° Camera Module.....	58
2.3.3	Mikrofon	59
2.3.4	Powerbanka	59
2.3.5	SD karta.....	60
2.3.6	Tlačítko	62
3	Výzkumná část.....	63
3.1	Zapojení	63
3.1.2	Instalace operačního systému.....	63
3.1.3	Připojení tlačítka	66
3.1.4	Kamera	69
3.1.5	Mikrofon	70
3.1.6	FFMPEG	72
3.2	Nahrávání.....	75
3.3	Stream	76
3.3.1	Raspivid + netcat.....	76
3.3.2	Mjpeg	76
3.3.3	Gstreamer	77
3.3.4	FFserver	78
3.3.5	Nginx.....	80
3.3.6	Picam.....	80
3.3.6.1	HLS	88
3.4	Stream a nahrávání.....	89
3.4.2	Kódování a převod	90
3.4.3	Výdrž baterie a velikost souboru.....	90
3.5	Zapouzdření	91
3.5.2	Umístění a připevnění	95
3.6	Návrhy na možná rozšíření kamery	96
3.7	Záloha SD karty a kopírování na nový přístroj	99
4	Diskuse.....	100
5	Návrh na doporučení pro praxi	102
6	Závěr	103
	Literatura.....	104
	Seznam obrázků	112
	Seznam tabulek	114

Seznam použitých zkratek

GDPR	General Data Protection Regulation
Sb.	Sbírka
PČR	Policie České republiky
CCTV	Closed-circuit television
USA	Spojené státy americké
IP	internet protokol
CCD	Charge-coupled device
CMOS	Complementary Metal–Oxide–Semiconductor
mm	milimetr
GB	Gigabyte
HD	high definition
LED	Light-Emitting Diode
FPS	Frames per second
g	gram
RFID	Radio Frequency Identification
GPS	Global Positioning System
SD	Standard Definition
2K	2048×1080
LCD	Liquid crystal display
Sd karta	Secure digital
mAh	miliAmpérhodina
IR	Infrared

h	hodina
CSI	Camera Serial Interface
GPIO	General-purpose input/output
USB	Universal Serial Bus
V	Volt
HDMI	High-Definition Multimedia Interface
RAM	Random Access Memory
px	pixel
VGA	Video Graphics Array
Pc	počítač
Hz	Hertz
dB	decibel
A	Ampér
OS	operační systém
SW	software
HLS	HTTP live streaming
HTTP	hypertext transfer protocol
4G	čtvrtá generace

1 Úvod

Osobní kamery jsou přístroje pro zaznamenání audia, videa a fotografií. Jejich malá velikost a nízká hmotnost umožňuje nošení na oblečení. V České republice se osobní kamery využívají u Policie České republiky pro záznam interakce s veřejností a nahrávání důkazů při zásahu. V této práci se zaměříme na možné použití kamerového systému u záchranných složek.

V teoretické části práce je shrnuta legislativa určující pravidla pro užití osobních kamer. Dále je popsán princip snímání kamer a jsou představeny dostupné kamerové systémy. Na závěr teoretické části je navržen hardware pro řešení projektu. Praktická část je zaměřena na sestavení a naprogramování kamery podle návrhu a ověření její funkčnosti. Pro využití v praxi jsou navrženy další možnosti řešení pro zvýšení kvality kamerového systému.

Motivace

V současné době je vedení zásahu závislé pouze na vysílačkách. Pro velitele zásahu nebo pro dispečink by bylo výhodné mít i obrazový stream, který by zlepšil výslednou koordinaci. V současné době nejsou při výkonu práce záchranářů využívány osobní kamery. Ty by jim mohly pomoci při dokládání důkazů o napadení při výkonu služby. Zároveň kamery poskytují důkazy o provedeném zákroku/ošetření, a ty potom mohou posloužit i u soudu. Proto mě zaujal projekt zabývající se vývojem cenově dostupného kamerového systému pro záchranáře.

2 Teoretická část

2.1 Legislativa

2.1.1 Úvod

V prvním kroku musíme posoudit, zda je osobní kamera z právního hlediska přípustná pro použití u záchranářů. Hlavním dokumentem, který se týká ochrany osobních dat, je v současné době v Evropské unii GDPR. Nejprve tedy rozebereme právě tyto předpisy. Dále se zaměříme na legislativu týkající se osobních kamer v České republice. Pro srovnání bude uvedena platná legislativa ve Velké Británii a Spojených státech amerických, kde se osobní kamery běžně využívají a použití je právně ošetřeno. Posledním krokem bude shrnutí poznatků a posouzení legálnosti kamerového systému.

2.1.2 GDPR

Nařízení EU 2016/679 představuje právní rámec ochrany osobních údajů na celém území Evropské unie. Nařízení hájí práva občanů proti neoprávněnému zacházení s jejich daty a osobními údaji. Ochrana údajů je přenášena i přes hranice do jiných unijních států. [1]

GDPR dále rozvíjí a posiluje práva lidí, kterých se týká zpracování dat. Umožňuje získávat informace o tom, jaké údaje jsou zpracovány a z jakého důvodu. Osoby se mohou domáhat dodržování pravidel a dále je ošetřena i náprava stavu. GDPR klade důraz na vymahatelnost práv lidí a povinností správců. Od správců dat je vyžadován aktivní přístup. Před začátkem nového zpracování se musí posoudit vliv jednotlivých zpracování na ochranu osobních údajů a vybrat vhodné nástroje ochrany údajů. Při určitých podmínkách je nutno si vyžádat předběžnou konzultaci u dozorového úřadu. Povinnosti pro správce jsou určeny podle rizikovosti, ta se určí podle rozsahu zpracování dat, druhu osobních dat a použitých technologií. Obsahem jsou i pravidla pro zvláštní kategorie údajů a zpracování dat. [1]

V některých případech se musí jmenovat pověřenec pro ochranu osobních údajů. Je specifikováno, jak má být zabezpečeno zpracování dat. Při porušení tohoto zabezpečení se musí incident ohlásit dozorovému úřadu a zároveň i občanům, kterých se to týká. [1]

GDPR výslovně upravuje nezávislost, podmínky pro členy, úkoly a pravomoci dozorových úřadů v členských státech Evropské unie, Evropském hospodářském prostoru a Švýcarsku. Nedodržení GDPR může vést k pokutám a postihům. Ty jsou ve všech státech jednotné. [1]

V GDPR je rozebráno, jak nakládat s nahrávkami z kamerových systémů (CCTV). Osobní kamery ale nespádají do stejné kategorie. Nicméně se dá podle těchto předpisů řídit a postupovat. Zjednodušeně jsou uvedeny zde:

- záznam by měl být pořízen pro specifické a legitimní důvody, zároveň musí být v mezích zákona
- zpracování záznamu musí být legální a transparentní
- vztaženo pouze na danou situaci
- přesný, nezkreslený
- udržován pouze po dobu nezbytně nutnou
- v souladu s právy individuů
- data by se neměla dále přenášet bez zajištěné dostatečné ochrany
- nahrávání by se mělo odehrávat na veřejných nebo poloveřejných místech (poloveřejné – soukromý pozemek s přístupem veřejnosti – supermarket)
- práva na ochranu soukromí jsou vztažena k tomu, co se nahrává, například u trestné činnosti je očekáván nižší nárok na ochranu soukromí
- na soukromých pozemcích je potřeba napřed dostat souhlas s natáčením.

Pro splnění požadavků je dobré, když je kamera vybavena i záznamem data a času. Bylo by taky dobré mít zabezpečený přenos dat. Dá se použít šifrování nebo i zaheslovaný přístup pro autorizované uživatele.

Stručně řečeno, osobní kamery jsou v souladu s GDPR, pokud je umožněn správný sběr dat, jejich zabezpečení a jejich uchovávání jen po dobu nezbytně nutnou.

2.1.3 Policie

Príslušníci Policie České republiky jsou vybaveni osobní kamerou. Situace je monitorována dle jeho uvážení. Policista, který zaznamenal danou situaci, předá záznam pověřenému policistovi, který má na starosti spravování a archivaci digitálních záznamů. Je sepsán zápis s popisem situace a důvod proč byl záznam pořízen. Záznam je uložen do centrálního úložiště PČR. Archivace nebo vymazání není upraveno žádným právním předpisem. Zároveň žádný předpis neupravuje dobu, po kterou má být záznam uchován. [2]

Policisté se při výkonu povolání a nahrávání řídí zákonem č. 273/2008 Sb. o Policii České republiky: [3]

§ 62

Porizování záznamů

- (1) Policie může, je-li to nezbytné pro plnění jejích úkolů, pořizovat zvukové, obrazové nebo jiné záznamy osob a věcí nacházejících se na místech veřejně přístupných a zvukové, obrazové nebo jiné záznamy o průběhu úkonu. [3]

Dále je úprava použití osobních kamer v zákonem č. 553/1991 Sb. o obecní policii: [4]
§ 24b

- (1) Obecní policie je oprávněna, je-li to potřebné pro plnění jejích úkolů podle tohoto nebo jiného zákona, pořizovat zvukové, obrazové nebo jiné záznamy z míst veřejně přístupných, popřípadě též zvukové, obrazové nebo jiné záznamy o průběhu zákroku nebo úkonu. [5]

Městští policisté se dále řídí i vnitřními pokyny k užívání kamery. Nahrávací zařízení není stále zapnuté, strážník sám rozhodne, jakou situaci nahraje, musí však být v souladu se zákonem. Policista může nahrávat i přes vyjádřený nesouhlas. [4]

Dle pokynů policista musí mít kameru připevněnou tak, aby byl věrně zaznamenán celý průběh zákroku. Spustit nahrávání před počátkem zákroku. Záznamy přesouvat do datového úložiště ihned po příchodu na pracoviště. Následně vymazat paměť kamery. Po skončení směny odevzdat kameru. Policisté mají zakázáno jakkoli zasahovat do plynulosti a kvality záznamu. Nesmí zasahovat do konfigurace kamery. Záznam může být uložen pouze do vlastní paměti kamery. [4]

2.1.4 Velká Británie

Od října 2019 bylo ve Velké Británii testovací období osobních kamer pro záchranáře. Hlavní podnět pro použití kamer je vzrůstající počet napadení záchranářů. Většina útoků se odehrává na místech, kde není žádný kamerový systém. Dle studie od West London NHS Trust, nošení kamer potlačuje agresivitu a vážnost incidentů. Zároveň pozitivně ovlivňuje pacientovo chování. Během této zkušební doby byla data mazána po 30 dnech, pokud nebyla využita jako důkazní materiál. Kamery dodala firma Motorola Solutions. Daný typ kamery bude rozebrán dále v textu. [6]

Spouštěčem testování bylo představení zákona Assaults on Emergency Workers. V tomto zákoně jsou zpřísněny tresty za napadení. [6]

Nahrávky událostí jsou použitelné pouze jako důkazní materiál pro policii a u soudu. Nahrávky se dají spustit pouze ve speciálním softwaru od firmy Edesix, která se zároveň stará o to, aby s nimi nebylo manipulováno. [6]

Z legislativy se během zkušebního období řídili GDPR a článkem 6(1)f. Tento článek zní: Zpracování dat je nezbytné pro sledování oprávněných zájmů správcem nebo třetí stranou, s výjimkou případů, kde tyto zájmy jsou potlačeny zájmy nebo základními právy a svobodami subjektů, které vyžadují ochranu osobních údajů, zejména pokud se jedná o děti. [7]

Jako zájmy byly uvedeny:

- ochrana zaměstnanců, pacientů, návštěvníku a majetku
- dopadnout, stíhat pachatele a poskytnout důkazy k zahájení trestního nebo občanského řízení u soudu
- využít odrazujícího efektu a snížení protiprávní činnosti
- zajistit bezpečnější prostředí zaměstnancům
- asistence při ověřování reklamací.

[7]

Natočené osoby mají právo požádat o informace kolem natáčení a zároveň mohou požádat o kopii nahrávky. [7]

Policie

Předpokládám, že pokud budou kamery nasazeny v plném režimu pro záchranáře, budou po právní stránce stejně nebo velmi podobně ošetřeny. Policie se řídí zákony Protection of Freedoms Act 2012, Data Protection Act 2018 a GDPR. Dále vláda vydala příručky k osobním kamerám o nošení a správě dat. Tyto příručky budou zmíněny dále. Policista musí, pokud to situace umožňuje, oznámit, že nahrává. Kamera je zároveň vybavena blikající červenou diodou a pravidelným zvukovým signálem. Policista může nahrávat i přes vyjádření nesouhlasu. Záznamy jsou automaticky při připojení do dobíjecí stanice nahrány na zabezpečený server. Pokud nejsou využity jako důkazní materiál, jsou po 31 dnech smazány. Občané si mohou shlédnout s povolením nahrávky, kde jsou zaznamenáni. Policista nemůže jakkoliv mazat či upravovat záznam. Je povolené nahrávání i na soukromých pozemcích vyžaduje-li to situace. Musí se ovšem snažit nahrát pouze nezbytně nutné okolí a omezit pouze na osoby, kterých se to týká. [8] [9] [10] [11]

Kamerami by měli být vybaveni již všichni příslušníci policie. Kamery nosí za účelem sbírání důkazů a poskytnutí transparentnosti policejní práce. Kamery natáčí 30 s nebo 60 s bez audia a záznam je ihned přepisován. Pro plný záznam musí příslušník aktivovat nahrávání. Nahrávka pak obsahuje i původních 60 s ovšem bez audia. [8] [9] [10] [11]

2.1.5 USA

Ve Spojených státech amerických se běžně nepoužívají osobní kamery u záchranářů. Je několik studií, které ovšem doporučují nosit kamery, hlavně kvůli nepřesné a zanedbané dokumentaci. Některé týmy záchranářů mají kamery již v povinné výbavě. Hlavním motivem zavedení kamer byla prokázaná účinnost využití u policie. Kamery ovlivňují chování občanů i pracovníků. Díky nahrávacím zařízením klesly stížnosti občanů na policii až o 88 %. Dalším motivem je pomoc vedení s identifikací problémů. Hlavními problémy byly uvedeny:

- porušení protokolů nebo standardů péče
- neprofesionální chování

- protizákonné nebo neetické chování
- procesní nebo systémové chyby
- bezpečnost zaměstnanců.

[12] [13] [14]

Použití kamer u záchranářů se řídí zákonem HIPAA – Health Insurance Portability and Accountability Act of 1996. Tento zákon zajišťuje soukromí dat a bezpečnostní opatření pro zabezpečení medicínských dat. Zdravotníci v souladu se zákonem mohou používat video za účelem léčby a zvyšování kvality služeb. Co se týče soukromí a udělení souhlasu, každý stát má vlastní právní úpravu. Například v Texasu stačí, že pouze jedna strana ví o nahrávání. To znamená, že zdravotníci nahrávají všechny výjezdy od začátku do konce. Nahrávka není součástí pacientova záznamu a karty. [12] [13] [14]

Data jsou nahrána na servery poskytovatele kamerového systému, který zajišťuje jejich zálohování a zabezpečení. Přístup k datům je zašifrován, má dvojí autentizaci a je omezen podle IP adresy. Záchranáři mohou zhlédnout video za účelem vypsání záznamu do patientské dokumentace. Nahrávky jsou uloženy po dobu, jakou jim umožňuje zákon, každý stát má vlastní úpravu. Data mohou být uchována po delší dobu pouze v případě využití jako důkazní materiál nebo po odstranění informací jako výukový materiál ve škole. [12] [13] [14]

Použití kamer u policie je ošetřeno pěti národními zákony a zákony jednotlivých států. Hlavní zákony jsou: Personal Data Privacy and Security Act of 2014 – upravuje soukromí dat, Safer Officers and Safer Citizens Act – bezpečnost policistů a občanů, S.1610 – odstranění rasových předsudků, CAM TIP Act of 2015 – program pro nákup, provoz a údržbu kamer a Police CAMERA Act – program pro nákup kamer pro policii. Hlavní rozdíly v legislativách jednotlivých států jsou úpravy definice osobní kamery, úpravy a upřesnění soukromí dat (např. ochrana údajů dětí, zemřelého apod.). [15]

Jelikož je v USA mnoho bezpečnostních složek (policie, šerif), každá organizace si určuje sama, jestli bude používat kamery. Každý stát má vlastní pravidla a doporučené postupy pro použití kamery. Obecně platí: začít nahrávat by se mělo před začátkem interakce, data by se neměla nijak upravovat, měla by být zašifrována a bezpečně uložena. [15]

2.1.6 Shrnutí

Osobní kamerový systém pro záchranáře se může použít, jsou-li data sbírána správným způsobem, zabezpečena a nejsou uchovávána déle, než je potřeba. V České republice se z hlediska práv spoléhá hlavně na GDPR. Zákonem je pouze ošetřeno získávání důkazů pro policii pomocí kamer. To znamená, že způsob získání dat, ochrana dat i skladování dat je upraveno podle GDPR. Ve Velké Británii se osobní kamery pro záchranáře zatím řídí také pouze podle GDPR. Policie se kromě GDPR řídí i dalšími zákony. Pro policii jsou zároveň velmi dobře zpracovány příručky od vlády pro používání osobních kamer. V USA se používání kamer pro záchranáře řídí jedním národním zákonem a dále zákony konkrétního státu. Kromě bezpečnosti záchranářů se z nahrávek hodnotí i užité postupy záchranářů, případně i efektivita guidelinů pro dané situace. Záznamy je možné použít i pro výuku.

Dle mého názoru by bylo při nasazení kamer pro záchranáře v České republice vhodné se inspirovat v zahraniční legislativě i přesto, že se stačí řídit GDPR. Je užitečné mít záznamy akcí záchranářů pro hodnocení jejich práce, vyhodnocování efektivity postupů a případně používat záznamy i pro výuku.

2.2 Kamery

V této kapitole bude rozebrán princip snímání u kamer. V druhé části budou představeny kamery dostupné na trhu.

2.2.1 Kamery - princip

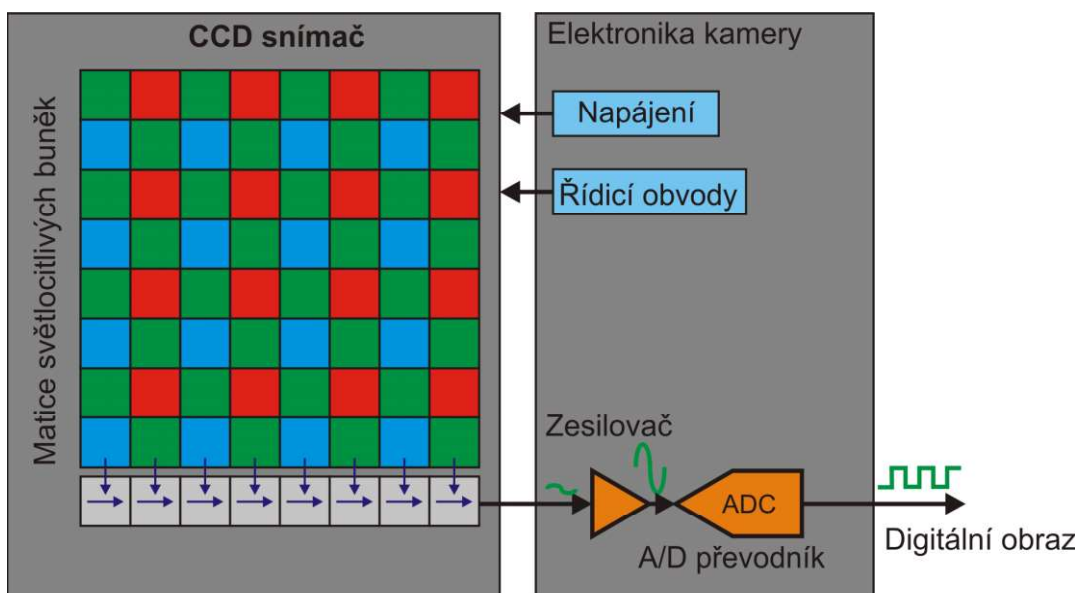
Snímání objektů je v podstatě radiometrické měření za použití vhodných snímačů. Ty jsou citlivé na dané spektrum elektromagnetického záření. Jednotlivé pixely snímače měří intenzitu dopadajícího záření v daném čase. Z měření vyhodnocujeme vlnovou délku, amplitudu, mód polarizace příčné vlny a fázi. [16]

Snímače světelné energie se dělí do dvou skupin. První fungují na fotoemisivním principu, který využívá vnější fotoelektrický jev. Dopadající foton poskytne dostatek energie na uvolnění elektronu. Tento princip je využíván ve vakuových snímacích elektronkách a fotonásobičích. Druhá skupina jsou snímače fungující na fotovoltaiickém

nebo fotovodivostním principu. Zde je využito vnitřního fotoelektrického jevu. Do této skupiny spadají aktuálně nejpoužívanější čipy CCD a CMOS. [16]

2.2.1.1 CCD

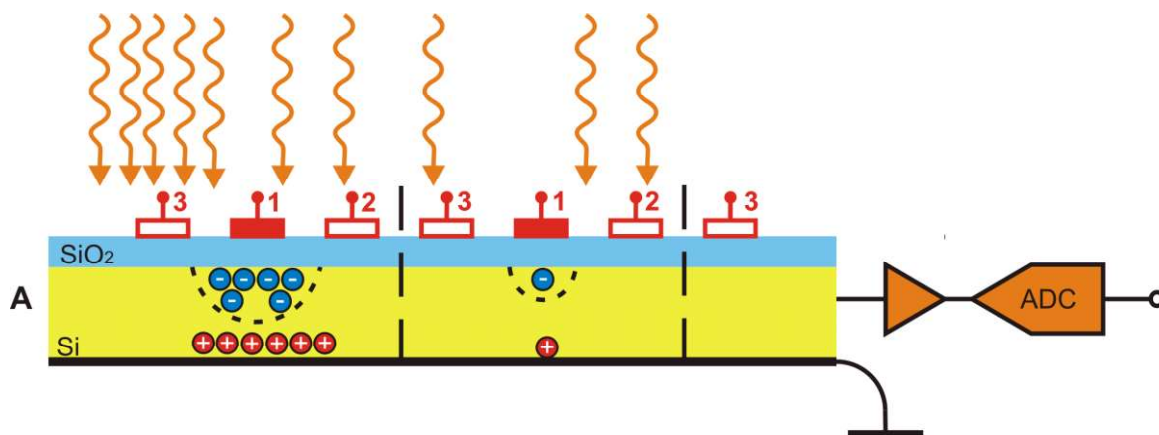
CCD snímače byly vyvinuty speciálně pro kamerové systémy. Vyvinuli je v roce 1969 Willard Boyle a George Smith v Bellových laboratořích. Prakticky se jedná o posuvný registr vystavený působení světla. Foton po dopadu na snímač předá energii a uvolní elektron. Elektroda, ze které byl elektron uvolněn, je však zaizolována vrstvičkou oxidu křemičitého, ten je dokonalý elektrický izolant a brání odvodu elektronu pryč. Každý snímač je složen z velkého množství takovýchto buněk. Snímek se z nich exponuje do izolovaných potenciálových jamek. Ty jsou uspořádány do sloupců. Obrazy jsou pak vytvořeny z jednotlivých pixelů. Princip je znázorněn na obrázku 2.1. [16]



Obrázek 2.1: Princip CCD čipu. [16]

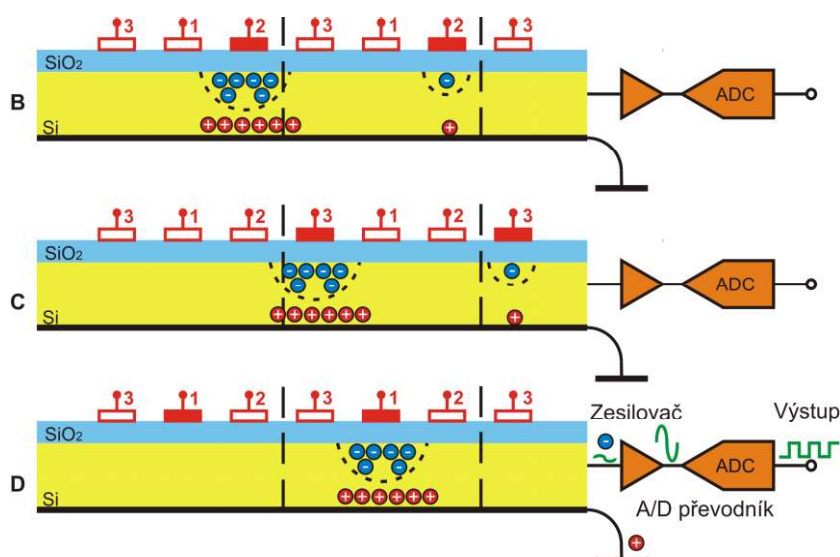
CCD snímač má tři fáze.

- 1) Příprava CCD – je smazán předchozí snímek – odebrány volné elektrony.
- 2) Expozice – na elektrody je přivedeno kladné napětí. Potom se otevře závěrka. Fotony viditelného spektra předají energii na uvolnění elektronů z křemíkové struktury. Počet uvolněných elektronů je úměrný množství dopadajícího světla (viz Obrázek 2.2).



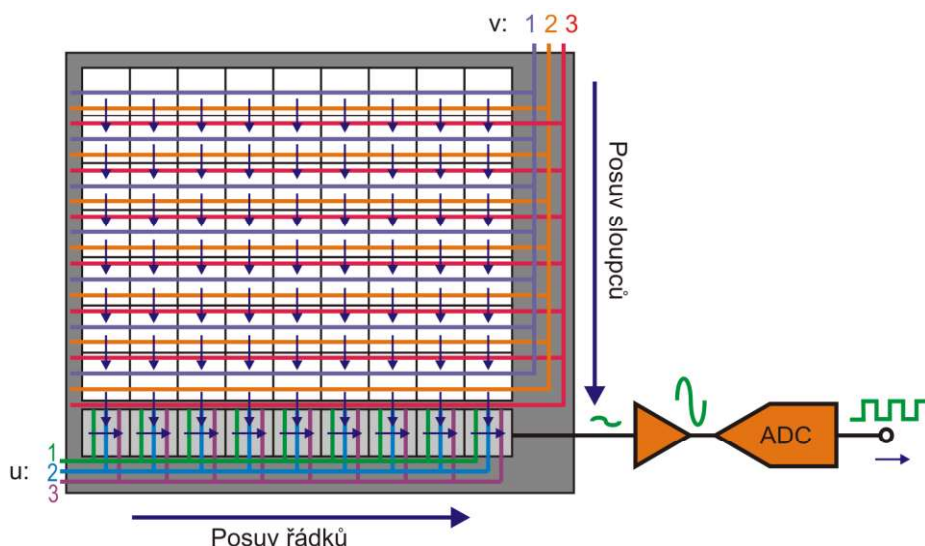
Obrázek 2.2: Expozice. [16]

- 3) Snímání obrazu – elektrony jsou pomocí elektrod svedeny do zesilovače (viz Obrázek 2.3).



Obrázek 2.3: Snímání obrazu. [16]

Zesilovač zesílí proud na napěťové úrovni vhodné pro další zesílení. Dále je zapojen analogově-digitální převodník, který provádí kvantování. To znamená, že původním hodnotám přiřadí hodnoty nové z vybraného rozsahu, který nabývá hodnot $k=2^n$. Plošný obraz se složí z několika lineárních senzorů. Ty jsou naskládány vedle sebe a vytváří matici. Pro čtení obrazu se musí posunovat nejprve sloupce a potom řádky (viz Obrázek 2.4). [16]

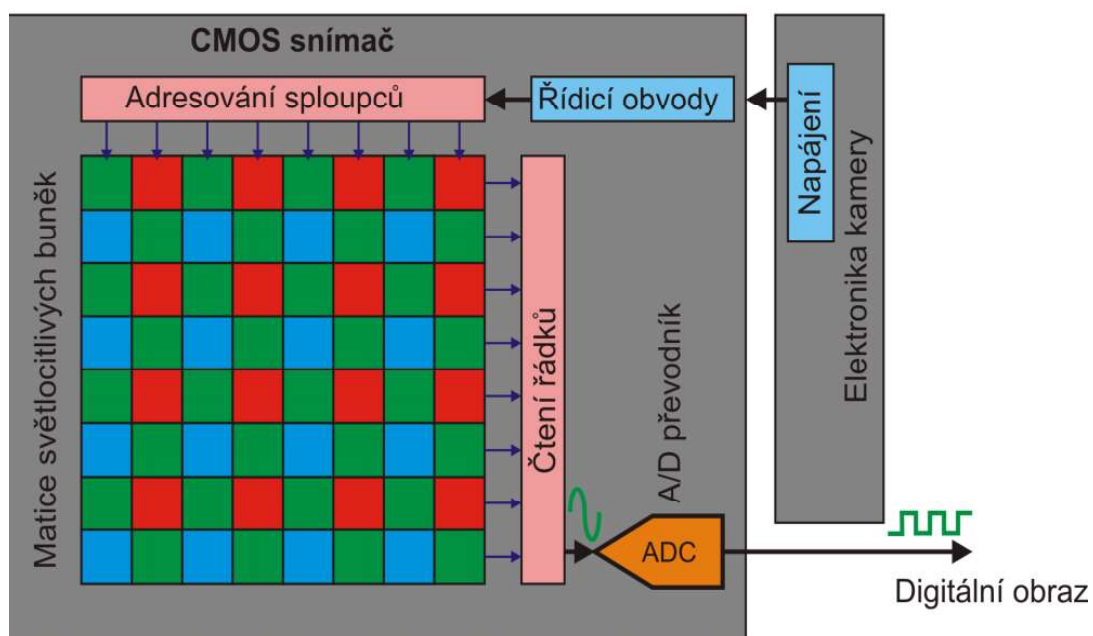


Obrázek 2.4: Čtení obrazu z CCD čipu. [16]

2.2.1.2 CMOS

Snímače CMOS jsou vyráběny technologií stejnou jako je výroba paměťových čipů. Technologie byla vynalezena v roce 1963 a nejprve se využívala v letectví. Na začátku 90. let se stala základem logických obvodů a mikroprocesorů. Jako snímače se začala používat kolem roku 1993 a přišla s ní laboratoř Jet Propulsion Laboratory. [16]

Tento snímač je velmi podobně konstruován jako CCD snímač a také využívá fotoefektu. Hlavním rozdílem je, že při čtení nedochází k posunu elektronů, ale hodnoty jsou přímo čteny. Každý pixel má svůj zesilovač a je přímo adresován pomocí souřadnic. Díky tomu je CMOS snímač rychlejší a má nižší spotřebu. Další výhodou je možnost zakomponovat další prvky nutné pro získání obrazu přímo do čipu. Nevýhodou je, že zesilovač zabírá část plochy, a proto musí být fotodiody menší. Menší světlocitlivá plocha potom vyžaduje větší zesílení, a tudíž se zvyšuje šum. Řešením je potom umístění mikroobjektivů nad každý pixel. Schéma CMOS snímače je na obrázku 2.5. V tabulce 2.1 je porovnání CCD a CMOS čipů.[16]



Obrázek 2.5: CMOS snímač. [16]

Tabulka 2.1: Porovnání CCD a CMOS snímačů

	CCD	CMOS
Vystupující signál z pixelu	Paket elektronů	Napětí
Vystupující signál z čipu	Napětí	Bity
Rychlost	Nízká	Vysoká
Citlivost	Velmi dobrá	Problém za snížených světelných podmínek
Dynamický rozsah	Vysoký	Průměrný
Šum	Malý	Větší
Odběr energie	Mnohonásobně více než CMOS	Malý
Složitost čipu	Malé	Velké
Složitost systému	Velké, mnoho obvodů mimo čip	Menší, obvod přímo na čipu
Cena	Vysoká, specializovaná technologie	Levnější

[16]

2.2.2 Komerční kamery

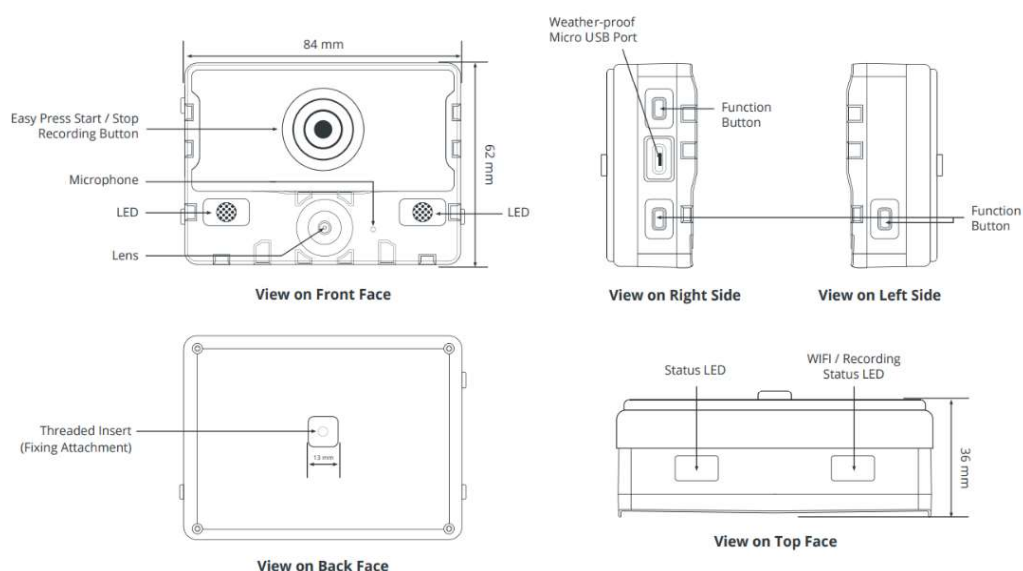
V této podkapitole představím alternativy osobních kamer k našemu projektu. Na trhu je velké množství komerčně vyráběných kamer. Z dostupné nabídky jsem vybral ty, které jsou parametry přímo určeny jako osobní kamery, nebo ty, které se jim svými parametry přibližují.

2.2.2.1 Edesix

VB-300

Ve Velké Británii byly během testování nasazeny kamery řady VB-300 od anglického výrobce Edesix. Tato firma byla v roce 2019 koupena firmou Motorola Solutions. Řada obsahuje dva modely, a to VB-320 a VB-340, jediným rozdílem je velikost. Rozměry jsou 84 mm x 62 mm x 30 mm (VB-320) x 36 mm (VB-340). Kamera váží 100 g pro VB-320, případně 140 g pro VB-340. Přístroje není možné rozdělat. Uživatel se tak nedostane přímo k paměti nebo baterii. Paměť je interní, nevyměnitelná, zašifrovaná a dodává se o velikostech 16 GB nebo 32 GB. Nahrávka zabere při hodině nahrávání 1 GB při standardním rozlišení 640 x 480 px. Při nahrávání v 1280 x 720 HD rozlišení činí objem dat za hodinu 2 GB. Pro napájení je použita Lithium-ion baterie s ochranou proti přebíjení. V standby režimu kamera vydrží 48 hodin (VB-320) a 96 hodin (VB-340). V nahrávacím režimu kamera vydrží 7 hodin (VB-320) / 14 hodin (VB-340). Na nabití baterie jsou potom potřeba 4 hodiny (VB-320), případně 8 hodin (VB-340). Výrobce doporučuje měnit baterii každé 3 roky. Přední stranu je možné osadit vlastním popisným štítkem. Přístroj obsahuje tlačítko pro zaznamenání odkazů při důležitých událostech. Dále jsou na kameře umístěny programovatelná tlačítka, dvě LED diody a tlačítko pro zapnutí/vypnutí nahrávání. První LED dioda slouží ke čtení stavu baterie, druhá potom svítí při spuštění nahrávání. Jako další upozornění na nahrávání je vždy spuštěn tón při začátku nebo ukončení. Jsou podporovány WiFi standardy 802.11 a/b/g/n. Kameru je možno využít i pro livestream. Kamera je osazena širokoúhlou čočkou se 130° úhlem pohledu. Je podporováno nahrávání za snížených světelných podmínek do 1 lux. Video je natáčeno se snímkovací frekvencí 25 nebo 30 FPS. V základním nastavení kamera nahrává s rozlišením 640 x 480 px. Nahrávání lze přepnout i do HD rozlišení. Formát videa je MP4. Kamera umožňuje nastavit přednahrávací smyčku. Data jsou zašifrována pomocí algoritmu AES 256.

Po připojení k počítači kamera není vidět jako úložiště. Pro přístup je potřeba využít software VideoManager od stejného výrobce. Každý snímek je očíslován a označen datem a časem. Kamera je schopná provozu od -20 °C do 40 °C. Zařízení splňuje ochranu IP65. Je zabudovaná ochrana proti rádiovému rušení. Na obrázku 2.6 je zobrazeno rozložení prvků na kameře, na obrázku 2.7 je kamera. [17] [18]



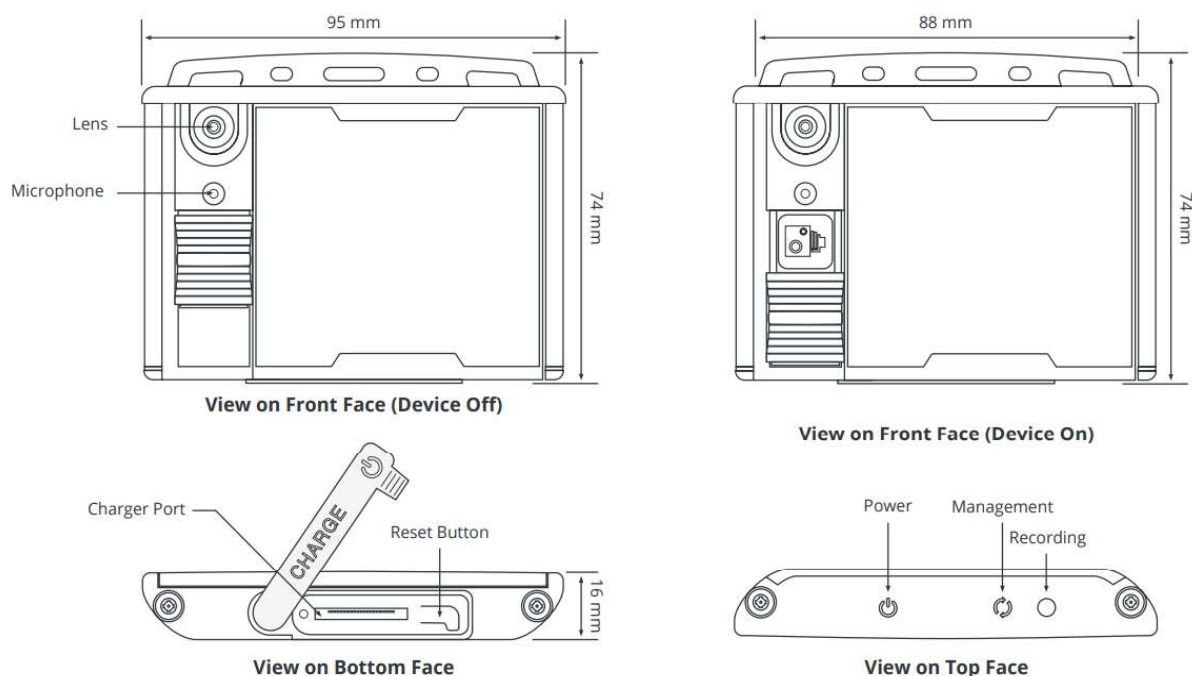
Obrázek 2.6: Rozložení prvků na kameře Edesix VB-300. [18]



Obrázek 2.7: Kamera Edesix VB-300. [17]

VB-200

Další kamerou od výrobce Edesix je VB-200. Kamera je určena pro policii a záchranáře. Kamera má rozměry 95 mm x 62 mm x 16 mm a váží 127 g. Přístroj je uzavřen proti přístupu k paměti a baterii. Vnitřní úložiště má kapacitu 16 GB. Datová náročnost je 1 GB za hodinu při rozlišení 640 x 368 px nebo 2 GB při 1280 x 720 px. Baterie je typu Lithium-ion s ochranou proti přebíjení a vydrží 8 hodin záznamu. V standby režimu je životnost 48 hodin. Nabití trvá zhruba 3 hodiny. Baterii je doporučeno měnit po 3 letech. Kamera je vybavena dvěma LED diodami, kolíbkou pro spuštění nahrávání a zapínacím tlačítkem. První LED dioda indikuje stav baterie, druhá pak svítí při nahrávání. Spuštění a vypnutí nahrávání je doprovázeno upozorňovacím zvukovým signálem. Je osazena širokoúhlá čočka 130°. Snímkovací frekvence je 25 FPS a rozlišení je 640 x 368 px nebo HD. Kamera je schopna nahrávat za snížených světelných podmínek do 2 lux. Formát videa je MP4. Šifrování je algoritmem AES 256. V přístroji je vestavěná ochrana proti rádiovému rušení. Každý snímek je označen číslem, datem a časem. Zařízení splňuje ochranu IP 54. Kamera je použitelná při teplotách od -5 °C do 40 °C. Na obrázku 2.8 je zobrazeno rozložení prvků na kameře, na obrázku 2.9 je kamera. [19] [20]



Obrázek 2.8: Rozložení prvků na kameře Edesix VB-200. [20]



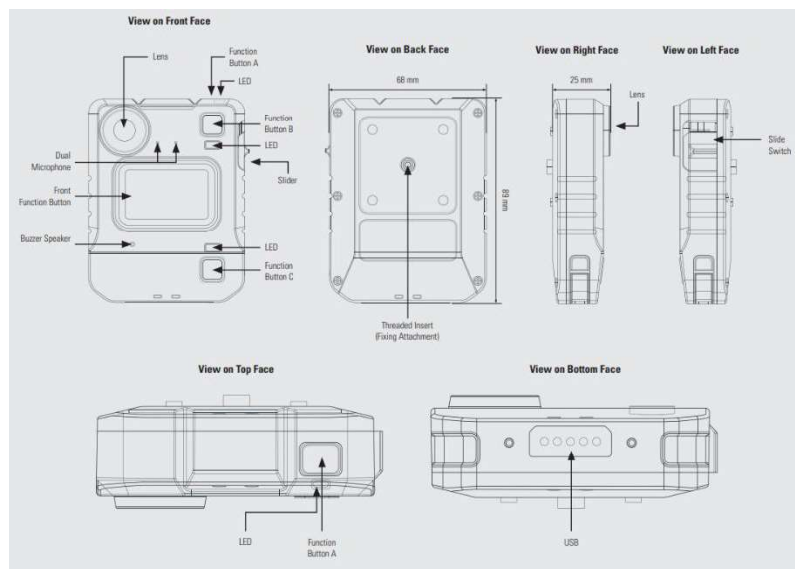
Obrázek 2.9: Kamera Edesix VB-200. [19]

2.2.2.2 Motorola

VB-400

Osobní kamera VB-400 je nejlepší z portfolia firem Edesix a Motorola. Rozměry přístroje jsou 68 mm x 89 mm x 25 mm a váží 160 g. Tělo je odolné a nerozebíratelné, bez přístupu k baterii a paměti. Baterie je typu Lithium-Polymer s výdrží 12 hodin. Nabití pak trvá 8 hodin. Na těle se nachází 5 programovatelných tlačítek, jedna kolíbkova a 3 LED diody. Jedno tlačítko je použité k označování událostí. Během nahrávání svítí LED dioda a může být naprogramováno zvukové upozornění. Osazená širokoúhlá čočka má 120° úhel pohledu. Dobrou kvalitu videozáznamu výrobce garantuje do 0,2 lux. Formát nahrávek je H.264. Snímkovací frekvence je 25 nebo 30 FPS a rozlišení lze nastavit 640 x 360 px, 1280 x 720 px nebo 1920 x 1080 px. Kamera je vybavena RFID čipem pro přiřazení k uživateli. Snímky ze záznamu jsou označeny razítkem s datem, časem a polohou. Do kamery je zabudována GPS. Z bezdrátové konektivity má kamera

Bluetooth 2.1 a WiFi 802.11 a/b/g/n. Vnitřní úložiště má 64 GB. Šifrování je algoritmus AES 256. Zařízení splňuje ochranu IP67 a je použitelné při teplotách od -20 °C do 50 °C. Po připojení k PC se kamera nezobrazí jako paměť, pro přístup musí být použit vlastní software VideoManager. Na obrázku 2.10 je zobrazeno rozložení prvků na kameře, na obrázku 2.11 je kamera. [21] [22]



Obrázek 2.10: Rozložení prvků na kameře Edesix VB-400. [22]

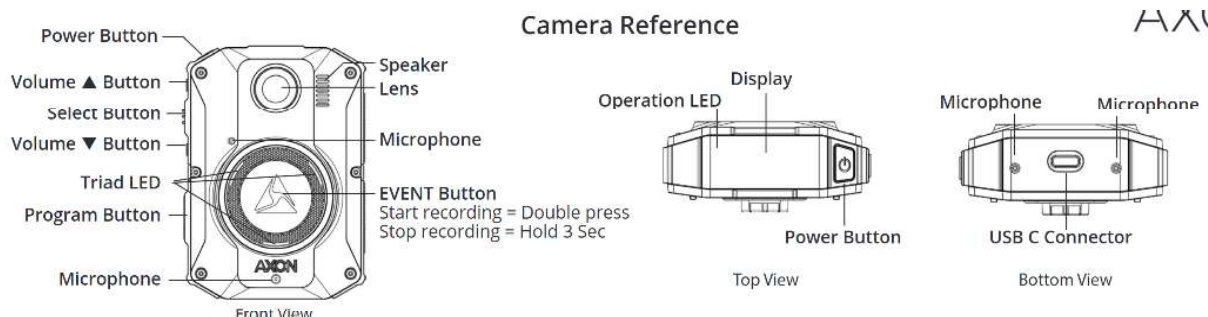


Obrázek 2.11: Kamera Edesix VB-400. [21]

2.2.2.3 Axon

Axon Body 3

Axon Body 3 je nejnovější produkt od americké firmy Axon. Kamera má pevné tělo, které se dá otevřít. Na těle je 6 předdefinovaných tlačítek a tři diody. Na horní straně je malý display, který zobrazuje stav baterie a notifikace. Baterie je vyměnitelná a výdrž na nabití je udávána na 12 hodin. Přednahrávání je možné maximálně 2 minuty. Kamera je vybavena GPS a WiFi. V budoucnu by kamera měla být vybavena i LTE modulem pro livestream. Úložiště má velikost 64 GB a je šifrováno pomocí AES-XTS. Video je možno nahrávat v kvalitě SD, HD nebo FULLHD a je ukládáno ve formátu MP4. Cena začíná na \$699, což je v přepočtu asi 16 500 Kč. Na obrázku 2.12 je zobrazeno rozložení prvků na kameře, na obrázku 2.13 je kamera. [23]



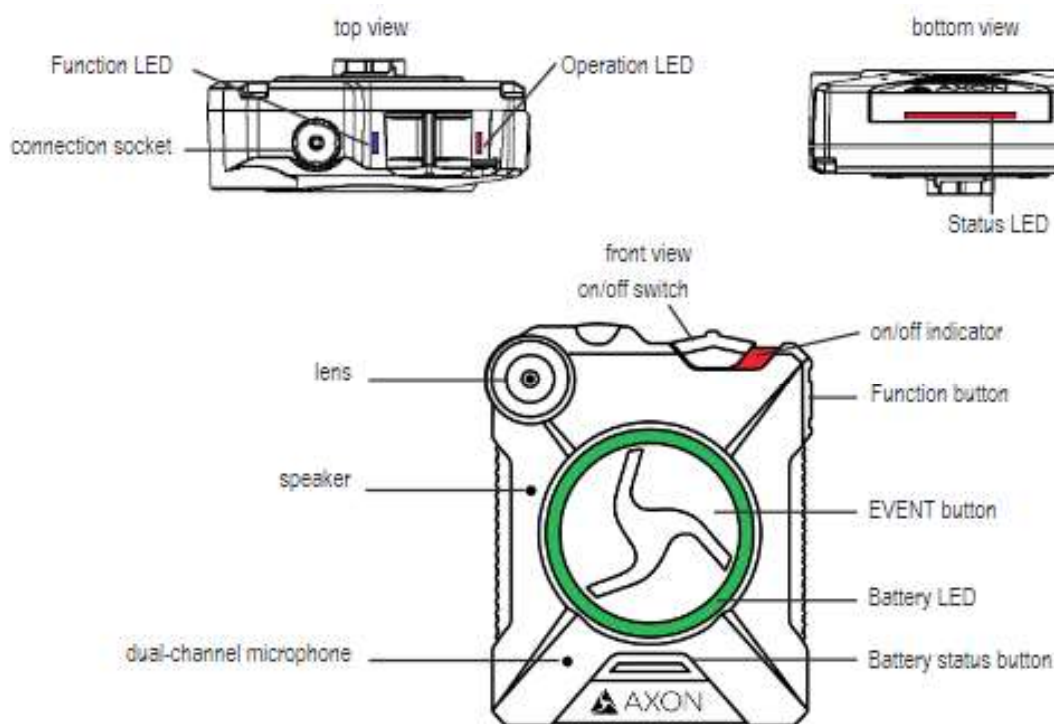
Obrázek 2.12: Rozložení prvků na kameře Axon Body 3. [23]



Obrázek 2.13: Kamera Axon Body 3. [23]

Axon Body 2

Druhá kamera od firmy Axon se jmenuje Axon Body 2. Tělo je pevné a dá se otevřít. Na těle jsou 3 funkční tlačítka a 3 LED diody. Rozměry kamery jsou 23,9 mm x 70,1 mm x 86,86 mm a váží 142 g. Osazená čočka má zorné pole 142°. Za snížených světelných podmínek je kamera schopna nahrávat do 0,1 lux. Snímkovací frekvence je 30 FPS. Rozlišení videa lze nastavit SD, HD nebo FULLHD. Nahrávky jsou ukládány ve formátu MP4. Baterie je typu Lithium-Ion. Maximální doba nahrávání je 12 hodin. Baterie se dobije za 4 hodiny. Úložiště má velikost 64 GB. Lze uložit až 70 hodin záznamu. Snímky jsou označeny datem a časem. Přednahrávání je maximálně na 2 minuty. Pro livestream je zabudovaná WiFi. Dále má přístroj i Bluetooth. Kamera splňuje IP67. Kamera se prodává za \$450 – 11 000 Kč. Na obrázku 2.14 je zobrazeno rozložení prvků na kameře, na obrázku 2.15 je kamera. [24]



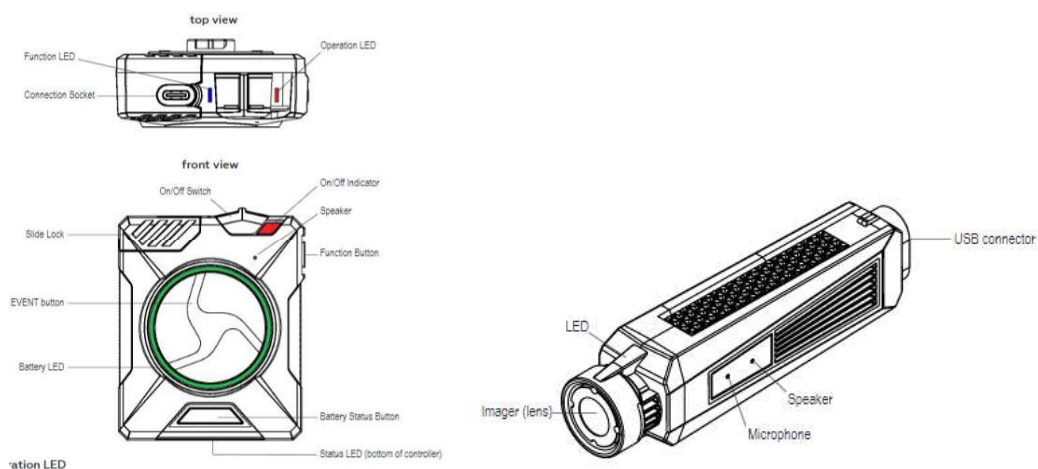
Obrázek 2.14: Rozložení prvků na kameře Axon Body 2. [24]



Obrázek 2.15: Kamera Axon Body 2. [24]

Axon Flex 2

Axon Flex 2 je kamera, která se upíná na brýle nebo čepici. Kamera je vybavena 120° čočkou. Je možné nastavit nahrávání v SD nebo HD. Formát videa je MP4. Baterie vydrží na jedno nabití až 12 hodin. Paměť pojme zhruba 70 hodin záznamu. Na kameře jsou 3 LED diody pro zobrazení stavu baterie a upozornění na nahrávání. Dále jsou na těle tři tlačítka s předdefinovanými funkcemi. Je možné nastavit až dvouminutovou přednahrávací smyčku. Na obrázku 2.16 je zobrazeno rozložení prvků na kameře, na obrázku 2.17 je kamera. [25]



Obrázek 2.16: Rozložení prvků na kameře Axon Flex 2. [25]

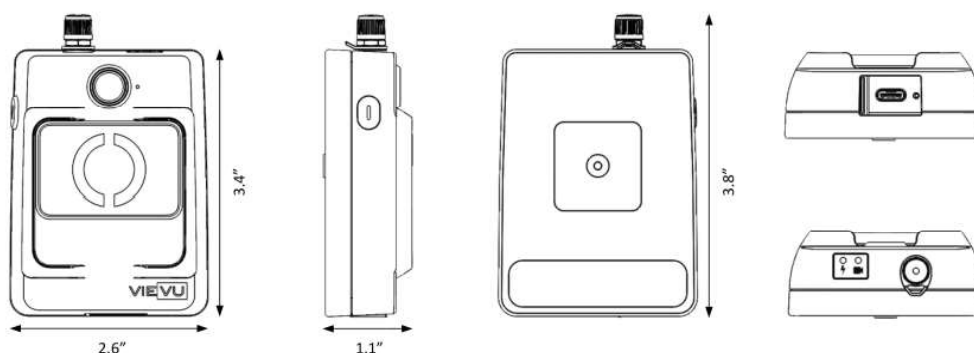


Obrázek 2.17: Kamera Axon Flex 2. [25]

2.2.2.4 Viewu

LE 5

Společnost Veivu je od roku 2018 vlastněna firmou AXON. V nabídce mají kamery označované LE5 a LE4. Nejprve si představíme kameru LE5 (viz obrázek 2.19). Rozměry přístroje jsou 66 x 86 x 28 mm (viz obrázek 2.18) a váží 140 g. Kamera je vybavena snímačem se 120° zorným úhlem. Nahrávání je možno v rozlišení WVGA, HD nebo FULLHD. Rychlost nahrávání je 30 FPS. Na snímcích je uložen čas, datum a výrobní číslo kamery. Přednahrávání je umožněno po dobu tří minut. Baterie je typu Lithium-Ion a nahrávat vydrží 12 hodin. Nabití trvá 4 hodiny. Uložiště má kapacitu 64 GB, je možné uložit až 50 hodin záznamu. Kamera je vybavena WiFi pro livestream. Přístroj je použitelný při venkovních teplotách od -20 °C do 50 °C. Ochrana proti vodě a prachu je IP66. Cena je \$899.00 – 21 000 Kč. [26]



Obrázek 2.18: Rozměry kamery Viewu LE 5. [26]



Obrázek 2.19: Kamera Vievu LE 5. [26]

LE4

Druhá kamera z portfolia firmy Vievu je LE 4 (viz obrázek 2.20). Tělo má rozměry 83 x 54 x 28 mm a váží 160 g. Zorné pole čočky je 95°. Rozlišení videa je SD, HD nebo FULLHD. Rychlost nahrávání je 30 fps. Záznam je uložen ve formátu MP4. Snímky jsou označeny časem. Přednahrávání je umožněno maximálně na 30 s. Pro livestream je kamera vybavena WiFi. Baterie je typu Lithium-Ion a je nevyměnitelná. Kamera vydrží nahrávat 12 hodin. Dobití na plnou kapacitu trvá 7 hodin. Úložiště má velikost 64 GB. Stupeň ochrany proti prachu a vodě je IP65, venkovní teploty kamera vydrží od -20 °C do 50 °C. [28]



Obrázek 2.20: Kamera Vievu LE 4. [28]

2.2.2.5 GoPro

Od firmy GoPro jsem vybral pro srovnání kameru HERO 8 (viz obrázek 2.21). Rozměry těla jsou 66 x 49 x 29 mm a váží 126 g. Čočka má zorné pole 122°. Kamera je schopna nahrávat v režimech 4K při 60 FPS, 2K při 120 FPS a FULLHD při 240 FPS. Na zadní straně je dvoupalcový barevný LCD display pro přehrání videí, na přední pak malý černobílý LCD display pro zobrazení notifikací. Baterie je Lithium – Ion s kapacitou 1220 mAh. Maximální doba nahrávání je 2 hodiny. Z bezdrátových technologií je přístroj osazen WiFi, Bluetooth a GPS. Jako paměťové médium je použita SD karta. Kamera se prodává za 9000 Kč. [29]



Obrázek 2.21: Kamera GoPro HERO 8. [29]

2.2.2.6 Coban

Kamera Focus X1 (viz obrázek 2.22) od firmy Coban má rozměry 85 x 68 x 27 mm a váží 180 g. Na těle je osazeno 5 tlačítek s danými funkcemi a jedno programovatelné, dále jeden malý notifikační LCD display. Na přední straně je velká širokoúhlá čočka se 120° zorným polem. Kamera je schopna natáčet do intenzity osvětlení 0,1 lux. Video můžeme nahrávat v rozlišení SD, HD nebo FULLHD při 30 FPS. Vnitřní paměť má 64 GB. Z bezdrátových komunikačních technologií je kamera vybavena WiFi, Bluetooth a GPS. Odolnost proti prachu a vodě je IP66. Výdrž baterie je udána na celou směnu. Cena je \$450.00 – 10 500 Kč. [30]



Obrázek 2.22: Rozložení prvků na kameře Coban Focus X1. [30]

2.2.2.7 Zepcam

Zepcam je firma se sídlem v Nizozemsku. Její model T2+ (viz obrázek 2.23) má rozměry 72 x 56 x 24 mm a váží 115 g. Na přední straně je jedno velké tlačítko pro zahájení nahrávání. Zorné pole kamery je 140°. Video může být nahráváno v HD nebo FULLHD a je uloženo ve formátu MP4. Pro nahrávání v noci je zabudovaný zdroj infračerveného světla. Paměť přístroje je 64 GB. Baterie vydrží nahrávat 9 hodin, nabití trvá 4 hodiny. Šifrování je pomocí algoritmu AES 256. Kamera stojí £395.00 – 12 000 Kč. [31]



Obrázek 2.23: Kamera Zepcam T2+. [31]

2.2.2.8 Halo

Firma Halo nabízí kameru Horizon (viz obrázek 2.24). Kamera je vybavena širokoúhlou 140° čočkou. Tělo má rozměry 86 x 54.8 x 29.8 mm a váží 145 g. Video zaznamenává ve 2K, FULLHD nebo HD. Baterie má kapacitu 4200 mAh a vydrží nahrávat až 16 hodin. Kamera má GPS modul a do videa je zaznamenávána poloha. Pro livestream je v kameře WiFi a LTE modul. Šifrování je za pomoci algoritmu AES256. Přednahrávání je možné po dobu 60 s. Na horní straně kamery je informační LCD obrazovka. Ochrana proti vodě a prachu je IP68. [32] [33]



Obrázek 2.24: Kamera Halo Horizon. [32]

2.2.2.9 Reveal

Firma Reveal nabízí osobní kameru D5 (viz obrázek 2.25). Hlavním poznávacím znakem je dvoupalcový barevný display na přední straně. Dle textu výrobce pomáhá display na přední straně odradit případné agresory od útoku (vidí sami sebe jako v zrcadle). Zorné pole kamery činí 110°. Celá kamera váží 155 g. Nahrávky mohou být v rozlišeních SD, HD, FULLHD a jsou ukládány ve formátu MP4. Baterie je Lithium Ion Polymer o kapacitě 3940 mAh. Pro šifrování dat je využit algoritmus AES-256. Úložiště má velikost 64 GB. Kamera má zabudovanou WiFi pro livestream. Po připojení k mobilnímu telefonu ukládá i GPS souřadnice do videa. Spolu se softwarem kamera stojí \$1,868.90 – 44 000 Kč. [34]



Obrázek 2.25: Kamera Reveal D5. [34]

2.2.2.10 Transcend

Kamera DrivePro Body 30 (viz obrázek 2.26) od firmy Transcend má rozměry 95.9 x 52.2 x 27.6 mm a váží 130 g. Čočka má zorný úhel 130°. Pro lepší viditelnost ve tmě je kamera vybavena 4 IR LED diodami. Na přední straně jsou dvě tlačítka. Horní slouží k zahájení nahrávání, spodní je pro zachycení fotografie. Kamera nahrává ve FULLHD při 30 FPS. Formát výstupních dat je MOV. Baterie vydrží nahrávat 12 hodin. Stav baterie signalizuje LED dioda na horní straně. Paměť přístroje činí 64 GB. Data jsou chráněna heslem. Ochrana proti vodě a prachu je IP 67. Přístroj vydrží teploty od -20 °C do 65 °C. Kamera se prodává za 7 300 Kč. [35]



Obrázek 2.26: Kamera Transcend DrivePro Body 30. [35]

2.2.2.11 CEL-TEC

CEL-TEC je český výrobce se sídlem v Třebíči. Firma vyrábí kameru PK 90 (viz obrázek 2.27). Tělo měří 77 x 56 x 22 mm a váží 125 g. Kamera je osazena čočkou se zorným polem 140°. Nahrávání je možno od 2K po SD, při snímkování 30 nebo 60 FPS. Kamera je vybavena IR diodou pro svícení za tmy. Interní paměť má velikost 32 GB. Baterie má kapacitu 3200 mAh a vydrží nahrávat 10 hodin. Pro synchronizaci času a zápis polohy do videa je kamera vybavena GPS modulem. Streamování a přenos souborů je zajištěn přes WiFi. Kamera se prodává za 8 000 Kč. [36]



Obrázek 2.27: Kamera CEL-TEC PK 90. [36]

2.2.3 Porovnání parametrů komerčních kamer

V následující tabulce (tabulka 2.2) je přehled zmíněných kamer, které se liší designem a některými vlastnostmi. Rozměrově jsou všechny kamery téměř identické. Průměrná hmotnost je přibližně 140 g. Nejčastěji použitá čočka má zorný úhel 120°. Modus výdrže baterie je 12 h, pro paměť je potom 64 GB. Všechny kamery mohou natáčet ve FullHD. Dle normy ČSN EN 60529, Stupně ochrany krytem, mají kamery úplnou ochranu proti prachu. Ochrana před vniknutím vody se již liší. Buď jsou kamery chráněny jen před tryskající vodou, nebo i proti ponoření. Cena u mnoha kamer nebyla zveřejněna, protože závisí na počtu kusů objednaných kamer. Zbýlé se pohybují od 7 000 Kč výš.

Tabulka 2.2: Přehled kamer

Kamera	Rozměry (mm)	Hmotnost (g)	Zorný úhel	Výdrž baterie (h)	Paměť (GB)	FPS	Rozlišení	IP	Cena (Kč)
VB-320	84 x 62 x 30	100	130°	7	16/32		SD, HD	65	
VB-200	95 x 62 x 16	127	130°	8	16		SD, HD	54	
VB-400	68 x 89 x 25	160	120°	12	64	25/30	SD,HD, FullHD	67	
AXON Body 3				12	64		SD,HD, FullHD		
AXON Body 2	24 x 70 x 87	142	142°	12	64	30	SD,HD, FullHD	67	11 000
AXON Flex 2			120°	12			SD, HD		
Veivu LE5	66 x 86 x 28	140	120°	12	64	30	WVGA, HD, FullHD	66	21 000
LE4	83 x 54 x 28	160	95°	12	64	30	SD, HD, FullHD	65	
GoPro HERO 8	66 x 49 x 29	126	122°	2	SD karta	240	4K, 2K, FullHD		9 000
Coban Focus X1	85 x 68 x 27	180	120°		64	30	SD, HD, FullHD	66	10 500
Zepcam T2+	72 x 56 x 24	115	140°	9	64		HD, FullHD		12 000
Halo Horizon	86 x 55 x 30	145	140°	16			HD, FullHD, 2K	68	
Reveal D5		155	110°		64		SD, HD, FullHD		44 000
Transcend DrivePro Body 30	96 x 52 x 28	130	130°	12	64	30	FullHD	67	7 300
CEL-TEC	77 x 56 x 22	125	140°	10	32	30/60	2K, FullHD, HD, SD	65	8000

2.2.4 Ideální kamera

V ideálním případě by kamera měla být malých, kompaktních rozměrů. Tvar by měl být nenápadný, umožňovat jednoduchou manipulaci a pokud možno být co nejnižší hmotnosti. Kamera by měla mít co nejširší úhel pohledu, aby zabrala celou scénu, nejlépe jako lidské oči. Je třeba dostatečná výdrž baterie, aby kamera vydržela nahrávat celou pracovní směnu. Dále potřebujeme úložiště s dostatkem místa pro systém a pro nahrávku minimálně na jeden den, anebo v lepším případě na několik dní, aby nebyla nutná synchronizace a přenos dat každý den po směně. Pro současné potřeby by stačilo, aby kamera nahrávala v HD rozlišení při minimálně 30 FPS. Samozřejmě je žádoucí co nejvyšší ochrana proti přístupu a vniku cizích částí a vody. Operační systém by měl mít jednoduché ovládání. V případě ztráty by měla kamera být zašifrována a odolná proti přístupu k paměťovému médiu. Co nejnižší cena je poté samozřejmostí. Všechny tyto požadavky se snažím zohlednit v praktické části.

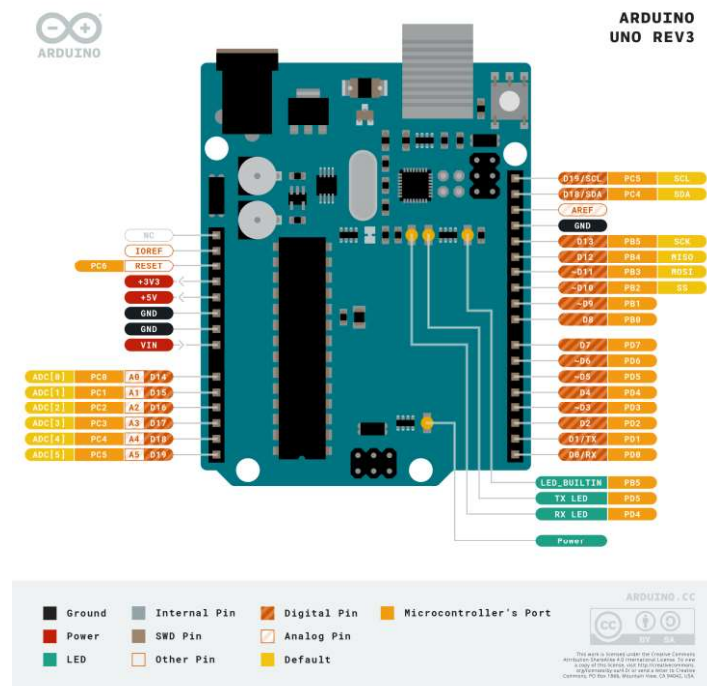
2.3 Hardware pro kameru

V této části práce uvádím hardwarové komponenty a jejich alternativy, které jsou využitelné pro řešení tohoto projektu. Pro realizaci osobní kamery je potřeba minipočítač, kamera, mikrofon, SD karta a zdroj napájení.

2.3.1 Počítače

2.3.1.1 Arduino Uno Rev3

Arduino uno je open-source microcontroller. Deska je založena na mikročipu ATmega 328P a vyvinutá společností Arduino.cc. Deska je vybavena digitálními a analogovými vstupy/výstupy pro propojení s rozšiřujícími deskami a dalšími obvody. Konkrétně je na desce 14 digitálních vstupů/výstupů a 6 analogových vstupů/výstupů. Deska se dá naprogramovat přes USB kabel za pomoci prostředí Arduino IDE. Napájení je také přes USB a napětí pro provoz je doporučeno mezi 7-12 V. Referenční design návrhu hardwaru je distribuován pod licencí Creative Commons Attribution Shae-alike 2.5 a je dostupný na webových stránkách Arduina. Deska je zobrazena na obrázku 2.28. Specifikace jsou shrnuty v tabulce 2.3. [37]



Obrázek 2.28: Arduino Uno REV3. [37]

Tabulka 2.3: Technické specifikace Arduina

Microcontroller	ATmega328P
Provozní napětí	5 V
Doporučené vstupní napětí	7-12 V
Limitní vstupní napětí	6-20 V
Počet digitálních vstupů	14 (6 umožňuje PWM výstup)
Počet analogových vstupů	6
DC napětí na I/O pin	20 mA
DC napětí pro 3,3V pin	50 mA
Flash paměť	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Takt procesoru	16 MHz
Délka	68,6 mm
Šířka	53,4 mm
Hmotnost	25 g

[37]

2.3.1.2 Raspberry Pi

Raspberry Pi jsou malé jednodeskové počítače. Vyrábí je firma Raspberry Pi Foundation ve Velké Británii. Základní jednotka má využití v řadě projektů, například pro domácí meteostanice. Představíme si dvě desky, a to miniaturní Zero WH a Pi 4. [38]

Zero WH

Zero WH (viz obrázek 2.29) je nejmenší a nejúspornější mikropočítač z řady produktů Raspberry Pi. Zero je postaven na čipsetu BCM2835 s procesorem ARMv6. Z konektorů na desce je jeden micro-USB port, jeden mini-HDMI port, kamerové rozhraní CSI a GPIO header (40 pinů vstup/výstup). Napájení se provádí přes USB o napětí 5 V. Tato deska je osazena i WiFi a Bluetooth. Programy se píšou v Pythonu. Specifikace jsou shrnuty v tabulce 2.4. [39]



Obrázek 2.29: Raspberry Pi Zero WH. [39]

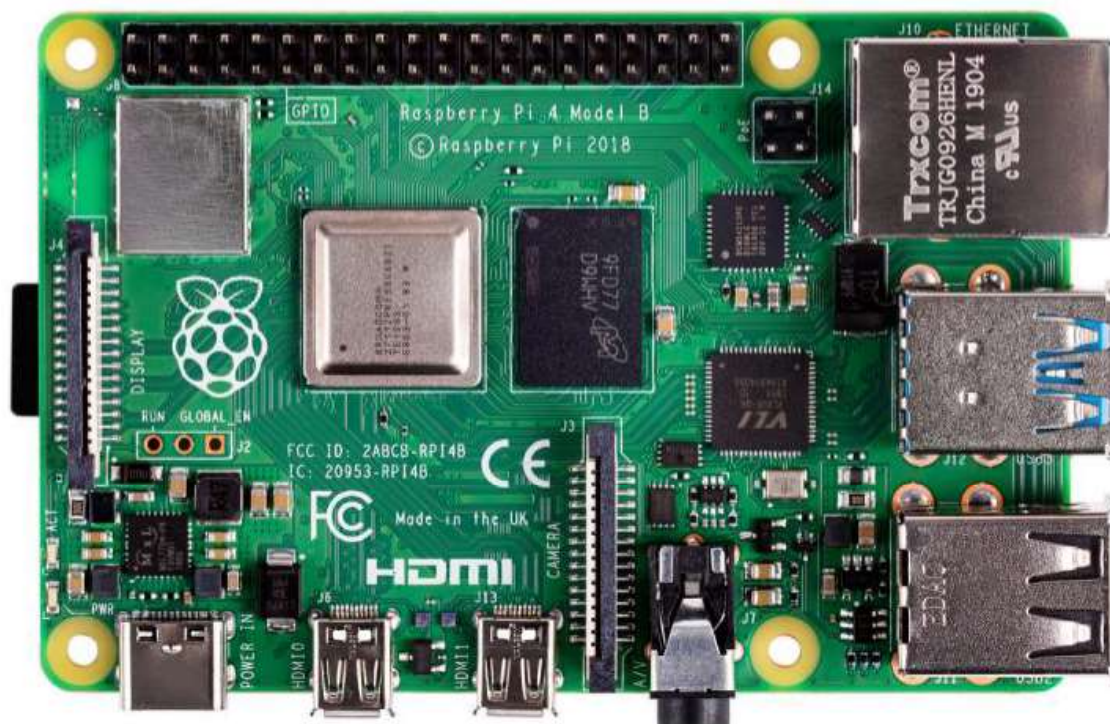
Tabulka 2.4: Specifikace Zero WH

Architektura	ARMv6Z (32-bit)
Čipset	Broadcom BCM2835
Procesor (CPU)	1 GHz single-core ARM1176JZF-S
Video (GPU)	Broadcom VideoCore IV @ 250 MHz (BCM2837: 3D part of GPU @ 300 MHz, video part of GPU @ 400 MHz)
Paměť (SDRAM)	512 MB (sdílená s GPU)
GPIO	40 pinů
USB 2.0 porty	1 micro-USB (přímo z čipu BCM2837)
Video vstup	1 x MIPI kamerové rozhraní (CSI)
Video výstup	mini-HDMI
Zvukový vstup	Přes I2C rozhraní
Zvukový výstup	Mini-HDMI, stereo audio skrz PWM na GPIO
Interní paměť	MicroSDHC
Integrovaná síť	802.11n wireless, Bluetooth 4.1
Jmenovitý výkon	100 mA (0.5 W)
Rozměry	65 mm × 30 mm × 5 mm
Hmotnost	9 g

[39]

Pi 4

První model Pi vyšel v roce 2012 pro vzdělávání dětí ve škole. Od té doby tento počítač získal na popularitě a nyní je na trhu již jeho čtvrtá verze (viz obrázek 2.30). Pi 4 je výkonnější než předchozí verze, se stejnou spotřebou a zachovanou kompatibilitou pro příslušenství. Deska je osazena 64-bit čtyřjádrovým procesorem. Počítač je schopen zobrazit obraz až do rozlišení 4K přes micro-HDMI. Paměť RAM je volitelná podle modelu od 1 GB do 4 GB. Pro možnosti komunikace je na desce WiFi, Bluetooth, Gigabit Ethernet a USB 3.0. Specifikace jsou shrnuty v tabulce 2.5. [40]



Obrázek 2.30: Raspberry Pi 4. [40]

Tabulka 2.5: Specifikace Pi 4

Architektura	ARMv8 (64-bit)
Čipset	Broadcom BCM2711
Procesor (CPU)	1.5 GHz quad-core ARM Cortex-A72
GPU	VideoCore VI
RAM	1 GB, 2 GB, 4 GB LPDDR4
GPIO	40 pinů
Konektivita	2.4 GHz and 5.0 GHz IEEE 802.11 b/g/n/ac WiFi, Bluetooth 5.0, Gigabit Ethernet, $2 \times$ USB 3.0, $2 \times$ USB 2.0
Video výstup	2x micro-HDMI
Video vstup	1 x MIPI kamerové rozhraní (CSI)
Zvuk výstup	čtyřpólový 3,5mm jack – výstup zvuku a kompozitního videa (PAL a NTSC)
Interní paměť	MicroSDHC
Napájení	5V DC přes USB, minimálně 3A
Rozměry	56,5 mm x 85,6 mm x 11 mm
Hmotnost	46 g

[40]

2.3.1.3 Orange Pi

Další variantou základní jednotky je Orange Pi Zero (viz obrázek 2.31) od čínského výrobce Shenzhen Xunlong Software CO., Limited. Základem je čtyřjádrový procesor Cortex-A7. Paměť RAM je 256 MB nebo 512 MB. Úložiště je zajištěno pomocí paměťové karty. Komunikace je zajištěna pomocí Ethernet přípojky a WiFi. Tato deska je osazena docela velkou anténou pro WiFi. Na desce je osazeno 13 pinové rozhraní pro připojení USB, mikrofonu a video výstupu. Operační systémy pro tuto desku jsou Android a Linux. Specifikace jsou shrnuty v tabulce 2.6. [41]



Obrázek 2.31: Orange Pi Zero. [41]

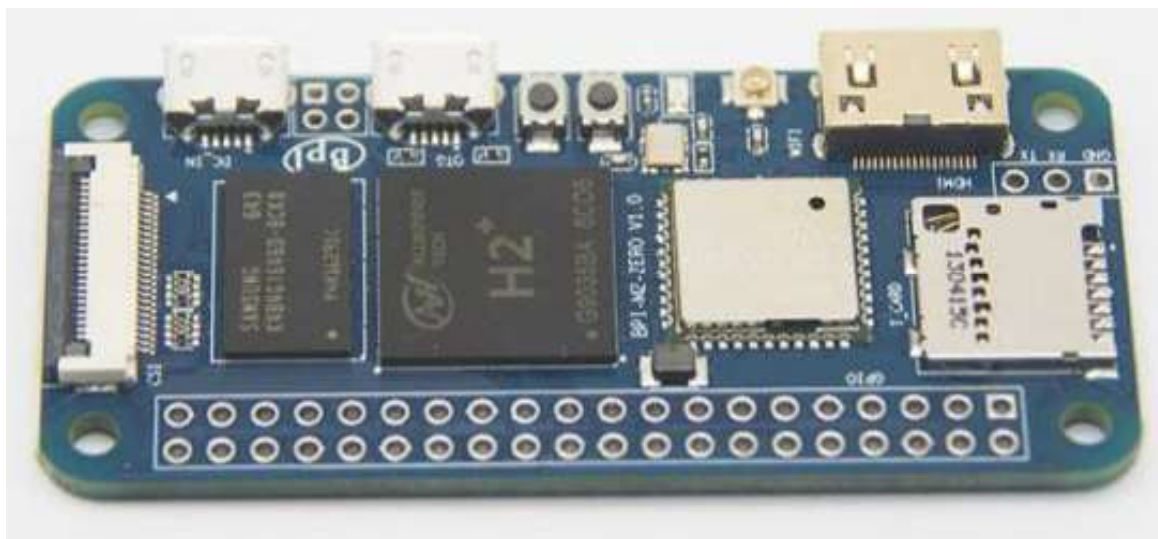
Tabulka 2.6: Specifikace Orange Pi Zero

Procesor	Cortex-A7 čtyřjádrový
GPU	Mali400MP2 @600 Mhz
SDRAM	256MB/512MB DDR3
Úložiště	SD karta max 32 GB
Konektivita	10/100M Ethernet RJ45 IEEE 802.11 b/g/n WiFi
Audio vstup	Mikrofon na 13 pin poli
Video výstup	Na 13 pin poli
Nízko napěťové periférie	13 pin pole pro USB, video audio Rozšiřovací 26 pin pole
Rozměry	48 mm x 46 mm
Hmotnost	26 g

[41]

2.3.1.4 Banana Pi

Banana Pi (viz obrázek 2.32) je jednodeskový počítač od firmy Shenzhen SINOVOIP Co., Ltd. Vývoj této desky byl ovlivněn Raspberry Pi. Na desce se nachází čtyřjádrový procesor Cortex A7. Paměť RAM má velikost 512 MB. Počítač je vybaven WiFi a Bluetooth. Video výstup je zajištěn přes mini-HDMI. Dále je deska osazena jedním microUSB, CSI, 40 pin GPIO a dvěma tlačítky. Deska podporuje operační systémy Android a Linux. Specifikace jsou shrnuty v tabulce 2.7. [42]



Obrázek 2.32: Banana Pi [42]

Tabulka 2.7: Specifikace Banana Pi

CPU	Čtyřjádrový Cortex-A7
GPU	Mali-400 MP2
RAM	512MB DDR3
Paměť	MicroSD 64GB
Konektivita	802.11 b/g/n WiFi Bluetooth
Video vstup	CSI
Video výstup	Mini-HDMI
Zdroj	5V 2A microUSB
GPIO	40 pin
Rozměry	60 mm x 30 mm
Hmotnost	35 g

[42]

2.3.2 Kamery

2.3.2.1 Raspberry Pi Camera Module V2

Tato kamera je přímo modul od výrobce. Uvedena na trh byla v roce 2016. Snímač je od firmy Sony s označením IMX219 a má 8 megapixelů. Snímač podporuje nahrávání videa ve FULLHD při 30 FPS. Další možnosti jsou HD – 60 FPS a VGA – 90 FPS. Propojení s deskou je přes CSI port. Kamera je na obrázku 2.33. Specifikace jsou shrnuty v tabulce 2.8. [43]



Obrázek 2.33: Raspberry Pi Camera Module V2 [43]

Tabulka 2.8: Specifikace Raspberry Pi Camera Module V2

Video	FullHD, HD
Fotky	3280 x 2464 px
Čip	Sony IMX 219 CCD
Konektor	CSI
Rozměry	25 × 20 × 9 mm
Noční vidění	Ne
IR filtr	Ano

[43]

2.3.2.2 Raspberry Pi NoIR kamera V2

Jedná se o oficiální kamerový modul od Raspberry Pi. Tato kamera nemá infračervený filtr. Oproti předchozí má 10 Mpx čip Sony IMX 219 CCD. Video je možné pořizovat ve FullHD kvalitě a fotografie až s rozlišením 3280 x 2464 px. Při přidání IR LED je kameru možno použít i pro natáčení v noci. Propojení je přes CSI konektor. Kamera je na obrázku 2.34. Specifikace jsou shrnuty v tabulce 2.9. [44]



Obrázek 2.34: Raspberry Pi NoIR kamera V2 [44]

Tabulka 2.9: Specifikace Raspberry Pi NoIR kamera V2

Video	FullHD, HD
Fotky	3280 x 2464 px
Čip	Sony IMX 219 CCD
Konektor	CSI
Rozměry	25 × 20 × 9 mm
Noční vidění	Ano
IR filtr	Ne

[44]

2.3.2.3 Raspberry Pi HQ kamera

Další kamera od firmy Raspberry Pi. Oproti předchozím kamerám nabízí 12Mpx čip od Sony a vyšší citlivost. Dále je kamera vybavena bajonetem typu C. Je nutné ji používat s objektivem. Firma nabízí dva oficiální objektivy: Raspberry Pi 16mm f/1.4 C objektiv a Raspberry Pi 6mm f/1.2 CS objektiv. První je teleobjektiv a druhý, který by byl možný pro naši aplikaci, je širokoúhlý objektiv se šířkou záběru 63°. Kamera je na obrázku 2.35. Specifikace jsou shrnuty v tabulce 2.10. [45]



Obrázek 2.35: Raspberry Pi HQ kamera [45]

Tabulka 2.10: Specifikace Raspberry Pi HQ kamera

Video	FullHD, HD
Čip	Sony IMX 477R
Konektor	CSI
Rozměry	38 × 38 × 17 mm
Noční vidění	Ne
IR filtr	Ano
Objektivy	C a CS bajonet

[45]

2.3.2.4 Waveshare IMX179 8MPx USB kamera

Tato kamera má podobné parametry jako Raspberry Pi Camera Module V2. Hlavní rozdíly jsou přítomnost mikrofonu a připojení přes USB. Díky tomu není potřeba žádný speciální software, kamera podporuje Plug and Play. Kamera je vybavena 8 Mpx čipem IMX 179 CCD. Je schopna pořídit fotografie o rozlišení 3288 x 2512 px. Předností této kamery je úhel záběru 145°. Kamera je na obrázku 2.36. Specifikace jsou shrnuty v tabulce 2.11. [46]



Obrázek 2.36: Waveshare IMX179 8MPx USB kamera [46]

Tabulka 2.11: Specifikace Waveshare IMX179 8MPx USB kamera

Video	FullHD, HD
Fotky	3288 x 2512 px
Čip	IMX 179 CCD
Konektor	USB 2.0
Rozměry	38 x 38 mm
Noční vidění	Ne
IR filtr	Ano

[46]

2.3.2.5 Arducam 2Mpx IMX291 USB Low Light 160° Camera Module

Kamera firmy Arducam (viz obrázek 2.37) je vybavena stereo mikrofonom a připojuje se přes USB. Pro jednoduché propojení s PC podporuje Plug and Play. Kamera je vybavena 2 Mpx snímačem s technologií CMOS. Dále je osazena objektivem se 160° zorným polem. Kamera je schopna nahrávat FullHD video při 30 FPS. Specifikace jsou shrnuty v tabulce 2.12. [47]



Obrázek 2.37: Arducam 2Mpx IMX291 Camera Module [47]

Tabulka 2.12: Specifikace Arducam 2Mpx IMX291

Video	FullHD
Fotky	1945 x 1109 px
Čip	IMX 291 CMOS
Konektor	USB 2.0
Rozměry	32 x 32 mm
Noční vidění	Ne
IR filtr	Ano

[47]

2.3.3 Mikrofon

Použil jsem malý USB mikrofon (viz obrázek 2.38) připojený přes redukci. Mikrofon podporuje funkci Plug and Play, není tedy potřeba instalovat žádný další software. Co se týče specifikací, udaná citlivost je -67 dBV/pBar,-47 dBV/Pascal +/-4dB a frekvenční odezva 100-16 KHz. [48]



Obrázek 2.38: USB Mikrofon [48]

2.3.4 Powerbanka

Pro výběr kapacity powerbanky jsem nejprve našel přibližnou spotřebu Raspberry Pi zero při nahrávání FullHD videa při 30 FPS. To bylo udáno jako 230 mA. Pro výpočet kapacity powerbanky jsem předpokládal délku směny 12 h. Kapacita se potom vypočítá $\text{proud} * \text{čas} = 230 * 12 = 2760 \text{ mAh}$. Pro naši aplikaci by tedy měla stačit baterie s kapacitou zhruba 3000 mAh. Pro jistotu jsem vybral baterii s kapacitou 5000 mAh.

AlzaPower Onyx 5000mAh

Pro projekt jsem použil powerbanku od firmy Alza (viz obrázek 2.39). Baterie je vybavena dvěma výstupy USB o napětí 5 V a proudu 2 A. Dále se na těle nachází napájecí microUSB konektor, informační LED dioda a tlačítko pro zapnutí. Powerbanka je vybavena technologií pro automatické zapnutí po připojení zařízení. Další důvod výběru tohoto modelu byly jeho kompaktní rozměry a nízká hmotnost. Konkrétně váží 102 g a rozměry jsou 90 x 63 x 12,6 mm. [49]



Obrázek 2.39: Powerbanka AlzaPower Onyx 5000mAh [49]

2.3.5 SD karta

SD karta je paměťové médium. Nejmenší varianta se jmenuje microSD karta. Dále se karty dělí podle velikosti na SD (do 2 GB), SDHC (8-32 GB) a SDXC (64+ GB). SD karty se také mohou dělit do tříd podle rychlosti (tabulka 2.13). Nové rozdělení karet je podle výkonu pro moderní aplikace (tabulka 2.14). [50]

Tabulka 2.13: Rozdělení SD karet dle rychlosti

Třída	Logo	Min. rychlost zápisu	Vhodné pro
Třída 2		2 MB/s	nahrávání SD videa
Třída 4		4 MB/s	nahrávání HD videa
Třída 6		6 MB/s	nahrávání HD videa
Třída 10		10 MB/s	nahrávání Full HD videa
UHS-1		10 MB/s	vysílání videa v reálném čase a nahrávání dlouhých HD videí
V10 (video třída)		10 MB/s	nahrávání Full HD videa
UHS-3		30 MB/s	nahrávání 4K videí
V30 (video třída)		30 MB/s	nahrávání 4K videí při 30 fps

[50]

Tabulka 2.14: Rozdělení SD karet dle výkonu

Application speed	Logo	Min. rychlost náhodného čtení	Min. rychlost náhodného zápisu	Min. rychlost pro lineární záznam
Paměťová karta A1		1500 IOPS	500 IOPS	10 MB/s
Paměťová karta A2		4000 IOPS	2000 IOPS	10 MB/s

[50]

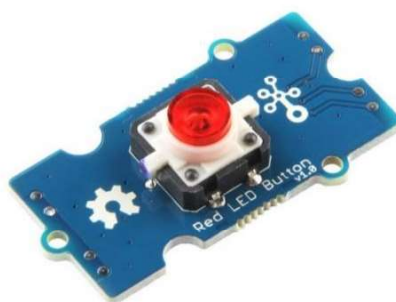
Použil jsem paměťovou kartu Kingston Canvas React MicroSDXC 64GB A1 UHS-I V30 U3 (viz obrázek 2.40). Tato karta spadá do tříd UHS-1 a V30. Velikost paměti je 64 GB. Rychlost čtení je až 100 MB/s a zapisuje rychlostí až 80 MB/s. Výrobce udává vysokou odolnost, a to proti vodě, nárazům, vibracím a rentgenovému záření. [51]



Obrázek 2.40: Kingston Canvas React MicroSDXC [autor]

2.3.6 Tlačítko

Z důvodu cenových úspor je minipočítač vyráběn bez zapínacího/vypínacího tlačítka. Problém nastává u minipočítačů Raspberry Pi, při odpojení od zdroje v aktivním stavu se mohou poškodit data na SD kartě. To může znamenat až ztrátu celého projektu a nutnost přeinstalovat kartu. Proto je dobré mít ošetřené vypnutí hardwarovou cestou. Pro větší bezpečnost a lepší manipulaci je dobré vybavit i ostatní minipočítače tlačítkem. K realizaci jsem vybral LED tlačítko. To při aktivním stavu svítí a značí zapnuté zařízení a nahrávání. Tím je ošetřena legislativní část kolem GDPR. Použité tlačítko se jmenuje GROVE červené LED tlačítko (viz obrázek 2.41). [52]

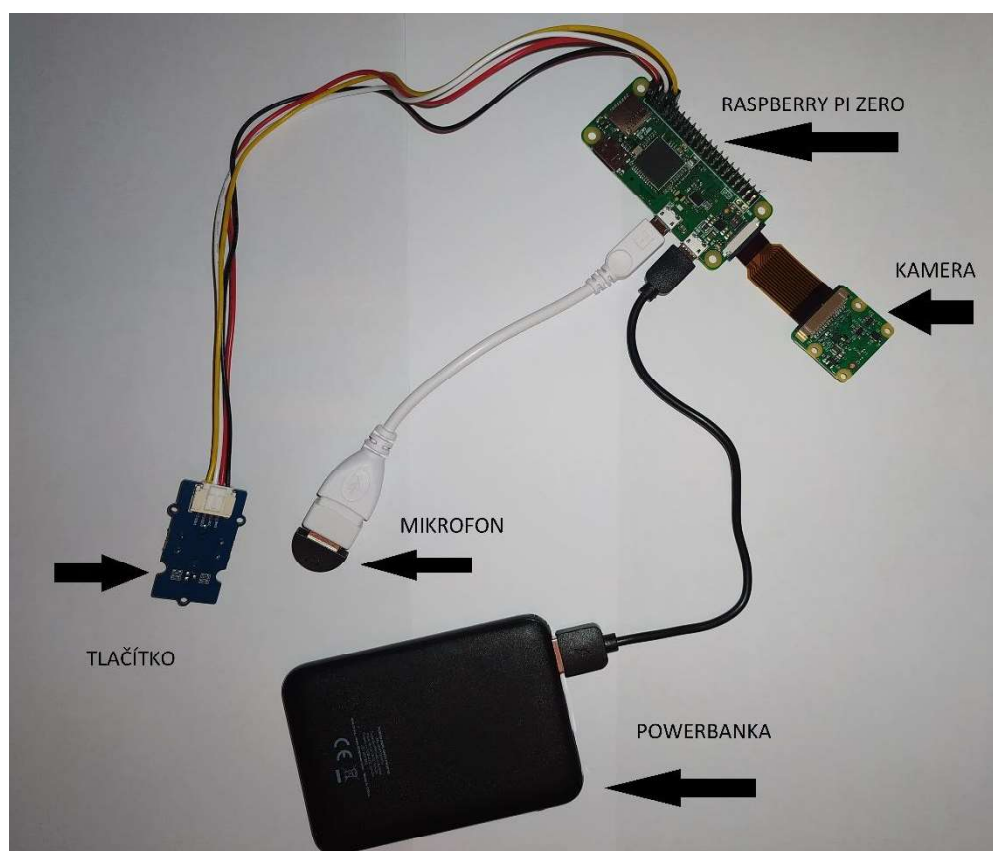


Obrázek 2.41: Grove LED tlačítko. [52]

3 Výzkumná část

3.1 Zapojení

Pro realizaci projektu bylo použito Raspberry Pi Zero WH, Raspberry Pi Camera Module V2, USB mikrofon, powerbanka AlzaPower Onyx 5000mAh, tlačítko Grove LED a SD karta Kingston Canvas React MicroSDXC 64GB A1 UHS-I V30 U3. Zapojení je poté znázorněno na obrázku 3.1.



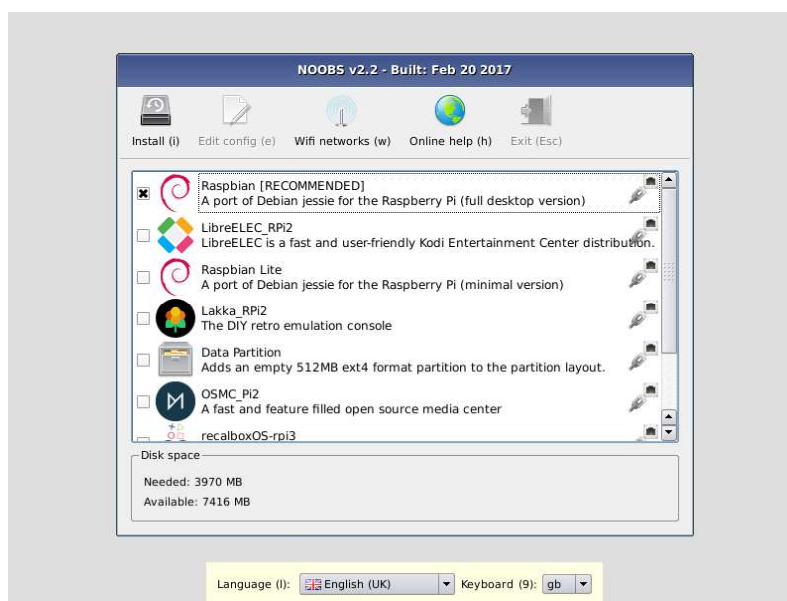
Obrázek 3.1: Zapojení kamery. [autor]

3.1.2 Instalace operačního systému

Soubory pro instalaci operačního systému jsou dostupné na webových stránkách: <https://www.raspberrypi.org/downloads/>.

Raspberry Pi OS

Raspberry Pi OS (dříve se jmenoval RASPBIAN) je oficiální podporovaný operační systém pro Raspberry Pi. Instalace je možná dvěma cestami. První je přes NOOBS (New Out Of Box Software) – nový software po vybalení (viz obrázek 3.2). S tímto instalátorem jsou prodávány SD karty, případně se dá flashnout na SD kartu. Jedná se o jednoduchý instalátor operačního systému. Je dostupný v plné offline verzi nebo online verzi. V offline verzi je možno nainstalovat Raspberry Pi OS nebo LibreELEC. Tato verze je větší a zabírá 2329 MB. Výhodou je, že není potřeba internetové připojení k instalaci. Naopak nevýhodou je neaktuálnost systému, pokud nebyla SD karta použita delší dobu, během které byly vydány aktualizace. V odlehčené online verzi je nabídka mnohem více operačních systémů: Raspberry Pi OS, LibreELEC, OSMC, Recalbox, Lakka, RISC OS, Screenly OSE, Windows 10 IoT Core, TLXOS. Tato verze zabírá pouze 39 MB. K instalaci je potřeba internetové připojení a rychlost instalace je ovlivněna rychlostí a stabilitou internetu. [53]

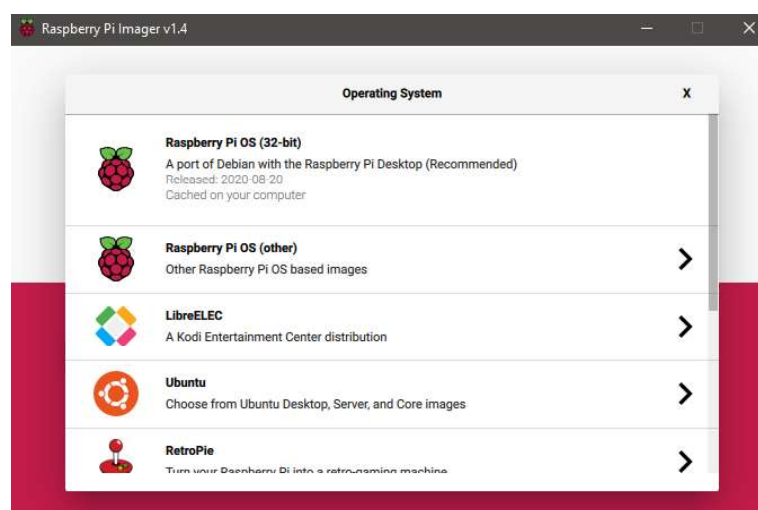


Obrázek 3.2: Instalátor NOOBS. [53]

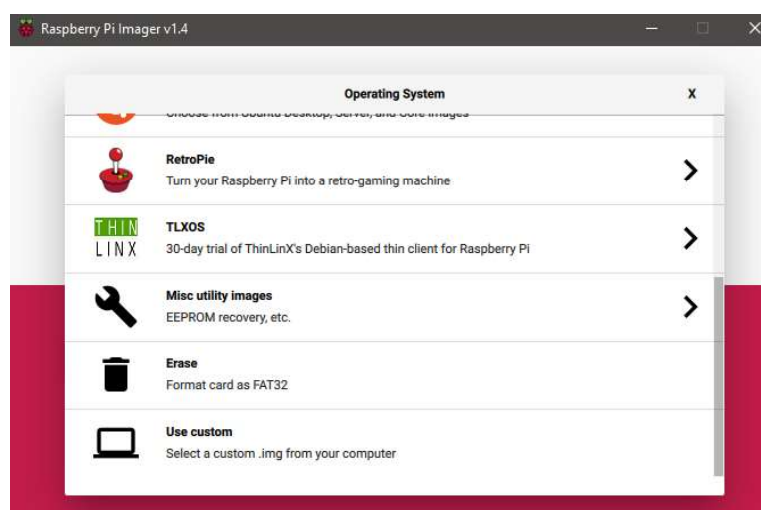
Druhou možností je stáhnutí image souboru a jeho následné zapsání na SD kartu. Ke stažení jsou tři verze: Raspberry Pi OS (32-bit) s desktopem a doporučenými programy (2531 MB), Raspberry Pi OS (32-bit) s desktopem (1133 MB) nebo Raspberry Pi OS (32-bit) Lite (435 MB). Pro zapísání OS na SD kartu pod Windows je připraven program Raspberry PI Imager (viz obrázky 3.3, 3.4, 3.5). Osobně jsem použil tuto možnost instalace.



Obrázek 3.3: Raspberry Pi Imager [53]



Obrázek 3.4: Raspberry Pi Imager – nabídka OS. [53]



Obrázek 3.5: Raspberry Pi Imager – Nabídka OS 2 [53]

Instalátor má na výběr několik verzí operačního systému. Po výběru OS a cesty k paměťové kartě automaticky stáhne SW a nainstaluje.

3.1.3 Připojení tlačítka

Jako zapínací tlačítko jsem použil Grove LED button. Toto tlačítko je zkombinováno se světelnou LED diodou. Tím pádem je vyřešena i světelná signalizace k nahrávání a je pokryto GDPR.

Tlačítko je určeno pro systém Grove. To je modulární standardizovaný konektorový systém. Jedná se o základní modul, mikroprocesor a moduly připojitelné přes konektory. Každý modul je určen pro jednu funkci. Moduly jsou například: senzor teploty, senzor vzdálenosti, LED tlačítko, OLED displej, senzor vlhkosti. Pro připojení k Raspberry Pi slouží takzvaný Grove Base Hat, což je základní deska vybavena digitálními, analogovými, I2C, PWM a UART porty. Zároveň je zde i GPIO a analogově digitální konvertor. [54]

Grove LED tlačítko ovšem lze i připojit přímo na GPIO, schéma je na obrázku 3.6. K tomu slouží propojka z Grove prostředí na 4 pin samici. Výstupy z pinů se potom připojí na příslušné porty. [55]

3v3 Power	1	2	5v Power
GPIO 2 (I2C1 SDA)	3	4	5v Power
GPIO 3 (I2C1 SCL)	5	6	Ground
GPIO 4 (GPCLK0)	7	8	GPIO 14 (UART TX)
Ground	9	10	GPIO 15 (UART RX)
GPIO 17	11	12	GPIO 18 (PCM CLK)
GPIO 27	13	14	Ground
GPIO 22	15	16	GPIO 23
3v3 Power	17	18	GPIO 24
GPIO 10 (SPI0 MOSI)	19	20	Ground
GPIO 9 (SPI0 MISO)	21	22	GPIO 25
GPIO 11 (SPI0 SCLK)	23	24	GPIO 8 (SPI0 CE0)
Ground	25	26	GPIO 7 (SPI0 CE1)
GPIO 0 (EEPROM SDA)	27	28	GPIO 1 (EEPROM SCL)
GPIO 5	29	30	Ground
GPIO 6	31	32	GPIO 12 (PWM0)
GPIO 13 (PWM1)	33	34	Ground
GPIO 19 (PCM FS)	35	36	GPIO 16
GPIO 26	37	38	GPIO 20 (PCM DIN)
Ground	39	40	GPIO 21 (PCM DOUT)

Obrázek 3.6: GPIO [55]

Jako první jsem připojil LED diodu. Napřed je potřeba povolit GPIO port v konfiguračním souboru. Ten je umístěn v /boot/config.txt. Na konec souboru je potřeba přidat následující řádek: enable_uart=1. Dále se připojí dioda s tlačítkem na výstupy pinů 1., 5., 6. a 8. Pin 1. je napětí 3,3 V, slouží jako zdroj pro diodu. 5. pin je typu I2C, slouží ke dvoukabelové komunikaci se senzory a dalšími zařízeními. Pin 6. je uzemnění. Na 8. pin se nachází UART přenos. Tento pin je známý jako sériový. Po tomto zapojení dioda svítí, když je Raspberry Pi zapnuté. [56] [57]

Zapnutí pomocí tlačítka funguje přes zkratování pinů 5. a 6. Pro vypnutí je potřeba použít program. Pro jednoduchost jsou použity i pro vypnutí stejné dva piny. Pro vytvoření programu jsem použil terminál a do něj jsem zadal následující příkaz. [57]

```
sudo nano listen-for-shutdown.py
```

Otevře se nano editor a do něj napíšeme následující kód.

```
#!/usr/bin/env python
```

```
import RPi.GPIO as GPIO
```

```
import subprocess
```

```
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
```

```
GPIO.setup(3, GPIO.IN, pull_up_down=GPIO.PUD_UP)
```

```
GPIO.wait_for_edge(3, GPIO.FALLING)
```

```
subprocess.call(['shutdown', '-h', 'now'], shell=False)
```

Tento kód jsem uložil. Nyní je potřeba program udělat spustitelný a přidat do bootu, aby byl spuštěn při každém startu počítače.

```
sudo mv listen-for-shutdown.py /usr/local/bin/
```

```
sudo chmod +x /usr/local/bin/listen-for-shutdown.py
```

Dále jsem vytvořil skript, který spustí předchozí kód.

```
sudo nano listen-for-shutdown.sh
```

A v editoru zadal následující kód.

```
#!/bin/sh

case "$1" in

    start)

        echo "Starting listen-for-shutdown.py"

        /usr/local/bin/listen-for-shutdown.py &

        ::

    stop)

        echo "Stopping listen-for-shutdown.py"

        pkill -f /usr/local/bin/listen-for-shutdown.py

        ::

    *)

        echo "Usage: /etc/init.d/listen-for-shutdown.sh {start/stop}"

        exit 1

        ::

esac

exit 0
```

Tento skript jsem umístil do složky /etc/init.d a udělal ho spustitelný.

```
sudo mv listen-for-shutdown.sh /etc/init.d/
```

```
sudo chmod +x /etc/init.d/listen-for-shutdown.sh
```

V poslední řadě je potřeba aktualizovat seznam registrů a zároveň ho spustit. Poté je možno tlačítkem Raspberry Pi zapnout/vypnout, stav spuštění je udáván pomocí LED.

```
sudo update-rc.d listen-for-shutdown.sh defaults
```

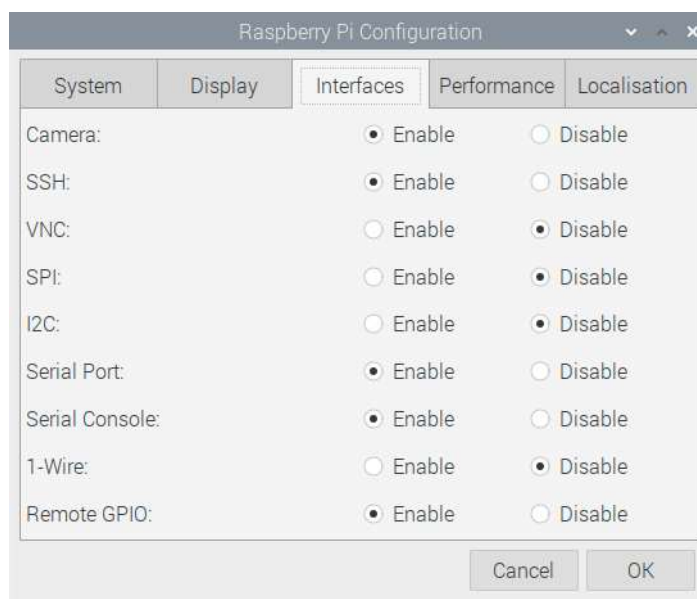
```
sudo /etc/init.d/listen-for-shutdown.sh start
```

[56] [57]

3.1.4 Kamera

K projektu jsem použil kameru Raspberry Pi kamera V2. K připojení je potřeba speciální 15 pinový kabel pro Raspberry Pi Zero. Oproti kabelu dodávanému v balení kamery je užší.

Po zapnutí minipočítače je potřeba v nastavení – Raspberry Pi konfigurace a v okně rozhraní povolit použití kamery (viz obrázek 3.7).



Obrázek 3.7: Nastavení – zapnutí kamery. [autor]

Potom jsem otestoval, jestli je kamera správně připojená. V terminálu zadáme příkaz `raspistill -v -o test.jpg`. Na obrazovce se objeví na 5 sekund náhled z kamery a poté se uloží fotografie. Výpis z terminálu je na obrázku 3.8. [58]

```
pi@raspberrypi: ~  
Soubor Upravit Karty Nápověda  
Quality 85, Raw no  
Thumbnail enabled Yes, width 64, height 48, quality 35  
Time delay 5000, Timelapse 0  
Link to latest frame enabled no  
Full resolution preview No  
Capture method : Single capture  
  
Preview Yes, Full screen Yes  
Preview window 0,0,1024,768  
Opacity 255  
Sharpness 0, Contrast 0, Brightness 50  
Saturation 0, ISO 0, Video Stabilisation No, Exposure compensation 0  
Exposure Mode 'auto', AWB Mode 'auto', Image Effect 'none'  
Flicker Avoid Mode 'off'  
Metering Mode 'average', Colour Effect Enabled No with U = 128, V = 128  
Rotation 0, hflip No, vflip No  
ROI x 0.000000, y 0.000000, w 1.000000 h 1.000000  
Camera component done  
Encoder component done  
Starting component connection stage  
Connecting camera preview port to video render.  
Connecting camera stills port to encoder input port  
  
Opening output file test.jpg  
Enabling encoder output port  
Starting capture -1  
Finished capture -1  
Closing down  
Close down completed, all components disconnected, disabled and destroyed
```

Obrázek 3.8: Test kamery. [autor]

3.1.5 Mikrofon

Mikrofon jsem připojil přes redukci microUSB – USB. Po připojení jsem otestoval, jestli je USB rozpoznáno. To jsem provedl přes příkaz *lsusb*, na obrázku 3.9 je zvýrazněn mikrofon. [59]

```
pi@raspberrypi:~$ lsusb  
Bus 001 Device 005: ID 15d9:0a37 Trust International B.V. Mouse  
Bus 001 Device 004: ID c0f4:01b0  
Bus 001 Device 003: ID 8086:0808 Intel Corp.   
Bus 001 Device 002: ID 1a40:0101 Terminus Technology, Inc. Hub  
Bus 001 Device 001: ID 1d6b:0002 Linux Foundation 2.0 root hub
```

Obrázek 3.9: Mikrofon [autor]

Jako další jsem potřeboval číslo zvukové karty a číslo USB mikrofonu, které jsou později potřeba k určení nahrávacího zařízení v kódu pro nahrávání a stream. Číselnou cestu zjistím přes příkaz *arecord -l* (viz obrázek 3.10). [60]

```
pi@raspberrypi:~ $ arecord -l
**** List of CAPTURE Hardware Devices ****
card 2: Device [USB PnP Sound Device], device 0: USB Audio [USB Audio]
  Subdevices: 1/1
  Subdevice #0: subdevice #0
```

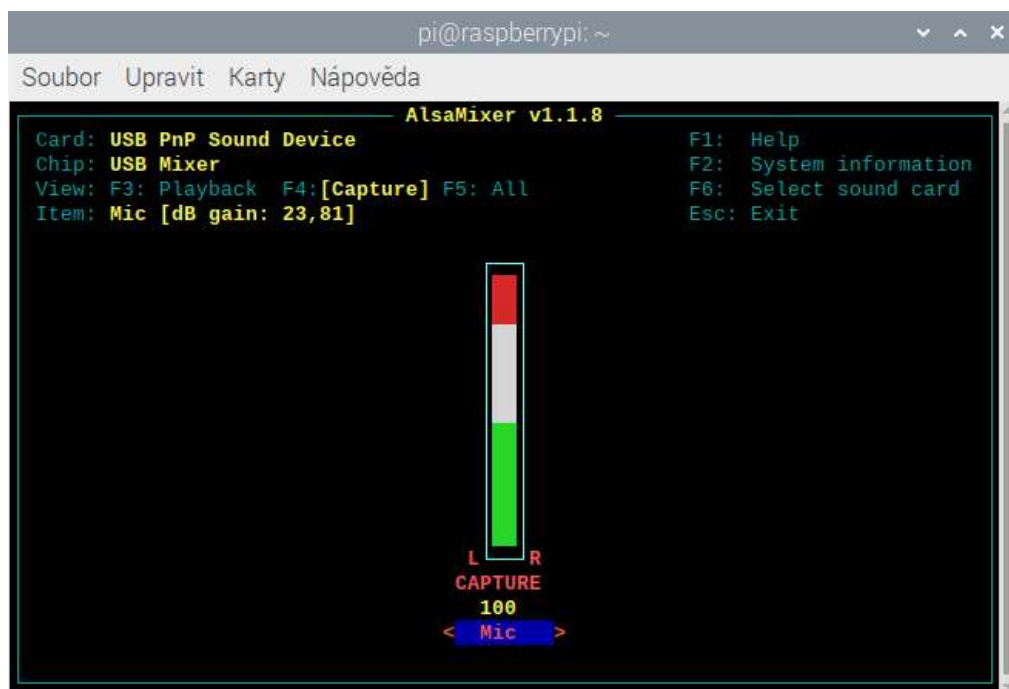
Obrázek 3.10: Zjištění adresy mikrofonu. [autor]

Pro vyzkoušení funkčnosti jsem provedl 10sekundovou nahrávku, kterou jsem si následně přehrál. Použil jsem příkaz *arecord -D plughw:2,0 -d 10 test.wav* (viz obrázek 3.11). [60]

```
pi@raspberrypi:~ $ arecord -D plughw:2,0 -d 10 test.wav
Recording WAVE 'test.wav' : Unsigned 8 bit, Rate 8000 Hz, Mono
```

Obrázek 3.11: Testovací nahrávka zvuku. [autor]

Mikrofon byl velmi tichý, proto jsem ho softwarově na úkor šumu zesílil. K tomu jsem použil *alsamixer* (viz obrázek 3.12). Mikrofonu jsem dal plné zesílení. [61]



Obrázek 3.12: AlsaMixer. [autor]

Bohužel je mikrofon i po plném zesílení velmi slabý. Nahrává pouze na krátkou vzdálenost. Pro použití v praxi by bylo potřeba použít citlivější mikrofon.

3.1.6 FFMPEG

Aby nahrávky videa byly se zvukem, musel jsem zkompileovat FFMPEG. Jedná se o open-source software. Obsahuje mnoho knihoven a programů pro zpracování zvuku a videa. Bez tohoto procesu by nešlo spustit stream nebo nahrávat se zvukem.

Pro instalaci jsem našel návod a udělal následující skript `installffmpeg.sh`. Tato instalace trvá zhruba 2,5 hodiny, výpis z terminálu je na obrázku 3.13. [62]

```
#!/bin/bash
```

```
sudo apt-get install libasound2-dev libvpx. libx264. libomxil-bellagio-dev -y
```

```
#Get FFMPEG source code
```

```
cd ~
```

```
git clone https://git.ffmpeg.org/ffmpeg.git ffmpeg
```

```
cd ffmpeg
```

```
mkdir dependencies
```

```
cd dependencies/
```

```
mkdir output
```

```
cd ~
```

```
#Compile libx264
```

```
git clone http://git.videolan.org/git/x264.git
```

```
cd x264/
```

```
./configure --enable-static --prefix=/home/pi/ffmpeg/dependencies/output/
```

```
make -j4
```

```
make install
```

```
cd ~
```

#Compile ALSA

wget ftp://ftp.alsa-project.org/pub/lib/alsa-lib-1.1.1.tar.bz2

tar xjf alsa-lib-1.1.1.tar.bz2

cd alsa-lib-1.1.1/

./configure --prefix=/home/pi/ffmpeg/dependencies/output

make -j4

make install

cd ~

#Compile FDK-AAC

sudo apt-get install pkg-config autoconf automake libtool -y

git clone https://github.com/mstorsjo/fdk-aac.git

cd fdk-aac

./autogen.sh

./configure --enable-shared --enable-static

make -j4

sudo make install

sudo ldconfig

cd ~

#Compile FFMPEG

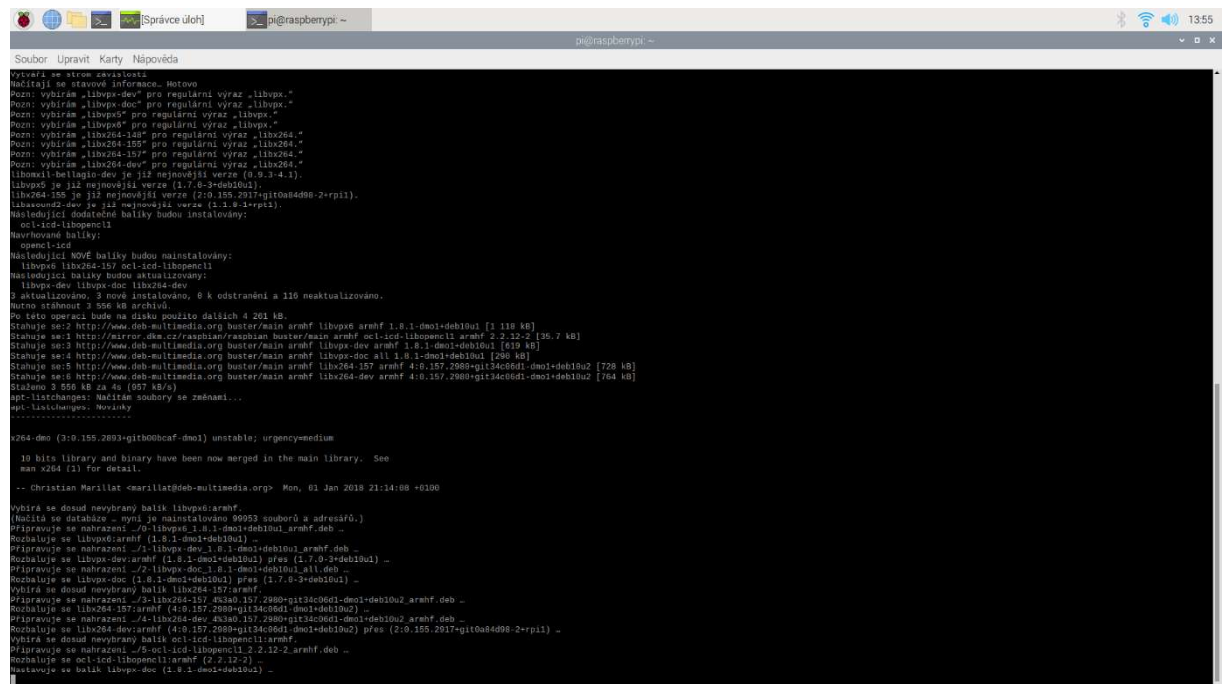
cd ffmpeg

```
./configure --prefix=/home/pi/ffmpeg/dependencies/output --enable-gpl --enable-libx264  
--enable-nonfree --enable-libfdk_aac --enable-omx --enable-omx-rpi --extra-cflags="-  
I/home/pi/ffmpeg/dependencies/output/include" --extra-ldflags="-  
L/home/pi/ffmpeg/dependencies/output/lib" --extra-libs="-lx264 -lpthread -lm -ldl"
```

make -j4

make install

cd ~



```
vytváří se srovnávací testy.  
Načítají se stavové informace. Mátevo  
pozn: vyhledal libopus-dev pro regulární výraz libopus.*  
pozn: vyhledal libopus-doc pro regulární výraz libopus.*  
pozn: vyhledal libopus5 pro regulární výraz libopus.*  
pozn: vyhledal libopus5 pro regulární výraz libopus.*  
pozn: vyhledal libx264-104 pro regulární výraz libx264.*  
pozn: vyhledal libx264-105 pro regulární výraz libx264.*  
pozn: vyhledal libx264-157 pro regulární výraz libx264.*  
pozn: vyhledal libx264-dev pro regulární výraz libx264.*  
libopus5 je již nejnovější verze (0.9.3-4.1).  
libopus5 je již nejnovější verze (1.7.0-3-deb10u1).  
libx264-105 je již nejnovější verze (2:0.155.2017-g10a84d98-2+rp11).  
libx264-dev je již nejnovější verze (2:0.157.2980-g134c06d1-dm01-deb10u2).  
Následující dodatečné balíky budou instalovány:  
ocl-icd-libopencl1  
Následující balíky:  
openc1-icd  
Následující nové balíky budou nainstalovány:  
libopus libx264-157 ocl-icd-libopencl1  
Následující balíky budou aktualizovány:  
libopus-dev libopus-doc libx264-dev  
3 aktualizováno, 3 nové instalováno, 8 k odstranění a 110 neaktualizováno.  
Celková stáhnutí 3 556 kB archivů.  
Na tato operaci bude na disku použito dalších 4 203 kB.  
Stahuje se:2 http://www.deb-multimedia.org buster/main armhf libopus armhf 1.8.1-dm01-deb10u1 [1 118 kB]  
Stahuje se:3 http://mirror.dns.cz/raspbian/raspbian buster/main armhf ocl-icd-libopencl1 armhf 2.2.32-2 [36.7 kB]  
Stahuje se:4 http://www.deb-multimedia.org buster/main armhf libopus-dev armhf 1.8.1-dm01-deb10u1 [610 kB]  
Stahuje se:5 http://www.deb-multimedia.org buster/main armhf libopus-doc all 1.8.1-dm01-deb10u1 [290 kB]  
Stahuje se:6 http://www.deb-multimedia.org buster/main armhf libx264-157 armhf 4:0.157.2980-g134c06d1-dm01-deb10u2 [728 kB]  
Stahuje se:8 http://www.deb-multimedia.org buster/main armhf libx264-dev armhf 4:0.157.2980-g134c06d1-dm01-deb10u2 [764 kB]  
Stáheno 3 556 kB za 4s (057 kB/s)  
get-libschanges: Načítám soubory se změnami....  
get-libschanges: Novinky  
-----  
x264-dm0 (2:0.155.2003-g10b0bcaf-dm01) unstable; urgency=medium  
10 bits library and binary have been now merged in the main library. See  
man x264 (1) for detail.  
-- Christian Marillat <marillat@deb-multimedia.org> Mon, 01 Jan 2018 21:14:08 +0100  
Vybírá se dosud nevybraný balík libopus:armhf.  
(Načítá se databáze - nyní je nainstalováno 99953 souborů a adresářů.)  
Připravuje se nahrazení ./0-libopus-1.8.1-dm01-deb10u1-armhf.deb -  
Nahrazuje se libopus:armhf (1.8.1-dm01-deb10u1) -  
Připravuje se nahrazení ./1-libopus-dev-1.8.1-dm01-deb10u1-armhf.deb -  
Nahrazuje se libopus-dev:armhf (1.8.1-dm01-deb10u2) přes (2:7.0-3-deb10u1) -  
Připravuje se nahrazení ./2-libopus-doc-1.8.1-dm01-deb10u1-all.deb -  
Nahrazuje se libopus-doc (1.8.1-dm01-deb10u1) přes (1.7.0-3-deb10u1) -  
Vybírá se dosud nevybraný balík libx264-157:armhf.  
Připravuje se nahrazení ./3-libx264-157-4:0.157.2980-g134c06d1-dm01-deb10u2-armhf.deb -  
Nahrazuje se libx264-157:armhf (4:0.157.2980-g134c06d1-dm01-deb10u2) -  
Připravuje se nahrazení ./4-libx264-dev-4:0.157.2980-g134c06d1-dm01-deb10u2-armhf.deb -  
Nahrazuje se libx264-dev:armhf (4:0.157.2980-g134c06d1-dm01-deb10u2) přes (2:0.155.2017-g10a84d98-2+rp11) -  
Vybírá se dosud nevybraný balík ocl-icd-libopencl1:armhf.  
Připravuje se nahrazení ./5-ocl-icd-libopencl1-2.2.32-2-armhf.deb -  
Nahrazuje se ocl-icd-libopencl1:armhf (2.2.32-2) -  
Nahrazuje se balík libopus-dev (1.8.1-dm01-deb10u1) -
```

Obrázek 3.13: Instalace FFMPEG.

3.2 Nahrávání

Pro nahrávání jsem využil software FFMPEG. Napsal jsem následující skript nahravani.sh. Nejprve jsem nadeřinoval proměnnou NOW, ta je označena datem a časem.

```
#!/bin/bash
```

```
NOW=$(date +%Y-%m-%d-%H-%M-%S)v
```

```
ffmpeg -ar 44100 -ac 1 -f alsa -thread_queue_size 4096 -i hw:2,0 -f v4l2 -  
thread_queue_size 4096 -c:v h264 -r 30 -s 1280x720 -i /dev/video0 -copyinkf -codec:v  
copy -codec:a aac -ab 128k -g 10 -f flv /home/pi/$NOW.mp4
```

Nahrávání se spustí příkazem v terminálu sh nahravani.sh.

3.3 Stream

3.3.1 Raspivid + netcat

Raspivid je základní příkaz v Raspberry OS pro nahrávání videa nebo pořizování snímků. Pro využití na stream je nutný druhý počítač s OS Linux. Výhoda linuxu je, že obsahuje příkazy netcat a mplayer, přes které stream funguje. Dále je potřeba spustit dva terminály. V prvním se použije příkaz `ssh pi@(ipadresa)`. Raspberry musí mít povolený SSH přístup. Do druhého se použije `netcat -l -p 5000 / mplayer -fps 60 -cache 2048 -`. Do prvního terminálu, přes který jsme se připojili k minipočítači, zadáme příkaz `raspivid -t 0 -w 1280 -h 720 -o - / nc 192.168.1.39 5000`. Během několika sekund naběhne přehrávač se streamem. Výhodou je velmi malé zpoždění a implementovanost přímo v OS, není potřeba nic instalovat. Mezi nevýhody patří připojení z jiných OS a nemožnost streamovat zvuk. [63]

3.3.2 Mjpeg

Jedná se o jednoduchý stream, který podporují všechny webové prohlížeče. Místo videa se posílají v rychlém sledu za sebou jednotlivé obrázky ve formátu JPG. Z toho je odvozené jméno Motion - JPEG. Instalace je rychlá přes následující příkazy. [64]

```
git clone https://github.com/jacksonliam/mjpg-streamer.git
```

```
cd mjpg-streamer/
```

```
cd mjpg-streamer-experimental/
```

```
sudo apt-get install cmake
```

```
sudo apt-get install python-imaging
```

```
sudo apt-get install libjpeg-dev
```

```
make CMAKE_BUILD_TYPE=Debug
```

```
sudo make install
```

V dalším kroku je potřeba nastavit enviromentální proměnou. Bez ní by program nemohl najít potřebné knihovny.

```
export LD_LIBRARY_PATH=.
```

Posledním krokem je spuštění streamu. Parametry v příkazu jsou: -o výstup, -i vstup, -hf obrácení obrazu o 180°. Případně lze doplnit parametry pro rozlišení obrazu a FPS.

```
./mjpg_streamer -o "output_http.so -w ./www" -i "input_raspicam.so -hf"
```

Na počítači se potom zobrazí stream přes zadání adresy `http://(ipadresaraspberry):8080/?action=stream`.

Výhodou je jednoduchost a rychlá instalace. Nevýhodou je ovšem nízké FPS, které se pohybuje kolem 15 snímků za sekundu při nižším rozlišení. Důvodem je zápis celých obrázků. Pro moji práci je hlavní nevýhodou nemožnost zvuku, jelikož se nejedná o video stream.

3.3.3 Gstreamer

Gstreamer je rozhraní pro video a audio a jejich následné zpracování přes filtry, které slouží k transformacím a konverzím. Data z Raspivid jsou posílána do Gstremer, a ten odesílá data přes RTSP server. Na ten se mohou připojit jakékoliv webové prohlížeče. Na RTSP stream se může připojit i Android zařízení. [65]

Instalace je následovná a velmi jednoduchá.

```
sudo add-apt-repository ppa:gstreamer-developers/ppa
```

```
sudo apt-get update
```

```
sudo apt-get install gstreamer1.0*
```

Dále je možné rovnou pustit stream například takovýmto příkazem:

```
raspivid -fps 26 -h 450 -w 600 -vf -n -t 0 -b 200000 -o - | gst-launch-1.0 -v fdsrc !  
h264parse ! rtph264pay config-interval=1 pt=96! gdpay ! tcpserver sink  
host=(ipadresaraspberry) port=5000
```

Kde FPS je počet snímků za sekundu, příkazy h a w jsou pro rozlišení, n je bez zobrazení videa na monitoru Raspberry, b je bitrate, o je output. [65]

Na počítači, kde chceme stream sledovat, je nutné mít nainstalovaný Linux nebo Mac OS. Na Windows se tento stream pouští velmi složitě a má velký lag. Na počítači je potřeba nainstalovat gStreamer. Stream sledujeme přes příkaz:

```
gst-launch-0.10 -v tcpclientsrc host=(ipadresaraspberry) port=5000 ! gdpdepay !  
rtph264depay ! ffdec_h264 ! ffmpegcolospace ! autovideosink sync=false
```

Výhodou této metody je opět snadná instalace, nízký lag a dobré rozlišení. Nevýhodou je omezenost použití na všech OS na přijímajících PC.

3.3.4 FFserver

Součástí FFmpeg byl dříve FFserver. Nyní se již nepoužívá, dá se však stále nainstalovat jeho verze 3.4. Na Raspberry Pi je nutné vytvořit konfigurační soubor s názvem a umístěním `/etc/ffserver.conf`. V tomto souboru se definují informace pro server. Zde uvádím příklad:

HTTPPort 9090

HTTPBindAddress 0.0.0.0

MaxHTTPConnections 2000

MaxClients 1000

MaxBandwidth 100000

#NoDaemon

<Feed feed1.ffm>

File /tmp/feed1.ffm

FileMaxSize 50M

ACL allow 192.168.12.0 192.168.12.255

</Feed>

<Stream test.mpeg>

Format mpeg

Feed feed1.ffm

VideoFrameRate 24

VideoBitRate 4096

VideoSize hd720

VideoQMin 5

VideoQMax 51

VideoGopSize 12

Strict -1

AudioCodec vorbis

</Stream>

Stream se potom spustí následujícím příkazem:

```
ffserver -f /etc/ffserver.conf & ffmpeg -f v4l2 -s 1280x720 -i /dev/video0 -ac 1 -f alsa -i  
hw:2,0 http://(ipadresaraspberry):9090/feed1.ffm
```

Stream by pak měl být dostupný v Linuxu přes příkaz `ffplay http://(ipadresaraspberry):9090/feed1.ffm`. Nebo ve VLC po spuštění síťového proudu s odkazem `http://(ipadresaraspberry):9090/feed1.ffm`.

Jedinou výhodou tohoto postupu je možnost přehrát zvuk. Vzhledem k tomu, že tento program je několik let starý a neudržovaný, je velmi nestabilní, nepodporovaný a obtížný na nainstalování a spuštění. Mně se přes tento postup stream nepodařilo spustit. Audio nebylo vůbec a snímky se překreslovaly dvě minuty. [66]

3.3.5 Nginx

Nginx je jednoduchý webový server, který přes http protokol nabízí HTML nebo PHP soubory. Tento server jsem použil pro stream. Ten jsem udělal přes program Picam, který Nginx využívá. Instalace je následující: `sudo apt install nginx`.

Dále se musí v souboru `/etc/nginx/sites-available/default` upravit blok `server {...}`. Do něj jsem přidal:

```
location /hls/ {  
  
    root /run/shm;  
  
}
```

V dalším kroku se restartuje server: `sudo service nginx restart`.

[67]

3.3.6 Picam

Picam je program pro nahrávání videa a audia v kodecích H.264/AAC kódovaných ve formátu MPEG-TS. Dále je možno přes program streamovat přes HTTP live streaming. Do videa lze přidat čas, datum, popisky. [62]

V základu jsou parametry nastavené na HD rozlišení při 30 FPS, audio pak je vzorkováno 48 Khz jeden kanál.

K instalaci jsem použil tento upravený skript.

```
sudo apt-get update  
  
sudo apt-get install libharfbuzz0b libfontconfig1  
  
# Create directories and symbolic links  
  
cat > make_dirs.sh <<'EOF'  
  
#!/bin/bash
```

```
DEST_DIR=~/picam
```

```
SHM_DIR=/run/shm
```

```
mkdir -p $SHM_DIR/rec
```

```
mkdir -p $SHM_DIR/hooks
```

```
mkdir -p $SHM_DIR/state
```

```
mkdir -p $DEST_DIR/archive
```

```
ln -sf $DEST_DIR/archive $SHM_DIR/rec/archive
```

```
ln -sf $SHM_DIR/rec $DEST_DIR/rec
```

```
ln -sf $SHM_DIR/hooks $DEST_DIR/hooks
```

```
ln -sf $SHM_DIR/state $DEST_DIR/state
```

```
EOF
```

```
chmod +x make_dirs.sh
```

```
./make_dirs.sh
```

```
# Install picam binary
```

```
wget https://github.com/iizukanao/picam/releases/download/v1.4.9/picam-1.4.9-  
binary.tar.xz
```

```
tar xvf picam-1.4.9-binary.tar.xz
```

```
cp picam-1.4.9-binary/picam ~/picam/
```

Tento program je složen z několika velmi rozsáhlých kódů. Proto zde uvedu pouze ukázky z různých částí.

První ukázka je z nastavení videa a audia.

```
static const int video_width_default = 1280;

static int video_width_32;

static int video_height;

static const int video_height_default = 720;

static int video_height_16;

static float video_fps;

static const float video_fps_default = 30.0f;

static const char *alsa_dev_default = "hw:0,0";

static char audio_preview_dev[256];

static const char *audio_preview_dev_default = "plughw:0,0";

static long audio_bitrate;

static const long audio_bitrate_default = 40000;

static const int audio_channels_default = 1; // mono

static int audio_sample_rate;

static const int audio_sample_rate_default = 48000;
```

Další ukázka je z nahrávání.

```
void *rec_thread_start() {

    time_t rawtime;

    struct tm *timeinfo;

    AVPacket av_pkt;
```



```

int wrote_packets;

int is_caught_up = 0;

int unique_number = 1;

int64_t rec_start_pts, rec_end_pts;

char state_buf[256];

EncodedPacket *enc_pkt;

int filename_decided = 0;

uint8_t *copy_buf;

FILE *fsrc, *fdest;

int read_len;

char *dest_dir;

int has_error;

has_error = 0;

copy_buf = malloc(BUFSIZ);

if (copy_buf == NULL) {

    perror("malloc for copy_buf");

    pthread_exit(0);

}

time(&rawtime);

timeinfo = localtime(&rawtime);

rec_start_time = time(NULL);

rec_start_pts = -1;

```

```

if (recording_dest_dir[0] != 0) {

    dest_dir = recording_dest_dir;

} else {

    dest_dir = rec_archive_dir;

}

if (recording_basename[0] != 0) { // basename is already decided

    snprintf(recording_filepath, sizeof(recording_filepath),

        "%s/%s", rec_dir, recording_basename);

    snprintf(recording_archive_filepath, sizeof(recording_archive_filepath),

        "%s/%s", dest_dir, recording_basename);

    snprintf(recording_tmp_filepath, sizeof(recording_tmp_filepath),

        "%s/%s", rec_tmp_dir, recording_basename);

    filename_decided = 1;

} else {

    strftime(recording_basename,    sizeof(recording_basename),    "%Y-%m-
%d_%H-%M-%S", timeinfo);

    snprintf(recording_filepath, sizeof(recording_filepath),

        "%s/%s.ts", rec_dir, recording_basename);

    if (access(recording_filepath, F_OK) != 0) { // filename is decided

        sprintf(recording_basename + strlen(recording_basename), ".ts"); // add
".ts"

        snprintf(recording_archive_filepath, sizeof(recording_archive_filepath),

            "%s/%s", dest_dir, recording_basename);

        snprintf(recording_tmp_filepath, sizeof(recording_tmp_filepath),

```

```

        "%s/%s", rec_tmp_dir, recording_basename);

    filename_decided = 1;

}

while (!filename_decided) {

    unique_number++;

    snprintf(recording_filepath, sizeof(recording_filepath),

        "%s/%s-%d.ts", rec_dir, recording_basename, unique_number);

    if (access(recording_filepath, F_OK) != 0) { // filename is decided

        sprintf(recording_basename + strlen(recording_basename), "-%d.ts",
unique_number);

        snprintf(recording_archive_filepath, sizeof(recording_archive_filepath),

            "%s/%s", dest_dir, recording_basename);

        snprintf(recording_tmp_filepath, sizeof(recording_tmp_filepath),

            "%s/%s", rec_tmp_dir, recording_basename);

        filename_decided = 1;

    }

}

}

```

A poslední ukázka je z kódu pro stream.

// Write m3u8 file

```

int write_index(HTTPLiveStreaming *hls, int is_end) {

    FILE *file;

    char buf[128];

```

```

char tmp_filepath[1024];

char filepath[1024];

int i;

snprintf(tmp_filepath, 1024, "%s/_%s", hls->dir, hls->index_filename);

file = fopen(tmp_filepath, "w");

if (!file) {

    perror("fopen");

    return -1;

}

int target_duration = calc_target_duration(hls);

// header

snprintf(buf, 128, "#EXTM3U\n#EXT-X-VERSION:3\n#EXT-X-TARGETDURATION:%d\n#EXT-X-MEDIA-SEQUENCE:%d\n#EXT-X-ALLOW-CACHE:NO\n",

    target_duration, hls->most_recent_number);

fwrite(buf, 1, strlen(buf), file);

// segments

int from_seq = hls->most_recent_number - hls->num_recent_files + 1;

if (from_seq < 1) {

    from_seq = 1;

}

int num_segments = hls->most_recent_number - from_seq + 1;

int segment_durations_idx = hls->segment_durations_idx - num_segments + 1;

if (segment_durations_idx < 0) {

```

```

    segment_durations_idx += hls->num_recent_files;

}

for (i = 0; i < num_segments; i++) {

    snprintf(buf, 128, "#EXTINF:%.5f,\n%d.ts\n",

        hls->segment_durations[segment_durations_idx],

        from_seq + i);

    fwrite(buf, 1, strlen(buf), file);

    if (++segment_durations_idx == hls->num_recent_files) {

        segment_durations_idx = 0;

    }

}

if (is_end) {

    // end mark

    fwrite("#EXT-X-ENDLIST\n", 1, 15, file);

}

fclose(file);

snprintf(filepath, 1024, "%s/%s", hls->dir, hls->index_filename);

rename(tmp_filepath, filepath);

int last_seq = hls->most_recent_number - hls->num_recent_files - hls-
>num_retained_old_files;

if (last_seq >= 1) {

    snprintf(filepath, 1024, "%s/%d.ts", hls->dir, last_seq);

    unlink(filepath);

```

```

    }

    return 0;

}

```

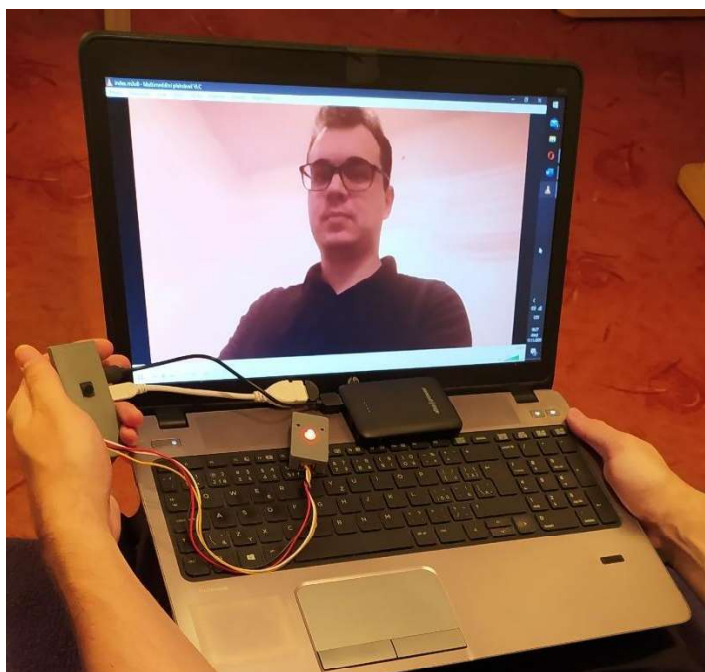
Pro spuštění nahrávání se použije následující příkaz. Nahrávka se ovšem nikam neukládá, ani nestrémuje.

```
./picam --alsadev hw:2,0
```

3.3.6.1 HLS

Program primárně slouží pro nahrávání videa. Je potřeba zapnout službu http live streaming (HLS). Na to je potřeba vygenerovat složky. To se provede příkazem: *./picam -o /run/shm/hls*. Pro stream je potřeba mít zapnutý Nginx. V tomto případě se picam spustí přes *./picam --alsadev hw:2,0 -o /run/shm/hls*. Vzhledem k designu HLS nebude lag nikdy nižší než 3 – 4 s. Stream je možné i šifrovat a přenášet přes https protokol. V počítači najdeme přenos na adrese [http://\(ipadresaraspberry\)/hls/index.m3u8](http://(ipadresaraspberry)/hls/index.m3u8). Ukázka je na obrázku 3.14.

[62]



Obrázek 3.14: Ukázka streamu.

3.4 Stream a nahrávání

Původně jsem chtěl pro nahrávání použít svůj skript a pro stream použít program `picam`. Bohužel ALSA lze použít pouze v jednom spuštěném programu. Proto jsem musel pro nahrávání a stream použít v obou případech program `picam`. K tomu je potřeba pustit dva terminály. V prvním se spustí `picam` přes `./picam --alsadev hw:2,0 -o /run/shm/hls`. V druhém se potom pusť nahrávání příkazem `touch hooks/start_record`. [62]

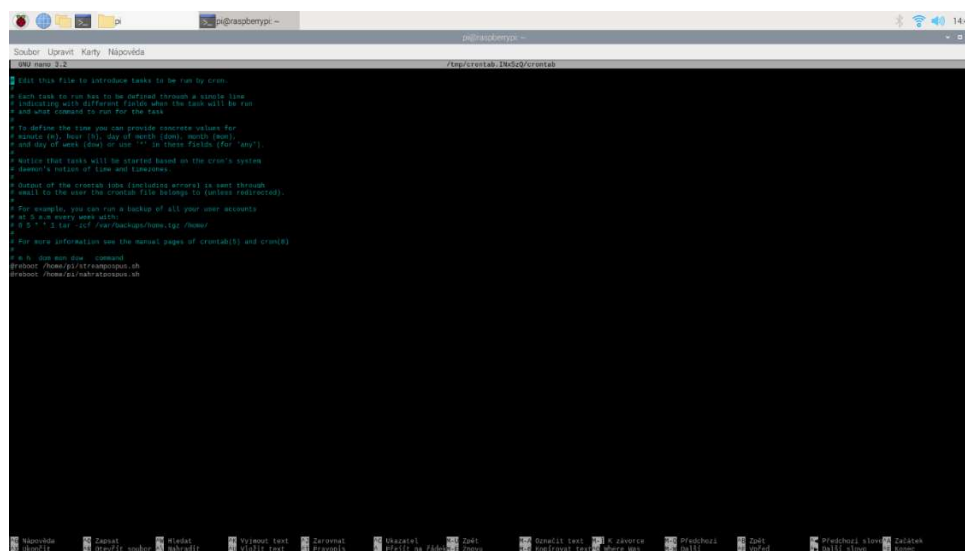
V konečné verzi jsem nastavil, aby se stream a nahrávání spustilo po zapnutí minipočítače. Na to jsem vytvořil dva skripty `streampospus.sh` a `nahratpospus.sh`. Je pět způsobů, jak přidat program po spuštění. Pro změnu jsem použil `crontab`. To je tabulka používaná softwarem `cron`, plánovač úloh. Přes něj se dá nastavit opakované spuštění programu po startu nebo například každý pátek ve 13 h. `Crontab` otevřeme příkazem `crontab -e`. Na konec souboru přidáme řádky:

```
@reboot sudo /home/pi/streampospus.sh
```

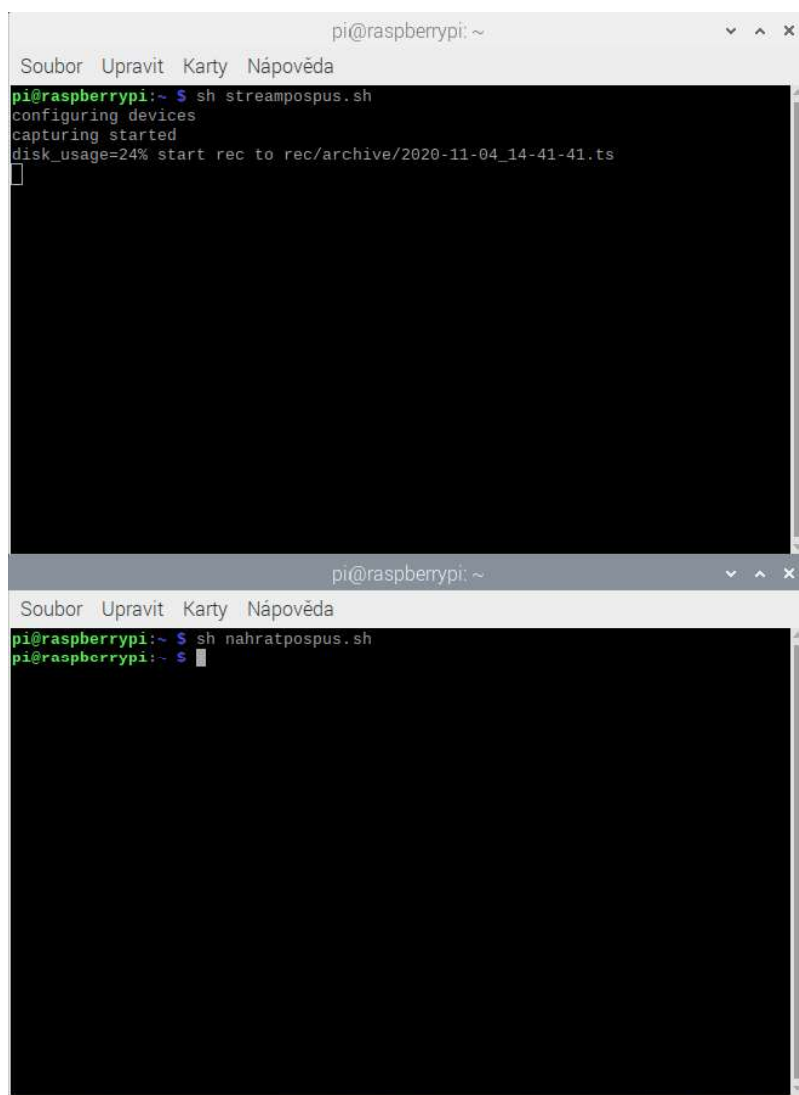
```
@reboot sudo /home/pi/nahratpospus.sh
```

Spuštění po startu je naznačeno na obrázku 3.15. Na obrázku 3.16 jsou spuštěné programy pro stream a nahrávání.

[68]



Obrázek 3.15: Spuštění programu po startu.



Obrázek 3.16: Stream a nahrávání.

3.4.2 Kódování a převod

Nahrávky jsou uloženy ve složce `rec/archive/` a jsou uloženy ve formátu MPEG-TS. Pro přehrání počítači je nutné je převést do MP4. To se provede následovně. [79]

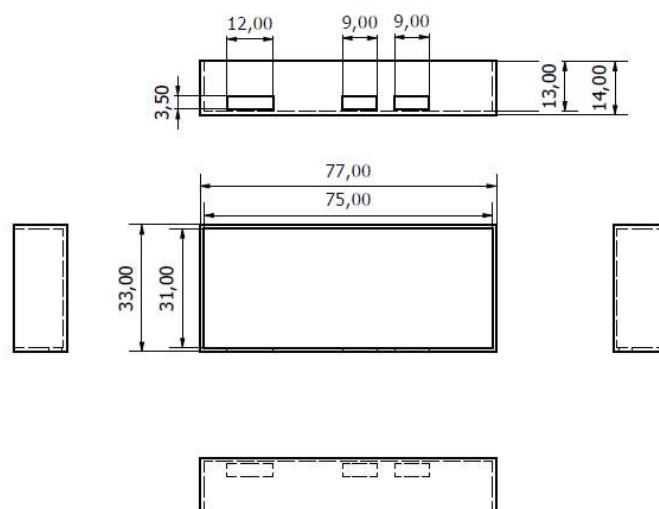
```
ffmpeg -i (jmenonahravky).ts -c:v copy -c:a copy -bsf:a aac_adtstoasc (jmenonahravky).mp4
```

3.4.3 Výdrž baterie a velikost souboru

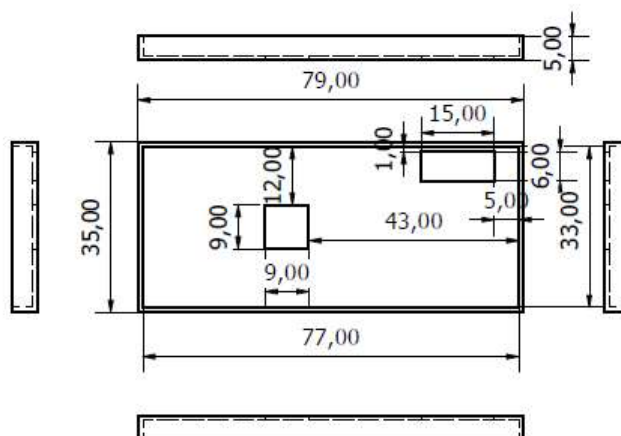
Výdrž baterie při streamování a nahrávání zároveň byla přibližně 10 h a 40 min. Nahrávka potom zabírá ve formátu MPEG-TS asi 9 GB.

3.5 Zapouzdření

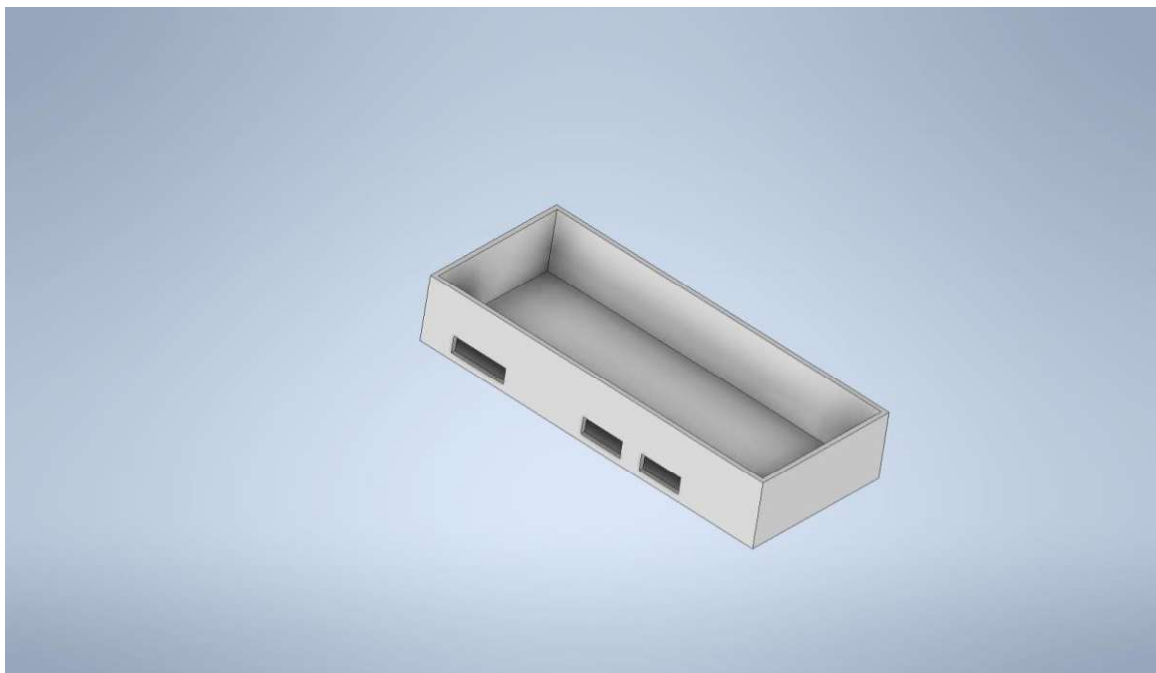
Krabička na kameru a tlačítko byla vytvořena v programu Autocad Inventor. Poté byla krabička vytištěna na 3D tiskárně. Kameru jsem následně vložil do krabičky. Na obrázcích 3.17 a 3.18 je výkresová dokumentace. Na obrázcích 3.19 a 3.20 je 3D model krabičky. Na obrázcích 3.21 a 3.22 je detail vytištěných krabiček. Na posledním obrázku 3.23 je sestavený kamerový systém.



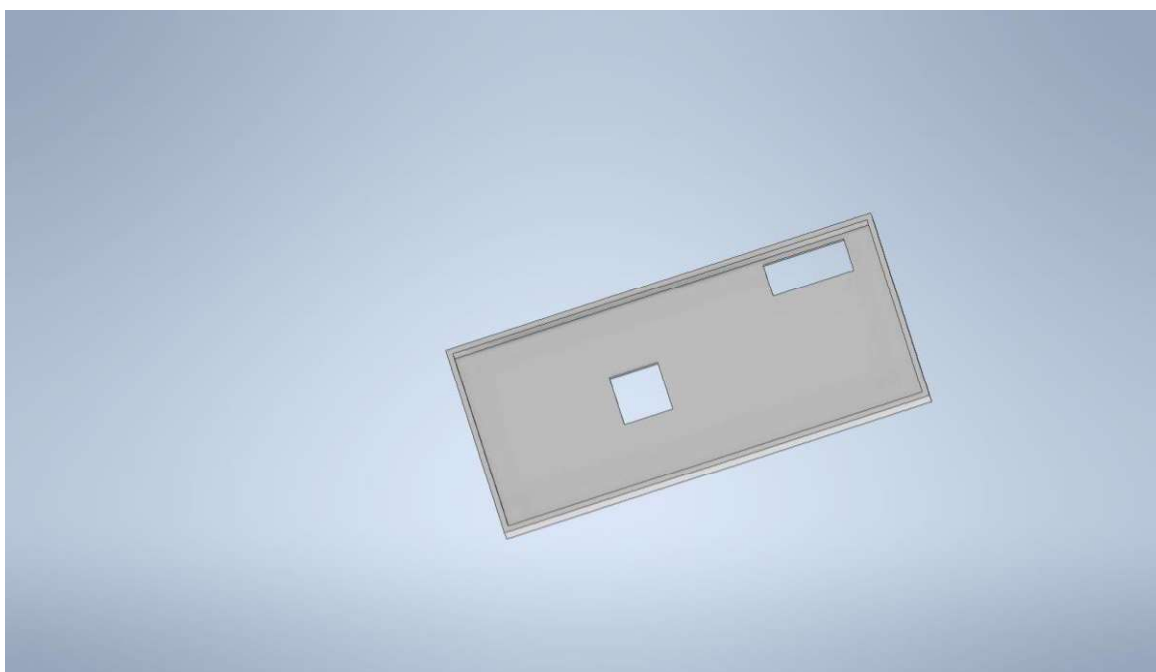
Obrázek 3.17: Výkresová dokumentace – krabička



Obrázek 3.18: Výkresová dokumentace – víčko



Obrázek 3.19: 3D model krabičky



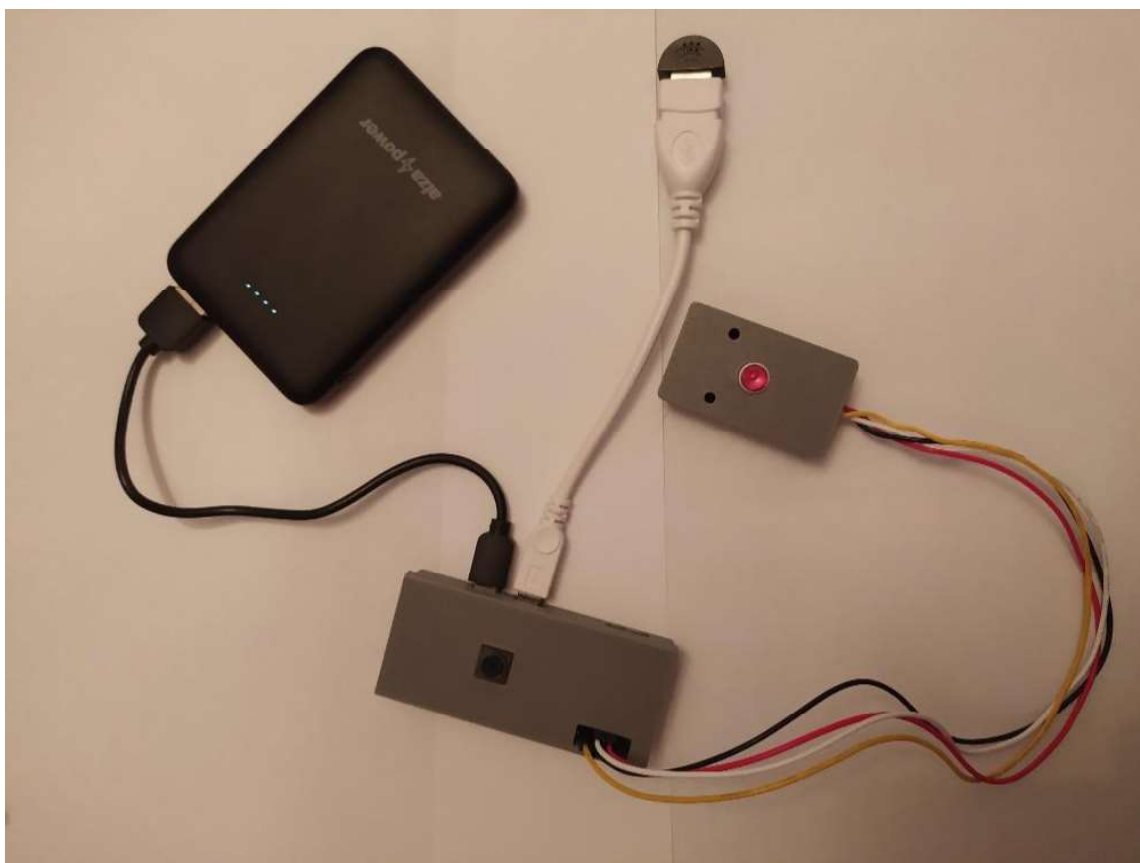
Obrázek 3.20: 3D model víčka



Obrázek 3.21: Krabička na kameru.



Obrázek 3.22: Krabička na tlačítko.



Obrázek 3.23: Kamerový systém.

3.5.2 Umístění a připevnění

Kameru by bylo vhodné umístit do oblasti prsou, jak je vyznačeno na obrázku 3.24. V této pozici bude nejlepší úhel pohledu a zároveň nebude překážet ve výkonu práce. Záchranáři nosí batoh a zbytek věcí nosí v rukách (viz obrázek 3.25). Proto je možno bez omezení využít přední strany bundy. Připevnění je možno udělat několika způsoby. První je našít suchého zipu. Kamera potom bude přilepena během výjezdu. Druhou možností by bylo zabudovat kameru do náprsní kapsy. Třetí možností by bylo využít úchyty na kapse a za něj zavěsit kameru.



Obrázek 3.24: Bunda s vyznačenou oblastí pro upevnění kamery



Obrázek 3.25: Vybavení záchranáře

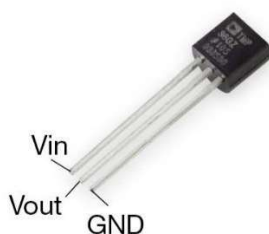
3.6 Návrhy na možná rozšíření kamery

3.6.1 Tlačítko

Tlačítko by bylo možné přeprogramovat. Například na jeden krátký stisk by se zapnulo streamování, na dva krátké stisky by se spustilo nahrávání. Na tři krátké stisky by se spustilo nahrávání a streamování zároveň. Po sekvenci stisknutí tlačítka by se nejprve vypnuly všechny programy, potom zapnul požadovaný. A konečně na jeden dlouhý stisk by se kamera vypla.

3.6.2 Teplota

Dále by bylo možné využít dalších dostupných modulů pro Raspberry Pi. Byla by možná monitorace teploty. Toto čidlo by bylo užitečné v místech požáru. Ukázka na obrázku je Analogový teplotní senzor TMP36 (viz obrázek 3.26). [69]



Obrázek 3.26: Analogový teplotní senzor [69]

3.6.3 Plyny

Pro místa s požárem je i vhodné použít čidlo pro měření koncentrace hořlavých plynů a oxidu uhelnatého. Jako příklad na obrázku uvádím Modul senzoru plynu MQ-9 (viz obrázek 3.27). [70]



Obrázek 3.27: Modul senzoru plynu MQ-9 [70]

3.6.4 4G síť

Pro streamování by bylo možné využít kromě Wi-Fi i 4G síť. K němu se může Raspberry Pi připojit přes modul Waveshare SIM7600E-H 4G HAT. Ten je zobrazen na obrázku 3.28. [71]



Obrázek 3.28: Waveshare SIM7600E-H 4G HAT [71]

3.6.5 Wi-Fi

Pro přehled při větším nebo komplikovaném zásahu může být dobré pro velitele zásahu nebo pro záchrannou službu si pustit vzdálený stream. Nejjednodušší možností pro realizaci by bylo použít již zmíněného 4G modulu. Levnější variantou je použít WiFi síť. Přes ni přenést signál do vozu, kde by se buď stream pustil na počítači, nebo přeposlal dále na centrálu zdravotnické služby.

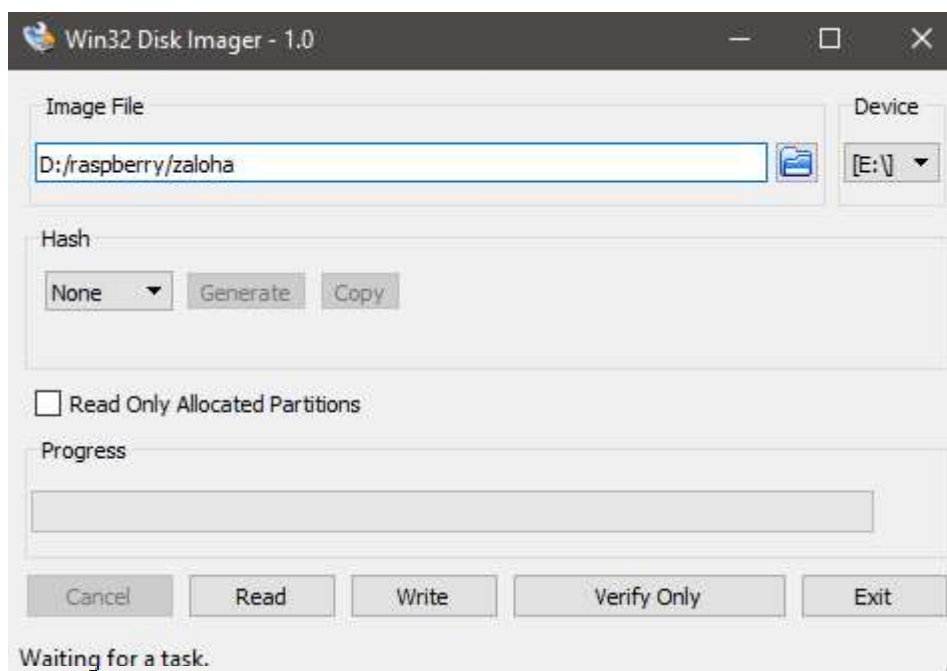
U Wi-Fi sítě je ovšem omezení ve vzdálenosti přenosu signálu. Wi-Fi router by bylo možné umístit do sanitky, nebo dát přenosný na baterky záchranáři s sebou. Případně by záchranáři mohli být vybaveni přenosným 4G routerem, příkladem je na obrázku NETGEAR AirCard 797 Mobile Hotspot (viz obrázek 3.29). [72]



Obrázek 3.29: NETGEAR AirCard 797 Mobile Hotspot

3.7 Zálaha SD karty a kopírování na nový přístroj

Zálohování systému a dat je velmi jednoduché. Celou SD kartu je možno zkopírovat do počítače jako Image soubor. Používá se k tomu Win32 Disk Imager (viz obrázek 3.30). Touto cestou je také možno kopírovat obsah SD karet. Proto nové kamery není nutné instalovat znovu, pouze se nahraje obraz systému.



Obrázek 3.30: Win32 Disk Imager

4 Diskuse

Prvním cílem práce byla literární rešerše na téma integrace kamerového systému do oblečení záchranářů. Pro splnění tohoto cíle byla vyhledána legislativa a osobní kamery. V první části byly vyhledány příslušné zákony České republiky a nařízení Evropského parlamentu a Rady. Pro porovnání legislativy s jinými státy, kde se osobní kamery používají, byly vyhledány tamní zákony, a to ve Velké Británii a USA. Dle zjištěných informací je použití kamerového systému u záchranné služby v České republice legální. Součástí zahraniční legislativy na rozdíl od české je ošetřené použití kamerových záznamů ze zásahů při výuce. Domnívám se, že by bylo přínosem i u nás ošetřit legislativně využití záběrů ze zásahů pro výuku. V druhé části byly vyhledány na webových stránkách výrobců osobní kamery. Jednotlivé kamery byly popsány a porovnány mezi sebou. Ze zjištěných vlastností byly sepsány poznatky, jak by měla vypadat ideální osobní kamera pro potřeby záchranářů.

Druhým cílem byl výběr kamerového systému. Ten byl vybrán na základě jednotlivých hardwarových komponent. Byla provedena rešerše jednotlivých dílů. Pro kamerový systém byl následně vybrán počítač, kamera, SD karta, tlačítko, mikrofon a powerbanka. Další otázkou je výběr komponent pro stream. Jestli využít WiFi nebo 4G síť. V sanitních vozech je instalováno 4G připojení, proto by stačilo jen dostat signál od kamery do vozu. Toho lze docílit instalací WiFi routeru. U tohoto způsobu přenosu dat je ovšem limitace vzdáleností. Instalací 4G modulu do kamery by se vyřešila limitace místa vysílání. Ovšem značně by se navýšily rozměry kamery. Dále je potřeba dořešit otázku datového plánu u operátora. Kompromisem mezi těmito řešeními je WiFi 4G router. Ten by mohl být přenášen v tašce, kamera by zůstala stejná a nezáleží na vzdálenosti od vozu.

Třetím cílem bylo ověřit funkčnost kamerového systému ve vestě. Pro dosažení tohoto cíle byla kamera nejprve sestavena z hardwarových komponent. Následně byl nahrán operační systém. V něm byly napsány programy pro nahrávání a streamování. Na 3D tiskárně se vytiskla krabička, do které byl uložen hardware osobní kamery. U výsledného celku byla ověřena funkčnost.

Poslední cíl byl splněn v závěru této práce. Diplomová práce je shrnuta, zhodnocena a jsou napsány doporučení pro úpravy a použití v praxi.

Výzkumné předpoklady této práce byly srovnání kamerových systémů a umístění kamery z hlediska zorného pole. Shrnutí kamerových systémů je v teoretické části. Jsou porovnány na základě hardwaru. Software není dostupný a nelze jej tedy porovnat. Osobní kamery jsou u policejních složek využívány již řadu let. Umístění kamery je u nich již ověřeno v praxi, proto je možné využít stejné místo na těle i pro záchranáře. V oblasti prsou byly navrženy tři způsoby připevnění kamery. První možností je uchycení na suchý zip, kdy by byl přes celý hrudník vodorovně. Záchranář by si mohl zvolit umístění tak, aby v daný moment kamera co nejméně překážela. U tohoto způsobu je však otázkou, jak dobře by suchý zip držel. Předpokládám, že by se suchý zip musel po určitých časových cyklech nebo po určitém počtu použití měnit. Další možnosti jsou umístění do náprsní kapsy, v které by byl otvor na čočku a tlačítko. Zabudovaná kamera by byla asi nejlepší možnost. Nejméně by překážela při práci. Přenos dat a nabíjení by bylo vyřešeno připojením kabelu po otevření kapsy, nebo by z vnitřní strany vesty/bundy byl konektor. Poslední možností je připevnění kamery na úchyt nad kapsou a umístění počítače a napájení do kapsy.

5 Návrh na doporučení pro praxi

V České republice se osobní kamery využívají pouze u policistů. Tato práce se zabývá nasazením kamer u záchranářů. V praxi by u jednotlivých výjezdů mohla být přes stream kontrolována bezpečnost lékařů a záchranářů. Případně by mohla být poskytnuta konzultace, kde by byla i obrazová zpětná vazba. U větších a komplikovanějších zásahů, kde jsou přítomni i policisté a hasiči, by se zjednodušila práce veliteli zásahu. Díky videostreamu by měl detailnější přehled o situaci a mohl by zlepšit a zrychlit organizaci zásahu.

Na základě mých zjištění by kamera pro použití v praxi měla být sestavena z těchto komponent: minipočítač, kamera, mikrofon, tlačítko, LED dioda, paměťové médium a zdroj napájení (v mém řešení powerbanka). Pro praxi doporučuji umístit kameru do oblasti prsou. Naše konkrétní řešení osobní kamery by bylo potřeba pro nasazení v praxi ještě upravit. Pouzdro u kamery je křehké. Bylo by potřeba vytvořit pevnější pouzdro, které by nerozbil pád z výšky alespoň dvou metrů a zároveň ochránilo při pádu hardware před poškozením. Zároveň by do pouzdra neměl být přístup z vnějšku, a tedy by mělo být nerozebíratelné. Dalšími vlastnostmi by měla být voděodolnost a prachotěsnost, dle certifikace IP alespoň IP 68. U kamery není vyřešena bezpečnost dat. Po zapnutí PC není potřeba přihlásit uživatele, z důvodu automatických zapnutí programů pro stream a nahrávání. Zároveň SD karta není šifrována, a tedy není chráněna před přístupem cizích osob. Námětem pro další výzkumná řešení jsou vytvoření pouzdra a zabezpečení dat. Dále by mohl být proveden výzkum při nasazení kamer u záchranné složky. Mohly by být zkoumány vliv na chování záchranářů a lékařů a zároveň změny chování u agresivních pacientů.

6 Závěr

Tato diplomová práce se zabývala výběrem kamerového systému pro použití v oblečení záchranářů (případně hasičů a policistů) včetně návrhu vhodné instalace kamer do jejich oblečení.

V první části je shrnuta legislativa, která upravuje ochranu osobních údajů při zpracování dat. Je popsán princip snímání u kamer a uveden přehled hardwaru, který lze použít pro sestavení kamerového systému.

Druhá, praktická část, se zabývá sestavením a naprogramováním osobní kamery. Jako počítač byl vybrán Raspberry Pi Zero WH. Vybrán byl z důvodu nízké hmotnosti a velmi malých rozměrů. Další jeho předností je osazení GPIO headeru, na který lze jednoduše přidělat vypínací tlačítko. Zároveň je vybaven WiFi anténou, která byla využita pro přenos streamu. Byl použit kamerový modul Raspberry Pi Camera Module V2, který je vytvořen přímo pro minipočítače Raspberry. Výhodou je připojení přes speciální konektor a také to, že kamera má dobré rozlišení pro použití v projektu. Jako úložiště byla vybrána SD karta Kingston Canvas React MicroSDXC 64GB A1 UHS-I V30 U3, která má vysoké rychlosti zápisu a čtení. Pro zdroj elektrické energie byla použita powerbanka AlzaPower Onyx 5000mAh, která má malé rozměry a nízkou hmotnost. Záznam zvuku zajišťuje běžný USB mikrofon připojený přes redukci. Připojené vypínací tlačítko světelně upozorní na zapnuté nahrávání a zároveň při správném používání zajistí ochranu SD karty před poškozením. Praktická část také vyhodnocuje, jak nejlépe umístit kameru na oděvu záchranáře, aby zachytila celý jeho výkon a zároveň ho neomezovala v činnosti.

Následně byla ověřena funkčnost navrhovaného kamerového systému a jako nejoptimálnější místo pro umístění kamery na oděvu byla vyhodnocena oblast prsou. Pro běžné využití v praxi by bylo třeba dále kameru vylepšit – vytvořit kvalitnější pouzdro, nejlépe voděodolné a nerozebratelné. Dále by bylo potřeba řešit otázku zabezpečení dat.

Literatura

- [1] Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 2016/679 ze dne 27. 4. 2016 o ochraně fyzických osob v souvislosti se zpracováním osobních údajů a o volném pohybu těchto údajů a o zrušení směrnice 95/46/ES. In: EUR-Lex [právní informační systém]. Úřad pro publikace Evropské unie [cit. 17. 11. 2020]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A02016R0679-20160504>
- [2] ŽÁRSKÁ, Lucie. Kamery. POLICIE ČESKÉ REPUBLIKY. *Policie* [online]. Policie České republiky, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/kamery.aspx>
- [3] ČESKO. Zákon č. 273 ze dne 17. července 2008 o Policii České republiky. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2008, částka 91, s. 4086 – 4116. ISSN 1211 – 1244. Dostupné také z: <https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=5332>
- [4] Osobní audiovizuální záznamové zařízení MPB. MĚSTSKÁ POLICIE BRNO. *Městská policie Brno* [online]. Městská policie Brno, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.mpb.cz/poskytovane-informace-2015/osobni-audiovizualni-zaznamove-zarizeni-mpb/>
- [5] ČESKO. Zákon č 553 ze dne 6. prosince 1991 o obecní policii. In: *Sbírka zákonů České a Slovenské federativní republiky*. 1991, částka 104, s. 2736 - 2742 . Dostupné také z: <https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=2516>
- [6] Ambulance service trials body worn cameras to protect staff. BRODEN MEDIA LTD. *Emergency services times* [online]. Wimbledon: Broden media Ltd., [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://emergencyservicetimes.com/ambulance-service-trials-body-worn-cameras-to-protect-staff/>
- [7] Privacy Notice – Surveillance Cameras (CCTV & Body Worn Cameras). STRETCH MARKETING. *WMAS* [online]. West Midlands Ambulance Service, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://wmas.nhs.uk/privacy-notice/privacy-notice-surveillance-cameras-cctv-body-worn-cameras/>

- [8] How and when BWV cameras are used. METROPOLITAN POLICE. *Metropolitan police* [online]. Metropolitan police, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.met.police.uk/advice/advice-and-information/bwv/body-worn-video-bwv/how-and-when-bwv-cameras-are-used/>
- [9] NORTCLIFFE, Toby. Safeguarding Body Worn Video Data. *Home Office* [online]. 2018, **18**(011), 44 [cit. 2020-11-17]. ISBN 978-1-78655-627-1. Dostupné z: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/746254/safeguarding-body-worn-video-data-01118o.pdf
- [10] NORTCLIFFE, Toby. Technical Guidance for Body Worn Video Devices. Home Office [online]. 2018, **18**(012), 22 [cit. 2020-11-17]. ISBN 978-1-78655-625-7. Dostupné z: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/746286/technical-guidance-body-worn-video-01218o.pdf
- [11] LEWSEY, Stephen. Policy For the use of Body Worn Video Cameras (BWVC). *Mid Sussex district council* [online]. 2018, 5 [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.midsussex.gov.uk/media/3451/parking-body-worn-camera-policy.pdf>
- [12] HO, J. D. a kol. Effect of Body-Worn Cameras on EMS Documentation Accuracy: A Pilot Study. *Prehospital Emergency Care*. 2017, **21**(2). 263-271. DOI: 10.1080/10903127.2016.1218984
- [13] WIRTH, Stephen. Body Cameras in EMS. CLARION EVENTS. *JEMS* [online]. Journal of emergency medical services, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.jems.com/2015/09/08/body-cameras-in-ems/>
- [14] BARKDULL, Jay. Can You See Me Now? Body-Worn Cameras in EMS. CLARION EVENTS. *JEMS* [online]. Journal of emergency medical services, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.jems.com/2019/12/17/can-you-see-me-now-body-worn-cameras-in-ems/>
- [15] MILLER, Ben. What Body Cams Do: Policy, Discretion and Deeper Problems. E.REPUBLIC. *Government technology* [online]. Government technology, [cit.

- 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.govtech.com/biz/data/What-Body-Cams-Do-Policy-Discretion-and-Deeper-Problems.html>
- [16] HOTAŘ, Vlastimil. Úvod do problematiky strojového vidění část 1: základní principy a hardware. 1. vydání. Liberec: Technická univerzita v Liberci. ISBN 978-80-7494-156-6.
- [17] Product Brochure VB300. *Edesix* [online]. Edesix, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.edesix.com/downloads/product-brochures/ED-003-003-07-VB300-ProductBrochure.pdf>
- [18] Spect sheet VB300. *Edesix* [online]. Edesix, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.edesix.com/downloads/spec-sheets/ED-002-003-11-VB-300-SpecSheet.pdf>
- [19] Product Brochure VB200. *Edesix* [online]. Edesix, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.edesix.com/downloads/product-brochures/ED-003-002-03-VB200-ProductBrochure.pdf>
- [20] Spect sheet VB200. *Edesix* [online]. Edesix, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.edesix.com/downloads/spec-sheets/ED-002-002-03-VB-200-SpecSheet.pdf>
- [21] Product Brochure VB400. *Motorola solutions* [online]. Motorola solutions, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: https://www.motorolasolutions.com/content/dam/msi/docs/EA_Collaterals/ENG LISH/bwc/vb400_brochure_eng.pdf
- [22] Data sheet VB400. *Motorola solutions* [online]. Motorola solutions, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: https://www.motorolasolutions.com/content/dam/msi/docs/EA_Collaterals/ENG LISH/bwc/vb400_data_sheet_eng.pdf
- [23] Product card AXON Body 3. *Axon* [online]. Axon, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: https://axon.cdn.prismic.io/axon%2Fe41fd954-290b-4b8b-be1c-3cf67973f5fe_ab3+product+card+update_8-14-19.pdf

- [24] AXON Body 2. *Axon* [online]. Axon, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.axon.com/products/axon-body-2>
- [25] Product card AXON Flex 2. *Axon* [online]. Axon, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: https://axon.cdn.prismic.io/axon%2F2b5d09dd-9a14-4c18-9c88-5bdf47cc5ccb_05142018-product+card+-+axon+flex+2+v2.pdf
- [26] Detailed specifications LE5 body-worn camera. *Viewu* [online]. Viewu, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <http://www.viewu.com/content/download/SFVIEVU-LE5-SpecsSheet.pdf>
- [27] LE5 body-worn camera. *Viewu* [online]. Viewu, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <http://www.viewu.com/le5-body-worn-camera/>
- [28] LE4 Detailed Specifications. *Viewu* [online]. Viewu, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <http://storage.viewusolution.com/documents/cameras/LE4/LE4-Detailed-Specifications.pdf>
- [29] OWEN, Rich. GoPro HERO 8 Black review: A fantastic, frameless and feature-rich action cam. FUTURE PLC. *T3* [online]. T3, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.t3.com/reviews/gopro-hero-8-black-review>
- [30] COBAN FOCUS X1. *Coban* [online]. Coban, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: https://cdn2.hubspot.net/hubfs/2836812/CobanTechnologies_Mar2017/Docs/COBAN%20FOCUS%20X1%20BWC-1.pdf
- [31] Zepcam T2+ Bodycam Technical specifications. *Zepcam* [online]. Zepcam, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://zepcam.com/wp-content/uploads/2020/10/T2SS.1.3EN.pdf>
- [32] Halo full specification. *Halo* [online]. Halo, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://front-dev.co.uk/halonew/wp-content/uploads/2020/10/full-specification.pdf>
- [33] Horizon Series Body Cam. *Halo* [online]. Halo, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://haloeurope.com/horizon-series/>
- [34] Reveal brochure. *Reveal* [online]. Reveal, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.revealmedia.com/brochure>

- [35] Product sheet Transcend DrivePro body 30. *Transcend* [online]. Transcend, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: https://cdn.transcend-info.com/products/images/modelpic/784/PS_DPB30_2020.pdf
- [36] Policejní kamera CEL-TEC PK90 GPS WiFi. *CEL-TEC* [online]. CEL-TEC, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.cel-tec.cz/cel-tec-pk90-gps-wifi-p2237>
- [37] ARDUINO UNO REV3. *Arduino* [online]. Arduino, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>
- [38] About us – Raspberry Pi. *Raspberry Pi* [online]. Raspberry Pi, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/about/>
- [39] Raspberry Pi Zero W. *Raspberry Pi* [online]. Raspberry Pi, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-zero-w/?resellerType=home>
- [40] Raspberry Pi 4. *Raspberry Pi* [online]. Raspberry Pi, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-4-model-b/?resellerType=home>
- [41] Orange Pi Zero. *Orange Pi* [online]. Orange Pi, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <http://www.orangepi.org/orangepizero/>
- [42] BPI-M2 Zero. *Banana Pi* [online]. Banana Pi, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <http://www.banana-pi.org/m2z.html>
- [43] Camera Module V2. *Raspberry Pi* [online]. Raspberry Pi, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/products/camera-module-v2/?resellerType=home>
- [44] Pi NoIR Camera V2. *Raspberry Pi* [online]. Raspberry Pi, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/products/pi-noir-camera-v2/?resellerType=home>
- [45] Raspberry Pi High Quality Camera. *Raspberry Pi* [online]. Raspberry Pi, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-high-quality-camera/?resellerType=home>

- [46] IMX179 8MP USB Camera (A). *Waveshare* [online]. Waveshare, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: [https://www.waveshare.com/wiki/IMX179_8MP_USB_Camera_\(A\)](https://www.waveshare.com/wiki/IMX179_8MP_USB_Camera_(A))
- [47] Datasheet IMX291 USB2.0 Camera Module. *Uctronics* [online]. ArduCam, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.arducam.com/product/arducam-1080p-low-light-wdr-ultra-wide-angle-usb-camera-module-for-computer-2mp-cmos-imx291-160-degree-fisheye-mini-uvb-usb2-0-spy-webcam-board-with-microphone-3-3ft-cable-for-windows-linux-mac-os/>
- [48] Mini USB Microphone compatible with Raspberry Pi 4. SEEED TECHNOLOGY CO. LTD. *Seeedstudio* [online]. Seeedstudio, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.seeedstudio.com/Mini-USB-Microphone-compatible-with-Raspberry-Pi-4-p-4158.html>
- [49] AlzaPower Onyx 5000mAh černá. ALZA. *Alza* [online]. Alza, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/alzapower-onyx-5000mah-cerna-d5683596.htm>
- [50] Co je to SD karta? A jaké jsou rychlostní třídy SD karet?. Alza [online]. Alza, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/slovník/sd-karta-art4932.htm>
- [51] Kingston Canvas React MicroSDXC 64GB A1 UHS-I V30 U3 Alza [online]. Alza, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/kingston-canvas-react-microsdxc-64gb-a1-uhs-i-v30-sd-adapter-d5282031.htm?o=1>
- [52] Grove - LED Button. SEEED TECHNOLOGY CO. LTD. *Seeedstudio* [online]. Seeedstudio, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: https://wiki.seeedstudio.com/Grove-LED_Button/
- [53] Noobs. RASPBERRY PI. *Raspberry Pi* [online]. Raspberry Pi, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/documentation/installation/noobs.md>
- [54] Grove System. SEEED TECHNOLOGY CO. LTD. *Seeedstudio* [online]. Seeedstudio, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: https://wiki.seeedstudio.com/Grove_System/

- [55] Raspberry Pi Pinout. GADGETOID. *Pinout* [online]. Gadgetoid, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://pinout.xyz>
- [56] Build a Simple Raspberry Pi LED Power/Status Indicator. HOWCHOO. *Howchoo* [online]. Howchoo, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://howchoo.com/g/ytzjzy4m2e/build-a-simple-raspberry-pi-led-power-status-indicator>
- [57] How to Add a Power Button to Your Raspberry Pi. HOWCHOO. *Howchoo* [online]. Howchoo, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://howchoo.com/g/mwnlytk3zmm/how-to-add-a-power-button-to-your-raspberry-pi>
- [58] Raspistill. RASPBERRY PI. *Raspberry Pi* [online]. Raspberry Pi, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/documentation/usage/camera/raspicam/raspistill.md>
- [59] SAILER, Thomas. Lsusb(8). DIE. *Linux.die* [online]. Linux.die, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://linux.die.net/man/8/lsusb>
- [60] KYSELA, Jaroslav. arecord(1). DIE. *Linux.die* [online]. Linux.die, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://linux.die.net/man/8/lsusb>
- [61] Alsamixer. CANONICAL LTD. *Ubuntu* [online]. Ubuntu, [cit. 2020-11-17]. <https://wiki.ubuntu.com/Audio/Alsamixer>
- [62] IIZUKA, Nao. Picam. GITHUB. *Github* [online]. Github, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://github.com/jacksonliam/mjpg-streamer>
- [63] Raspivid. RASPBERRY PI. *Raspberry Pi* [online]. Raspberry Pi, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/documentation/usage/camera/raspicam/raspivid.md>
- [64] Mjpg-streamer. GITHUB. *Github* [online]. Github, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://github.com/jacksonliam/mjpg-streamer>
- [65] GStreamer Tutorials. GSTREAMER. *GStreamer* [online]. GStreamer, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z:

<https://gstreamer.freedesktop.org/documentation/tutorials/index.html?gi-language=c>

- [66] FFMPEG ffmpeg. EDGEWALL SOFTWARE. *FFmpeg* [online]. FFMPEG, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://trac.ffmpeg.org/wiki/ffmpeg>
- [67] NGINX. RASPBERRY PI. Raspberry Pi [online]. Raspberry Pi, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/documentation/remote-access/web-server/nginx.md>
- [68] CRON. CANONICAL LTD. *Ubuntu* [online]. Ubuntu, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://help.ubuntu.com/community/CronHowto>
- [69] Low Voltage Temperature Sensors, Data sheet. ABELELECTRONICS. *Abelelectronics* [online]. Abelelectronics, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.abelectronics.co.uk/docs/pdf/tmp36.pdf>
- [70] Grove - Gas Sensor(MQ9). SEEED TECHNOLOGY CO. LTD. *Seedstudio* [online]. Seedstudio, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: https://wiki.seeedstudio.com/Grove-Gas_Sensor-MQ9/
- [71] SIM7600E-H_4G_HAT. *Waveshare* [online]. Waveshare, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: https://www.waveshare.com/wiki/SIM7600E-H_4G_HAT
- [72] Aircard 797 mobile hotspot. NETGEAR. *Netgear* [online]. Netgear, [cit. 2020-11-17]. Dostupné z: <https://www.netgear.com/home/products/mobile-broadband/hotspots/AC797.aspx>

Seznam obrázků

Obrázek 2.1:	Princip CCD čipu. [16]	22
Obrázek 2.2:	Expozice. [16]	23
Obrázek 2.3:	Snímání obrazu. [16]	23
Obrázek 2.4:	Čtení obrazu z CCD čipu. [16]	24
Obrázek 2.5:	CMOS snímač. [16]	25
Obrázek 2.6:	Rozložení prvků na kameře Edesix VB-300. [18]	28
Obrázek 2.7:	Kamera Edesix VB-300. [17]	28
Obrázek 2.8:	Rozložení prvků na kameře Edesix VB-200. [20]	29
Obrázek 2.9:	Kamera Edesix VB-200. [19]	30
Obrázek 2.10:	Rozložení prvků na kameře Edesix VB-400. [22]	31
Obrázek 2.11:	Kamera Edesix VB-400. [21]	31
Obrázek 2.12:	Rozložení prvků na kameře Axon Body 3. [23]	32
Obrázek 2.13:	Kamera Axon Body 3. [23]	32
Obrázek 2.14:	Rozložení prvků na kameře Axon Body 2. [24]	33
Obrázek 2.15:	Kamera Axon Body 2. [24]	34
Obrázek 2.16:	Rozložení prvků na kameře Axon Flex 2. [25]	34
Obrázek 2.17:	Kamera Axon Flex 2. [25]	35
Obrázek 2.18:	Rozměry kamery Vievu LE 5. [26]	35
Obrázek 2.19:	Kamera Vievu LE 5. [26]	36
Obrázek 2.20:	Kamera Vievu LE 4. [28]	36
Obrázek 2.21:	Kamera GoPro HERO 8. [29]	37
Obrázek 2.22:	Rozložení prvků na kameře Coban Focus X1. [30]	38
Obrázek 2.23:	Kamera Zepcam T2+. [31]	38
Obrázek 2.24:	Kamera Halo Horizon. [32]	39
Obrázek 2.25:	Kamera Reveal D5. [34]	40
Obrázek 2.26:	Kamera Transcend DrivePro Body 30. [35]	40
Obrázek 2.27:	Kamera CEL-TEC PK 90. [36]	41
Obrázek 2.28:	Arduino Uno REV3. [37]	44
Obrázek 2.29:	Raspberry Pi Zero WH. [39]	46
Obrázek 2.30:	Raspberry Pi 4. [40]	48
Obrázek 2.31:	Orange Pi Zero. [41]	50
Obrázek 2.32:	Banana Pi [42]	52
Obrázek 2.33:	Raspberry Pi Camera Module V2 [43]	54
Obrázek 2.34:	Raspberry Pi NoIR kamera V2 [44]	55
Obrázek 2.35:	Raspberry Pi HQ kamera [45]	56
Obrázek 2.36:	Waveshare IMX179 8MPx USB kamera [46]	57
Obrázek 2.37:	Arducam 2Mpx IMX291 Camera Module [47]	58

Obrázek 2.38:	USB Mikrofon [48]	59
Obrázek 2.39:	Powerbanka AlzaPower Onyx 5000mAh [49]	60
Obrázek 2.40:	Kingston Canvas React MicroSDXC [autor]	62
Obrázek 2.41:	Grove LED tlačítko. [52]	62
Obrázek 3.1:	Zapojení kamery. [autor]	63
Obrázek 3.2:	Instalátor NOOBS. [53]	64
Obrázek 3.3:	Raspberry Pi Imager [53]	65
Obrázek 3.4:	Raspberry Pi Imager – nabídka OS. [53]	65
Obrázek 3.5:	Raspberry Pi Imager – Nabídka OS 2 [53]	65
Obrázek 3.6:	GPIO [55]	66
Obrázek 3.7:	Nastavení – zapnutí kamery. [autor]	69
Obrázek 3.8:	Test kamery. [autor]	70
Obrázek 3.9:	Mikrofon [autor]	70
Obrázek 3.10:	Zjištění adresy mikrofonu. [autor]	71
Obrázek 3.11:	Testovací nahrávka zvuku. [autor]	71
Obrázek 3.12:	AlsaMixer. [autor]	71
Obrázek 3.13:	Instalace FFMPEG.	74
Obrázek 3.14:	Ukázka stream.	88
Obrázek 3.15:	Spuštění programu po startu.	89
Obrázek 3.16:	Stream a nahrávání.	90
Obrázek 3.17:	Výkresová dokumentace – krabice	91
Obrázek 3.18:	Výkresová dokumentace – víčko	91
Obrázek 3.19:	3D model krabice	92
Obrázek 3.20:	3D model víčka	92
Obrázek 3.21:	Krabice na kameru.	93
Obrázek 3.22:	Krabice na tlačítko.	93
Obrázek 3.23:	Kamerový systém.	94
Obrázek 3.24:	Bunda s vyznačenou oblastí pro upevnění kamery	95
Obrázek 3.25:	Vybavení záchranáře	95
Obrázek 3.26:	Analogový teplotní senzor [69]	96
Obrázek 3.27:	Modul senzoru plynu MQ-9 [70]	97
Obrázek 3.28:	Waveshare SIM7600E-H 4G HAT [71]	97
Obrázek 3.29:	NETGEAR AirCard 797 Mobile Hotspot	98
Obrázek 3.30:	Win32 Disk Imager	99

Seznam tabulek

Tabulka 2.1: Porovnání CCD a CMOS snímačů	26
Tabulka 2.2: Přehled kamer	42
Tabulka 2.3: Technické specifikace Arduina	45
Tabulka 2.4: Specifikace Zero WH	47
Tabulka 2.5: Specifikace Pi 4	49
Tabulka 2.6: Specifikace Orange Pi Zero	51
Tabulka 2.7: Specifikace Banana Pi	53
Tabulka 2.8: Specifikace Raspberry Pi Camera Module V2	54
Tabulka 2.9: Specifikace Raspberry Pi NoIR kamera V2	55
Tabulka 2.10: Specifikace Raspberry Pi HQ kamera	56
Tabulka 2.11: Specifikace Waveshare IMX179 8MPx USB kamera.....	57
Tabulka 2.12: Specifikace Arducam 2Mpx IMX291	58
Tabulka 2.13: Rozdělení SD karet dle rychlosti	61
Tabulka 2.14: Rozdělení SD karet dle výkonu	61