



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

DESIGN AKUMULÁTOROVÉ KONTROLNÍ KAMERY

DESIGN OF CORDLESS INSPECTION CAMERA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Martin Kuchárik

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

akad. soch. Josef Sládek, ArtD.

BRNO 2020

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav konstruování
Student: **Martin Kuchárik**
Studijní program: Aplikované vědy v inženýrství
Studijní obor: Průmyslový design ve strojírenství
Vedoucí práce: **akad. soch. Josef Sládek, ArtD.**
Akademický rok: 2019/20

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Design akumulátorové kontrolní kamery

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Akumulátorové kontrolní kamery jsou určeny k pohodlné inspekci a dokumentaci obtížně přístupných míst, jako je potrubí, kouřovody, motory vozidel a podobně. Rozměrově minimální vnitřní prostory jsou dostupné díky malé hlavě kamery s LED světlem na kabelu, který je propojen s madlem integrujícím displej, akumulátor a ovladače. Žádoucí je kompaktní tvar s přiměřenou robustností a odolností pro práci v nejrůznějších podmínkách.

Typ práce: vývojová – designéřská

Cíle bakalářské práce:

Hlavním cílem je navrhnout design digitální akumulátorové kontrolní kamery s displejem o úhlopříčce minimálně 3,5", Li-ion akumulátorem a MicroSD kartou. Předpokládána je sériová výroba s využitím plastových výlisků. Cílovou skupinu tvoří instalatéři, automechanici, montážní technici a opraváři.

Díličí cíle bakalářské práce:

- identifikovat hlavní designéřské trendy a charakteristické prvky akumulátorových kontrolních kamer,
- prokázat funkčnost, ergonomičnost a výrobitelnost návrhu.

Požadované výstupy: průvodní zpráva, sumarizační poster.

Rozsah práce: cca 27 000 znaků (15 – 20 stran textu bez obrázků).

Časový plán, struktura práce a šablona průvodní zprávy jsou závazné:

<http://ustavkonstruovani.cz/texty/bakalarske-studium-ukoncení/>

Seznam doporučené literatury:

DREYFUSS, Henry. Designing for people. New York: Allworth Press, 2003. ISBN 1581153120.

FIELL, Charlotte a Peter FIELL (eds.). Designing the 21st century: design des 21. Jahrhunderts Le design du 21 siècle. Köln: Taschen, c2001. ISBN 3-8228-5883-8.

LIDWELL, William. a Gerry. MANACSA. Deconstructing product design: exploring the form, function, usability, sustainability, and commercial success of 100 amazing products. Beverly, Mass.: Rockport Publishers, c2009. ISBN 1592533450.

NORMAN, Donald A. Emotional design: why we love (or hate) everyday things. New York: Basic Books, 2005. ISBN 0-465-05136-7.

PELCL, Jiří. Design: od myšlenky k realizaci = from idea to realization. V Praze: Vysoká škola uměleckoprůmyslová v Praze, c2012. ISBN 978-80-86863-45-0.

THOMPSON, Rob. a Young Yun. KIM. Product and furniture design. New York: Thames & Hudson, 2011. Manufacturing guides. ISBN 0500289190.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Cieľom bakalárskej práce je design akumulátorovej kontrolnej kamery, určenej na inšpekciu ťažko dostupných miest. Základom bolo navrhnuť čistý tvar s prvkami minimalistického designu. Ovládanie spolu s používaním viesť do jednoduchosti a intuitívnosti. Výsledkom je boroskop s kamerou so štyrmi LED svetidlami, s bezdrôtovým odnímateľným monitorom a s nabíjateľným akumulátorom. Určenie je predovšetkým pre inštalatérov, opravárov, ale aj pre domácich majstrov.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

design, inšpekčná kamera, vizuálna kontrola, boroskop, bezdrôtový monitor

ABSTRACT

The aim of the bachelor's thesis is the design of a cordless inspection camera, intended to inspect hard-to-reach places. The basis was to design a clean shape with elements of the minimalist design. Both the control and the usage shall lead to simplicity and intuitiveness. The result is a borescope with a camera with four LED lights, a wireless detachable monitor and a rechargeable battery. The purpose is primarily for plumbers, repairmen and also for handymen.

KEYWORDS

design, inspection camera, visual inspection, borescope, wireless monitor

BIBLIOGRAFICKÁ CITÁCIA

KUCHÁRIK, Martin. *Design akumulátorové kontrolní kamery*. Brno, 2020, 70 s. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav konstruování. Vedoucí bakalářské práce akad. soch. Josef Sládek, ArtD.

POĎAKOVANIE

Na tomto mieste by som sa rád poďakoval vedúcemu práce akad. soch. Josefovi Sládkovi, ArtD. za cenné rady, podnety a ochotu popri spracovávaní celej práce. Rovnako by som chcel poďakovať rodine a priateľom, ktorí mi pomáhali nielen popri štúdiu.

PREHLÁSENIE AUTORA O PÔVODNOSTI PRÁCE

Prehlasujem, že som bakalársku prácu na tému Design akumulátorovej kontrolnej kamery vypracoval samostatne, pod odborným vedením akad. soch. Josefa Sládka, ArtD. Súčasne prehlasujem, že všetky zdroje obrazových a textových informácií, z ktorých som čerpal, sú riadne citované v zozname použitých zdrojov.

.....

Podpis autora

OBSAH

1	ÚVOD	13
2	PREHLAD SÚČASNÉHO STAVU POZNANIA	14
2.1	Designerská analýza	14
2.1.1	Historický vývoj	14
2.1.2	Príklady súčasných výrobkov na trhu	15
2.2	Technická analýza	23
2.2.1	Vnútorne usporiadanie	23
2.2.2	Zhrnutie technických parametrov	28
3	ANALÝZA PROBLÉMU A CIEĽ PRÁCE	29
3.1	Analýza problému	29
3.2	Možný trh a cena	29
3.3	Cieľová skupina	29
3.4	Cieľ práce	30
4	VARIANTNÉ ŠTÚDIE DESIGNU	31
4.1	Varianta I	31
4.2	Varianta II	33
4.3	Varianta III	35
5	TVAROVÉ RIEŠENIE	37
6	KONŠTRUKČNE TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ RIEŠENIE	40
6.1	Popis jednotlivých častí	40
6.1.1	Akumulátor	40
6.1.2	Monitor	41
6.1.3	Konektor kábla a kábel	44
6.1.4	Hlava kamery	45
6.2	Rozmerové riešenie	47
6.3	Materiálové riešenie	50
6.4	Ergonómia	51

7	FAREBNÉ A GRAFICKÉ RIEŠENIE	55
7.1	Farebné riešenie	55
7.2	Grafické riešenie	57
8	DISKUSIA	59
8.1	Psychologická funkcia	59
8.2	Sociálna funkcia	59
8.3	Ekonomická funkcia	59
9	ZÁVER	60
10	ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV	61
11	ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK, SYMBOLOV A VELIČÍN	64
12	ZOZNAM OBRÁZKOV A GRAFOV	66
13	ZOZNAM TABULIEK	68
14	ZOZNAM PRÍLOH	69

1 ÚVOD

Témou tejto bakalárskej práce je návrh a dizajn akumulátorovej kontrolnej kamery, s alternatívnymi označeniami ako inšpekčná kamera alebo boroskop.

Už z názvu je badateľné, že jej určenie je na inšpekciu priestorov. Sú to predovšetkým miesta ťažko dostupné a pre človeka voľným okom neviditeľné, ako napríklad vodovodné potrubie, vnútro steny alebo vnútro motora. Týmto prístrojom sa vďaka ohýbateľnému káblu možno do spomenutých miest pozrieť kamerou, ktorá je umiestnená na konci tohto kábla. Obraz je zaznamenávaný a prenášaný, možno ho kontrolovať na displeji, ktorý je najčastejšie upevnený na rukoväti.

Kamera nám teda poskytuje možnosť skontrolovať dané miesto a lokalizovať problém či závalu oveľa jednoduchšie a rýchlejšie, ako bez nej. Najväčšou výhodou je preto množstvo času, ktoré sa dá pomocou inšpekčných kamier ušetriť a nie je nutné rozoberať daný sledovaný objekt.

V súčasnosti na trhu existuje mnoho typov kontrolných kamier. Líšia sa svojím tvarovaním, ergonómiou a technickým vybavením. Dá sa konštatovať, že parametre a technické podmienky na inšpekciu sú v dnešnom stave relatívne postačujúce. Oblasť, ktorú treba obohatiť a v ktorej má zmysel robiť vylepšenia je celkový vzhľad, ergonómia a zdokonalenie ovládania.

V tejto práci bude za úlohu vytvoriť a navrhnuť kontrolnú kameru, ktorá bude tvarom opticky zjednotená, zvieranie rukoväte bude pohodlné a príjemné, ovládanie bude intuitívne a nenáročné a snáď priniesť nový produkt, ktorý by potenciálne mohol konkurovať súčasnému trhu.

2 PREHL'AD SÚČASNÉHO STAVU POZNANIA

2.1 Designerská analýza

2.1.1 Historický vývoj

Počiatok tohto zariadenia sa datuje už od začiatku 19. storočia. Predchodcom boroskopov bol totiž endoskop „Lichtleiter“, ktorý začal vyvíjať od roku 1805 nemecký doktor medicíny Philipp Bozzini a vďaka ktorému bolo možné sledovať vnútro uší, nosných ciest, konečníka a iné. Nástroj sa postupom času zdokonaľoval a storočie prechádzal zmenami a po viac ako 100 rokoch vznikol na podobnom princípe fungovania endoskopu boroskop. Hlavný rozdiel medzi týmito zariadeniami je ten, že endoskop sa využíva pre medicínske účely, zaobchádza sa s ním jemnejšie, nežnejšie a ponúka väčšiu presnosť obrazu, zatiaľ čo boroskop sa využíva ako prístroj na vizuálnu inšpekciu dutín a nedostupných miest predovšetkým v priemyselnom sektore. V roku 1921 vyvíjala spoločnosť Lenox Instrument Company prvý boroskop na inšpekciu turbínového rotoru (obr 2-1). [1] [2] [3]



obr. 2-1 Prvý boroskop na inšpekciu turbínového rotoru, 1921 [1]

2.1.2 Príklady súčasných výrobkov na trhu

BOSCH Universallnspect

Výrobcom kamery je nemecká firma Bosch. Veľkosť kamery je pomerne malá a vďaka jej tvaru môžeme kameru jednoducho držať jednou rukou. V dolnej polovici sú hrany skosené, čím sa vytvára priestor pri držaní pre dlaň a pre prsty. Po obvode je priehlbneň pre zmotanie kábla s hlavicou kamery. Celkovo pôsobí veľmi skladateľne a kompaktne. Tlačidlá sú umiestnené v dostupnej vzdialenosti, najvhodnejšie pre ovládanie palcom. Ovládanie je preto intuitívne a manipulácia s kamerou pohodlná. Negatívnym sa môže javiť držanie tela kamery po rozvinutí káblu s hlavicou. Vzniká tak priestor, ktorý môže byť pre dlaň a pre prsty nepohodlným a neprirodzeným.

Kamera disponuje priestorom pre pamäťovú kartu microSD a farebným displejom, ale taktiež s možnosťou navolenia čiernobieleho kontrastu pri povrchoch odrážajúcich svetlo, ako napríklad lesklý kov či voda. Výhodou je možnosť otočiť scénu o 180°, čím nemusíme otáčať telo kamery či samotnú hlavu kamery. Ako osvetlenie slúži LED na hlavici, na ktorú sa dajú pripevniť prídavné komponenty ako háčik, magnet alebo zrkadlo. Obal z textilu slúži na jednoduché uschovanie celej kamery. [4]



obr. 2-2 BOSCH Universallnspect [4]

BOSCH GIC 120 C Professional

Výrobcom kamery je opäť nemecká firma Bosch. Výška kamery je 217 mm a šírka kamery je 90 mm. Vo svojom základe ide o kváder s obrazovkou, ktorý sa smerom dolu postupne zbieha a tvorí tak trojuholníkový priestor pre ovládacie prvky, a o valcovú rukoväť. V spodnej časti je kamera vybavená mohutným madlom, ktoré má pogumovaný povrch pre lepšie a pevnejšie držanie. Pôsobí ergonomicky a odolne.

Zariadenie možno napájať dvojakým zdrojom. Zospodu rukoväte sa nachádza priestor pre 12 V Li-ion akumulátor alebo pre obyčajné alkalické batérie. Prínosom je funkcia „Up is Up“, ktorá dokáže v reálnom čase orientovať a rotovať obraz do optimálnej polohy. Následne je možné záznam preniesť do iného zariadenia pomocou USB káblu vďaka USB portu, ktorý má kamera zabudovaný vo vrchnej časti nad obrazovkou. Ponúkaná je možnosť pre rýchlu výmenu kábla z kamery vďaka technológii Quick Connector (konektor podobný HDMI). [5]



obr. 2-3 BOSCH GIC 120 C Professional [5]

Inskam 113

Kamera značky Inskam. Telo pripomínajúce smartfón je jednoduché a skladné. Rozmery sú na výšku 100 mm a na šírku 170 mm. Kameru tak možno jednoducho držať v jednej ruke a ovládať jedným prstom. Vďaka bočným pogumovaným linkám a drážkam dobre drží v dlani. Dlaňou sa možno prichytiť aj o zadný kryt pre batériu, nachádzajúci sa za ovládacími prvkami, pre ktorú je umiestnený otvor zospodu tela kamery. Farebne sú funkčné časti vyznačené oranžovou a zvyšok čiernou farbou. Zvrchu tela kamery nad ovládacími prvkami sa nachádza konektor pre kábel s hlavicou kamery. Kábel dosahuje dĺžky až desať metrov.

Displej je dostatočne veľký a vďaka vysokému rozlíšeniu nám poskytuje kvalitný obraz aktuálnej scény. Tlačidlo osvetlenia je umiestnené pomerne priďaleko od všetkých ovládacích prvkov v ľavom hornom rohu. Zospodu pod obrazovkou sa pod silikónovým krytom nachádzajú tlačidlo reset, konektor pre micro USB a slot pre microSD kartu. Na kartu microSD je materiál nahrávaný. [6]



obr. 2-4 Inskam 113 [6]

REMS CamScope S

Kamera nemeckej firmy Rems sa vyznačuje svojimi viacerými špeciálnymi funkciami. Je veľmi mobilná a praktická. Hlavné telo tvorí profil v tvare obdĺžnika ťahaný do tvaru v podobe „L“. Na jeho rohu je násadka pre odnímateľnú obrazovku. Kontrolná jednotka má po stranách pogumované hrany, ktoré tlmia nárazy pri páde. Rukoväť pôsobí ergonomicky a pohodlne, časť je plastová a časť gumová. Do spodnej časti rukoväte možno nasadiť batérie.

Záznam prechádza na kartu microSD, ktorý dokonca zaznamenáva aj zvuk. Odnímateľná obrazovka slúži dobre v nedostupných priestoroch, najmä pri nutnosti použitia kamery do výšky a pri nepriaznivom výhľade na prenášaný obraz. Funguje na princípe bezdrôtového pripojenia. Po odpojení možno vidieť obraz na TFT-LCD displeji. Taktiež je tu možnosť pripojiť USB kábel cez USB port nachádzajúci sa v tele obrazovky. Pri prenose dát tak nepotrebujeme celú kameru, postačí len odnímateľná obrazovka. Kábel kamery možno predĺžiť o 900 mm ďalšieho káblu. Na hlavicu taktiež možnosť pripevniť háčik, zrkadlo alebo magnet. [7]



obr. 2-5 REMS CamScope S [7]

DST PIPE CAM GL 9008

Inšpekčná kamera od spoločnosti DS Technik. Výška je 257 mm, šírka je 92 mm a hrúbka je 44 mm. Pozostáva z rovnej rukoväte a monitora pripojenom na vrchu rukoväte. Držadlo pôsobí jednoducho, až monotónne. Obrazovka pôsobí odolne, rohy má skosené, čím získava zaujímavý tvar nepravidelného osemuholníka. V spodnej časti sa nachádzajú štyri tlačidlá pre ovládanie v dostupnej vzdialenosti od rukoväte. Následne je z vrchu monitoru výstup pre kábel s kamerou. Kábel je kovový no zároveň dobre ohýbateľný, je vodotesný s dostatočnou dĺžkou jeden meter. Prevedenie kamery je celé v čiernej farbe, štyri používateľské prvky sú výraznou oranžovou farbou.

Kamera ponúka možnosť pripojenia externej obrazovky. Ako napájanie možno vložiť štyri batérie. Pre zväčšenie odolnosti je povrch pogumovaný ako na monitore, tak na rukoväti. Vďaka stupňu krytia IP67 je kábel a hlavica kamery úplne odolná voči prachu a takisto je odolná proti ponoreniu do vody do hĺbky jedného metra na dobu tridsať minút. [8]



obr. 2-6 DST PIPE CAM GL 9008 [8]

EXTECH BR250-4

Video-boroskop od americkej spoločnosti Extech. Telo kamery tvorí forma do tvaru „L“. Pre prsty sú v zadnej časti rukoväte výbežky, v prednej časti je rukoväť pogumovaná pre lepší úchop. Monitor je možné odpojiť od tela. Vďaka bezdrôtovej technológii tak môžeme sledovať scénu mimo tela kamery až do diaľky takmer desať metrov od bodu merania. Pištoľ je v tmavo-zelenej farbe a funkčné časti na nej sú vyznačené výraznou oranžovou farbou. Neladí to však s monitorom, ktorý je čierno-sivý.

Na záznam obrázkov a videa je možné vložiť microSD pamäťovú kartu. Následne vďaka USB výstupu si môžeme prehliadať zaznamenaný obsah na osobnom počítači, alebo priamo na obrazovke kamery. Hlava kamery je chránená stupňom krytia IP67. Odnímateľný monitor je možné opakovane dobíjať. [9]



obr. 2-7 EXTECH BR250-4 [9]

EXTECH BR70

Ďalší video-boroskop od spoločnosti Extech. Základ tvorí rukoväť na ktorej vrchu je monitor. Následne z vrchu monitoru je výstup pre kábel s hlavicou kamery. Rukoväť má pogumovaný povrch a drážky. Displej je chránený zospodu smerom k vrchu postupne zväčšujúcim sa plastovým krytom v tesnej blízkosti od displeja. Základnou farbou je tmavozelená doplnená oranžovými prvkami. Tlačidlá sú takisto vyznačené oranžovou farbou.

V prístupnej vzdialenosti od rukoväte sa nachádzajú štyri ovládacie prvky – napájanie, otočenie obrazu, intenzita osvetlenia LED a intenzita osvetlenia obrazovky. Z boku na ľavej strane pod obrazovkou je otvor pre štyri AA batérie. Po otvorení krytu je možná rýchla výmena. Po boku na pravej strane od obrazovky má kamera dve svetelné kontrolky; horná signalizuje napájanie a druhá indikuje nízke napätie. Hlavica kamery je krytá stupňom IP67. Na hlavicu kamery je možné pripevniť háčik, magnet a takisto aj zrkadlo. [10]



obr. 2-8 EXTECH BR70 [10]

DEWALT DCT412S1

Kamera od americkej spoločnosti DeWALT patrí medzi najlepšie a najvýkonnejšie boroskopy v súčasnosti na trhu. Telo aj monitor sú veľmi členité a ergonomické. Telo je v tvare pištole, má pevné madlo s pogumovaným povrchom a s drážkami. Zospodu rukoväte je otvor pre nabíjateľný akumulátor s plochým dnom, na ktoré možno celú kameru postaviť. Z tohto hľadiska je kamera praktická a spratná. Ďalším plusom je odnímateľný monitor s bezdrôtovou technológiou; telo kamery tak môžeme odložiť v tesných a ťažko dostupných miestach a sledovať obraz len na monitore.

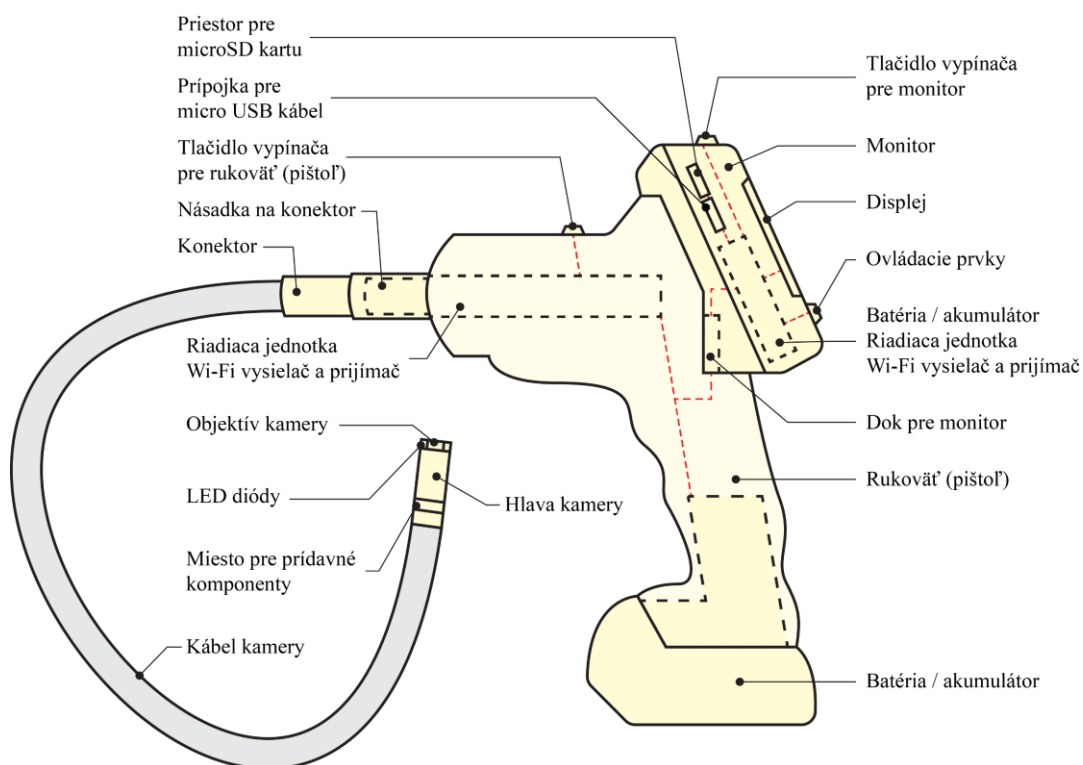
Videá a fotky sú ukladané na microSD kartu. Batériu je možné dobíjať v externej nabíjačke a zatiaľ používať tak druhú plne nabitú batériu. Pri pripojení monitoru k rukoväti je batéria monitora dobíjaná hlavnou batériou zospodu pištole. Po odpojení obrazovky sa prepne spotreba na batériu v monitore a na monitore sa indikuje stav batérie. Zo spodnej časti pištole sa nachádza ovládací prvok pre kontrolu jasu LED svetidiel a na zapnutie a vypnutie kamery. [11]



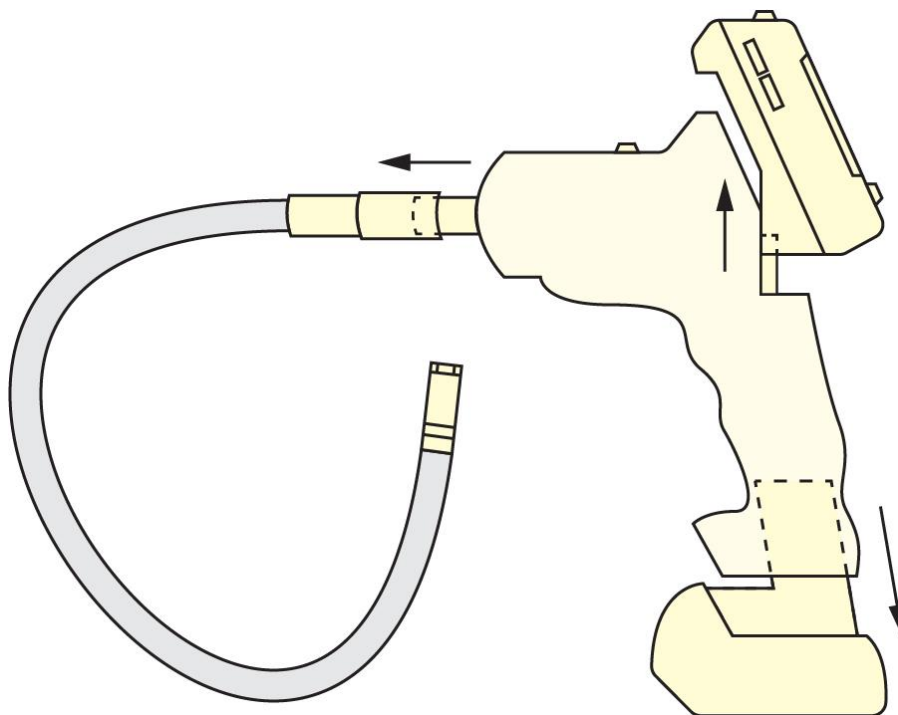
obr. 2-9 DEWALT DCT412S1 [11]

2.2 Technická analýza

2.2.1 Vnútorné usporiadanie



obr. 2-10 Vonkajšia a vnútorná schéma inšpekčnej kamery (vlastná tvorba) [11]



obr. 2-11 Odnímateľné prvky a smery odnímania (vlastná tvorba) [11]

Rukoväť (pištoľ)

Býva taktiež označovaná ako telo. Slúži ako spojovník medzi zdrojom elektrickej energie, monitorom a káblom s hlavou kamery a chráni elektrické vodiče, káble a vnútro kamery. Materiálom býva plast (ABS plast), vo forme plastových výliskov a povrch pre úchop rukou býva spravidla pre pevný úchop pogumovaný.

Zdroj elektrickej energie

Batéria aj akumulátor sú elektrochemické články a slúžia ako chemické zdroje elektrického napätia. Vzájomne prepojené sústavy elektrochemických článkov delíme na primárne (na jedno použitie) a sekundárne (opakovane nabíjateľné). Primárne články – batérie – sú stanovené na jedno vybitie a v súčasnosti sa vyskytujú v rozličných veľkostiach a s rozličnou kapacitou. Sekundárne články – akumulátory – vďaka akumulovaniu (hromadeniu) elektrickej energie opakovaným dobíjaním je možné využiť viackrát. Avšak typ akumulátora určuje počet dobíjacích cyklov.

Jednorazové sú zložením zvyčajne zinkovo-uhlíkové (Zn/Cn) batérie, zinkovo-chloridové (Zn/Cl) batérie a alkalicko-mangánové (Al/Mn) batérie. Nabíjateľné sú najčastejšie lítiovo-iónové (Li-Ion) akumulátory a iné. [12]

Častým zdrojom elektrickej energie pre inšpekčné kamery sú tužkové články veľkosti AA. Zvyčajne sa zoskupujú do blokov, tzv. batériových blokov, s počtom štyroch tužkových článkov. Jeden elektrochemický článok tvorí batériu veľkosti AA. Ich napätie, kapacita a hmotnosť sú závislé od chemického zloženia a hmotnosť takisto býva závislá od realizácie výrobcom. Proti vytečeniu elektrolytu pri úplnom vybití batérie sa pri kvalitnejšom prevedení používajú na obalenie dva plášte. Priemer batérie veľkosti AA býva v rozmedzí od 13,5 mm do 14,5 mm a výška tohto typu je 50,5 mm. [13]

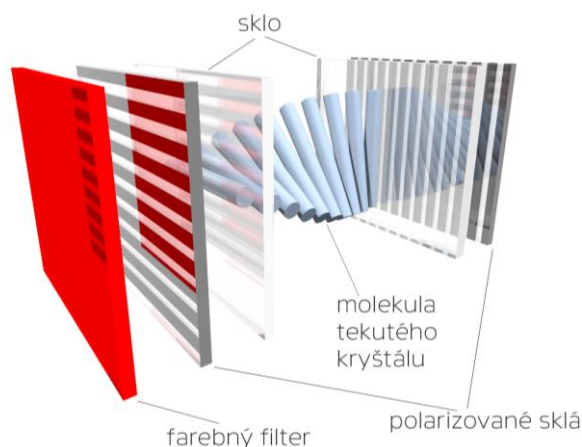
Ďalším využívaným zdrojom sú Li-Ion akumulátory. Častým typom bývajú batérie 18650, charakteristické práve svojimi rozmermi (18 x 65) mm. Využívané sú v lampášoch, laptopoch a v zariadeniach s vysokým výkonom, napríklad aj v automobiloch značky Tesla. Väčšina batérií tohto typu vydrží 300 až 500 nabíjacích cyklov, no životnosť môže byť predĺžená pravidelným nabíjaním pred úplným vyčerpaním batérie. [14]

Monitor

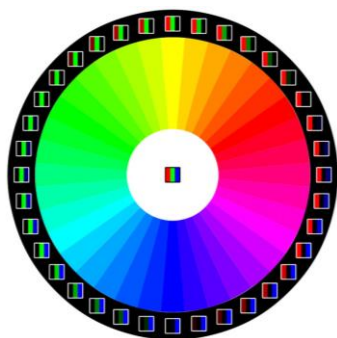
Na ovládanie kamery a používanie rôznych funkcií, ktoré kamera ponúka, slúžia najčastejšie v oblasti monitora ovládacie prvky. Majú odlišnú štruktúru povrchu a odlišný materiál, často bývajú farebne odlíšené od zvyšku tela. V priemere sa na monitore vyskytuje šesť tlačidiel pre ovládanie kamery a jedno pre zapnutie monitora. Stretáme sa aj s ovládacím prvkom vo forme vypínača pre rukoväť nachádzajúcom sa v blízkosti monitora na rukoväti. Na zaznamenanie zvuku býva v oblasti blízko obrazovky uložený mikrofón.

Prídavnú hodnotu tvorí slot pre microSD kartu, na ktorú sa zaznamenáva nahrávaný materiál, a konektor pre micro USB kábel (zriedka USB-C). Pri odnímateľných monitoroch sa v rukoväti vyskytuje dokovacia stanica pre napájanie monitora. Pri odpojení monitora od rukoväte prechádza napájanie z batérie rukoväte na napájanie z batérie zabudovanej v monitore. Dobíja sa pripojením späť do doku alebo USB káblom. [15]

Na monitore sa nachádza LCD displej. LCD (Liquid Crystal Display – displej z tekutých kryštálov) je panel zložený z tekutých kryštálov, ktoré majú schopnosť meniť svoju polohu zmenou stavu elektrického napätia, čo im umožňuje prepúšťať alebo neprepúšťať svetlo. Ako zdroj svetla, na to, aby displej dokázal nejaký obraz zobraziť, je najčastejšie v súčasnosti využívaná LED technológia. Princíp fungovania LCD vychádza z usporiadania vrstiev. Tú základnú vrstvu tvoria tekuté kryštály a nachádza sa medzi dvomi vrstvami polarizovaného skla. Posledná vrstva najďalej umiestnená od pozorovateľa je pokrytá metal oxidom, ktorý preberá funkciu elektródy. Na základe princípu polarizácie sú na LCD zobrazované scény, tekuté kryštály menia svoje molekulárne usporiadanie pôsobením napätia a vďaka tomu dokáže svetlo cez ne prechádzať. Keď je zobrazovaná biela farba, kryštály svetlo prepúšťajú, pri zobrazovaní čiernej farby kryštály svetlo zahaľujú. Pri iných odtieňoch alebo konkrétnejších farbách prepúšťajú svetlo čiastočne. Farby sú tvorené na displeji vďaka RGB spektru, konkrétnejšie pomocou menších subpixlov – červeného, zeleného a modrého. [16]



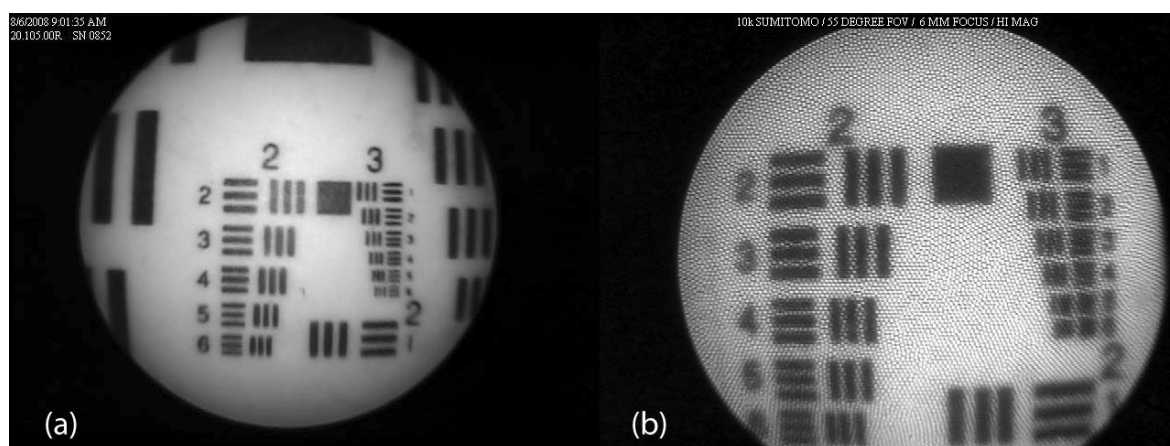
obr. 2-12 Usporiadanie vrstiev a znázornenie tekutých kryštálov v LCD [16]



obr. 2-13 Diagram s miešaním farieb subpixlami [16]

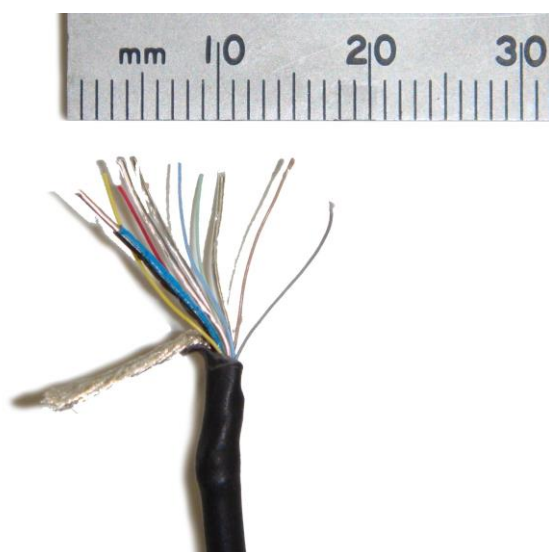
Kábel kamery

Typy káblov boroskopov sú tri a delia sa na pevný (neohybný), polotvrdý a flexibilný (ohybný). Pevný boroskop možno prirovnať k jednoduchej tenkej trubici, ktorá na svojom konci zachytáva obraz objektívom. Polotvrdý boroskop kombinuje vlastnosti neohybného a ohybného boroskopu. Jeho trubica je článkovaná a vnútri sa nachádza obrazové vlákno na prenos obrazu. Častý je aj ohybný boroskop pre svoju flexibilnú vlastnosť. Taktiež zachytáva scénu objektívom a prenáša ju obrazovým vláknom k pozorovateľovi. Obraz je následne zobrazený na displeji. Kvalita obrazu pri pevnom boroskope je vyššia a lepšia v porovnaní s kvalitou obrazu pri flexibilnom boroskope. [17] Na odľahčenie krútiaceho napätia v oblasti napojenia kábla na rukoväť býva častým prídavkom vystuženie. V tomto mieste sa dá rovnako kábel pri väčšine kamier vytiahnuť z tela. Pre prenos obrazu sa využíva cinch, SMA, S-video alebo aj mini-DIN konektor, no na trhu sú v súčasnosti aj iné druhy.



obr. 2-14 Porovnanie obrazu vyhotoveného (a) pevným a (b) flexibilným boroskopom [18]

Vnútro kábla je tvorené rôznymi druhmi elektrických vodičov a drôtov. Pod ochrannou izoláciou má každý vodič v priemere len 0,1 mm.



obr. 2-15 Detailný pohľad na elektrické vodiče vo vnútri kábla kamery [19]

Hlava kamery

Na začiatku hlavy sa pod krytom nachádzajú na rovnakej úrovni LED žiarovky a šošovky kamery. LED osvetlenie je možno regulovať a najčastejšie sú k dispozícii štyri stupne intenzity osvetlenia – žiadne, jemné, stredné a najvyššie osvetlenie. Samotný obrazový snímač potrebuje istú formu obrazového procesora na spracovanie obrazu prechádzajúceho cez šošovky. Procesor následne údaje skenuje a prenáša ich v digitálnej podobe do monitora. Scéna sa tak vyobrazí na obrazovke. [20] Všetky komponenty a súčasti hlavy kamery sú skryté pod pevným telom, ktoré sa následne napája na kábel. Väčšina hláv kamier sú pevné a nepohyblivé, no v menšom počte sa na trhu vyskytujú aj pohyblivé kamery do rôznych smerov, ktoré je možné ovládať joystickom.



obr. 2-16 Zložená a rozložená hlava kamery, detail procesoru [20]



obr. 2-17 Rozloženie šošoviek v hlave kamery [21]

Magnet na zachytenie kovových predmetov, háčik na zachytenie rôznych predmetov a zrkadlo pre 90° inšpekciu sú častými prídavnými komponentmi. Je možné ich pripevniť na hlavu kamery na miesto pre ne určené.



obr. 2-18 Komponenty magnet, háčik a zrkadlo pripevnené na hlave kamery [21]

2.2.2 Zhrnutie technických parametrov

tab. 2-1 Zhrnutie technických parametrov, 1.časť

Produkt	Napätie akumulátora	Veľkosť displeja	Rozlíšenie displeja	Dĺžka kábla
BOSCH Universal Inspect	6 V	2,31 "	(320 x 240) px	95 cm
Bosch GIC 120 C Professional	12 V	3,5 "	(320 x 240) px	120 cm
Inskam 113	3,7 V	4,3 "	(1920 x 1080) px	1000 cm
REMS CamScope S	6 V	3,5 "	(320 x 240) px	100 cm
DST PIPE CAM GL 9008	6 V	2,31 "	(640 x 480) px	98 cm
Extech BR250-4	6 V	3,5 "	(320 x 240) px	100 cm
Extech BR70	6 V	2,4 "	(480 x 234) px	100 cm
DeWalt DCT412S1	12 V	3,5 "	(320 x 480) dpi	91 cm

tab. 2-2 Zhrnutie technických parametrov, 2.časť

Produkt	Priemer hlavice kamery	Počet fáz približenia	Počet stupňov LED osvetlenia	Hmotnosť	Cena
BOSCH Universal Inspect	8 mm	3	3	0,39 kg	82 €
Bosch GIC 120 C Professional	8,5 mm	2 (1,5x; 2x)	3	0,64 kg	289 €
Inskam 113	8 mm	N/A	N/A	N/A	100 €
REMS CamScope S	16; 9; 4,5 mm	3	N/A	0,24 kg	480 €
DST PIPE CAM GL 9008	9 mm	N/A	N/A	0,407 kg	120 €
Extech BR250-4	9 mm	N/A	N/A	0,59 kg	270 €
Extech BR70	17 mm	N/A	N/A	0,284 kg	105 €
DeWalt DCT412S1	5,8 mm	3	N/A	N/A	364 €

3 ANALÝZA PROBLÉMU A CIEĽ PRÁCE

3.1 Analýza problému

Inšpekčných kamier je na súčasnom trhu niekoľko druhov a typov, od špecializovaných výrobcov, ale aj od výrobcov všestranných a nediferencovaných. Odlišujú sa technickými parametrami, tvarovaním, ergonómiou, veľkosťou a aj použitými materiálmi. Ovládanie a možnosti, ktoré kamery ponúkajú, sú v súčasnosti už na dobrej úrovni a v tejto oblasti nie je potrebné robiť razantné zmeny a vylepšenia. Takisto technické vybavenie je postačujúce, v tejto sfére je adekvátne ponechať terajší fungujúci stav a vybrať z neho vhodné a primerané parametre. V čom však treba zdokonaľiť inšpekčné kamery je zabezpečiť ich plynulé a bezpečné používanie aj v nevyhovujúcom a nepohodlnom prostredí. Tvarovanie a ergonómiu treba prispôbiť na také podmienky, aby prístroje boli manipulovania schopné a rovnako aj odolné i v komplikovanom teréne.

3.2 Možný trh a cena

Cenová škála začína zhruba od (70 až 80) €, sú to predovšetkým kamery od nešpecializovaných výrobcov, a preto sú menej kvalitné. Kvalitné a výkonné kamery na súčasnom trhu dosahujú cenovú úroveň vo výške 700 €, no v malom počte tie prvotriedne kamery prekračujú hranicu 2000 €.

3.3 Cieľová skupina

Inšpekčné kamery sú najčastejšie využívané inštalatérmi, elektrikármi, opravármi a mechanikmi v automobilovom či leteckom odbore, ale aj domácimi majstrami. Veková kategória cieľovej skupiny sa pohybuje od mladšej po stredne starú generáciu.

3.4 Cieľ práce

Hlavným cieľom je navrhnuť odolnú inšpekčnú kameru vhodnú aj do nepriaznivých podmienok pre prácu. Na základe analýzy je možné stanoviť ďalšie čiastkové ciele, a to sú nasledovné:

- rozložením ovládacích prvkov zaistiť možnosť intuitívneho ovládania, zredukovať ovládacie prvky, podobné ovládacie prvky jednotiť do jedného
- zvolenie univerzálneho priemeru hlavice kamery vhodné pre inšpekciu rôznych priestorov
- možnosť sledovania daného objektu rôznymi spôsobmi – držanie kamery, polozenie kamery, držanie monitoru, polozenie monitoru
- pohodlné držanie, ergonomický úchop
- vizuálne zjednotenie celku inšpekčnej kamery
- odolnosť voči vode a prachu
- hardvér rozšíriť o microSD slot, USB-C konektor

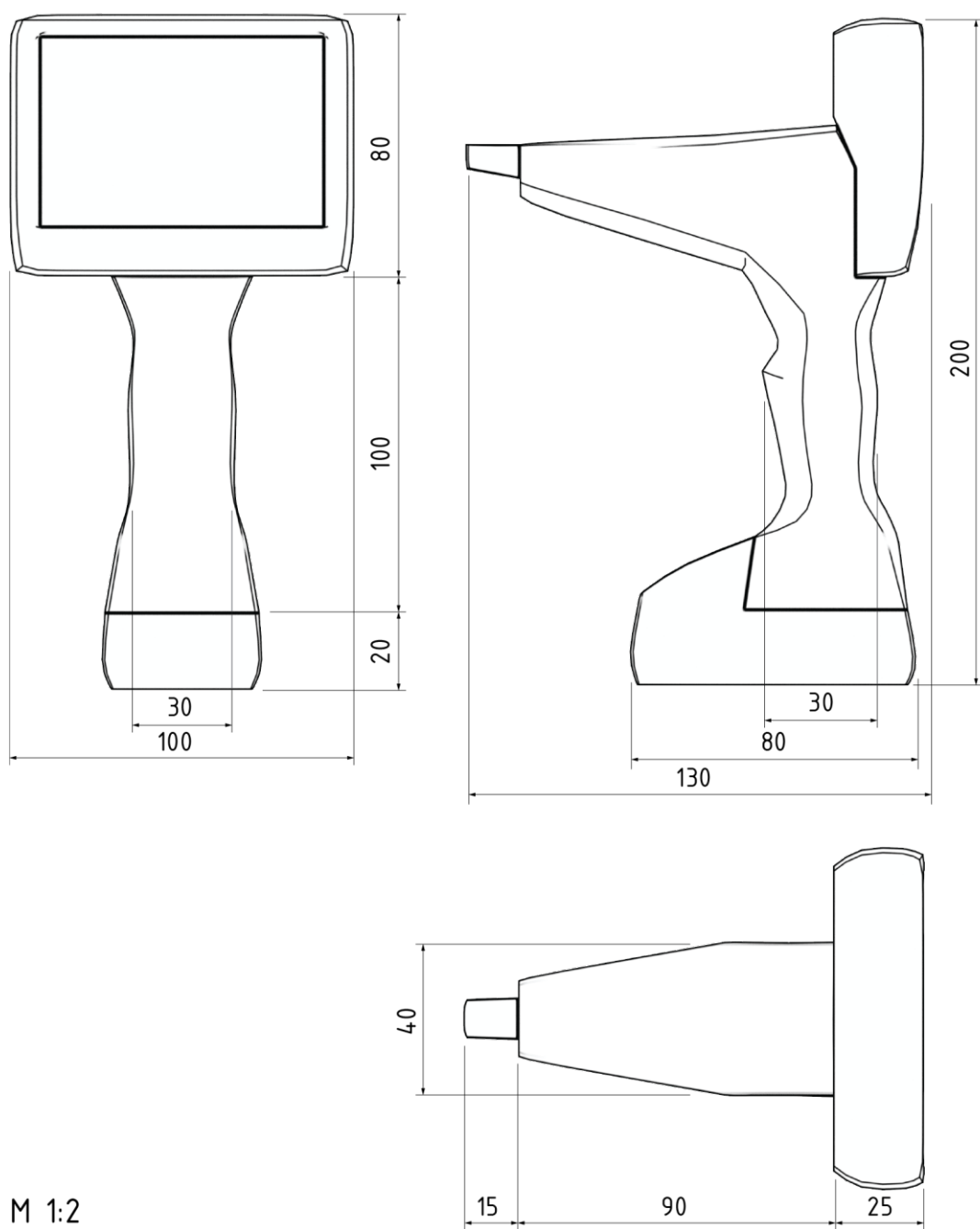
4 VARIANTNÉ ŠTÚDIE DESIGNU

4.1 Varianta I

Prvou variantou je kamera s rukoväťou v tvare pištole. Zospodu sa nachádza akumulátor, na ktorom je celá kamera schopná stáť. Vrchná plocha akumulátora je skosená a plynulo prechádza zozadu do rukoväte. Rovnako sa plocha napája aj spredu a po bokoch, no skosenie je pod menším uhlom. Madlo je tvarované a organickejšie, pre ergonomický úchop je v dolnej a hornej časti vytvorená mierna priehlbina, ktorá sa môže javiť ako pohodlná pre palec zvrchu a malíček zospodu. Rukoväť plynulo prechádza do časti s monitorom a do časti s výstupom pre kábel s kamerou. Časť s výstupom pre kábel je skosená podobným spôsobom ako protiľahlá hrana na akumulátore a smeruje do špičky, ktorá má useknutý hrot. Monitor je odnímateľný a napájaný cez dok.



obr. 4-1 Varianta č. I – perspektívny pohľad

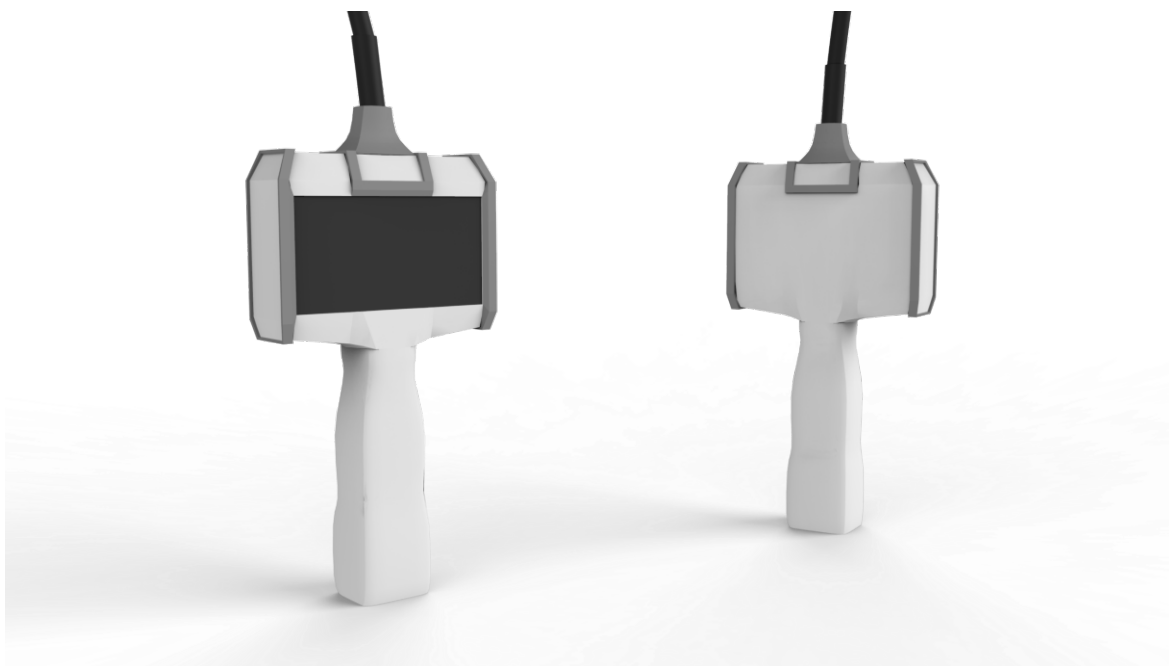


M 1:2

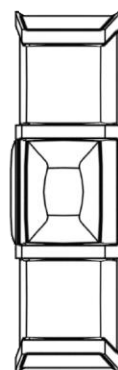
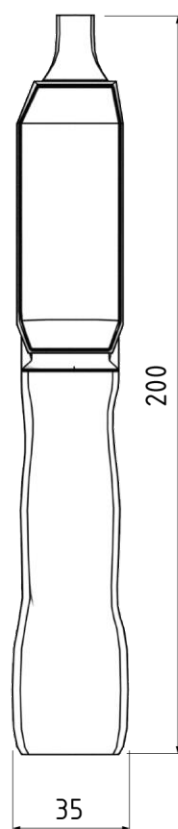
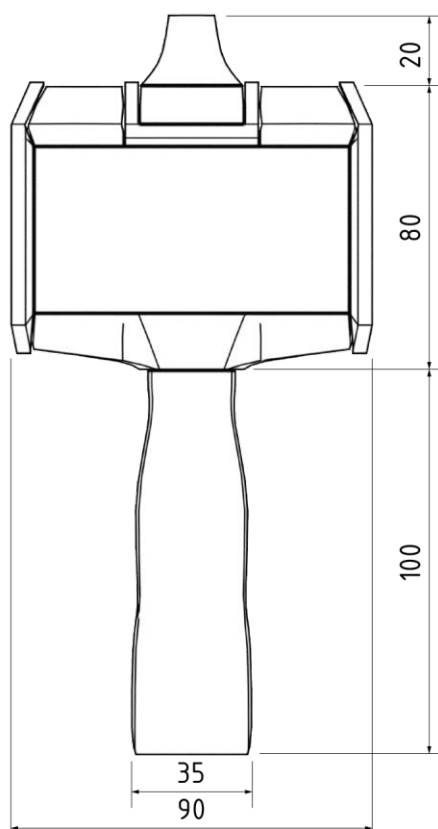
obr. 4-2 Varianta č. I – rozmerové riešenie

4.2 Varianta II

Druhá varianta je typovo odlišná v zmysle držania. Zospodu je nenápadný kryt pre zdroj elektrickej energie. Akumulátor sa zasúva pod madlo, ktoré je mierne organicky tvarované. Prierezom je obdĺžnik s malým rozdielom strán a so zaoblenými rohmi. Ten sa postupne zužuje smerom nahor. Naň sa napája monitor. Po stranách je monitor vystužený a pogumovaný, a tým pádom nárazuvzdorný. Ovládacie prvky sa nachádzajú pod obrazovkou, v dostupnej vzdialenosti na ovládanie pomocou palca. Celý monitor je do tvaru kvádra, ktorý má rohy mierne skosené a spodná hrana sa mierne zbíha do rukoväte. Z vrchnej časti zo stredu monitora vychádza vystužujúca časť pre kábel kamery a na ňu je následne napojený kábel.



obr. 4-3 Varianta č. II – perspektívny pohľad

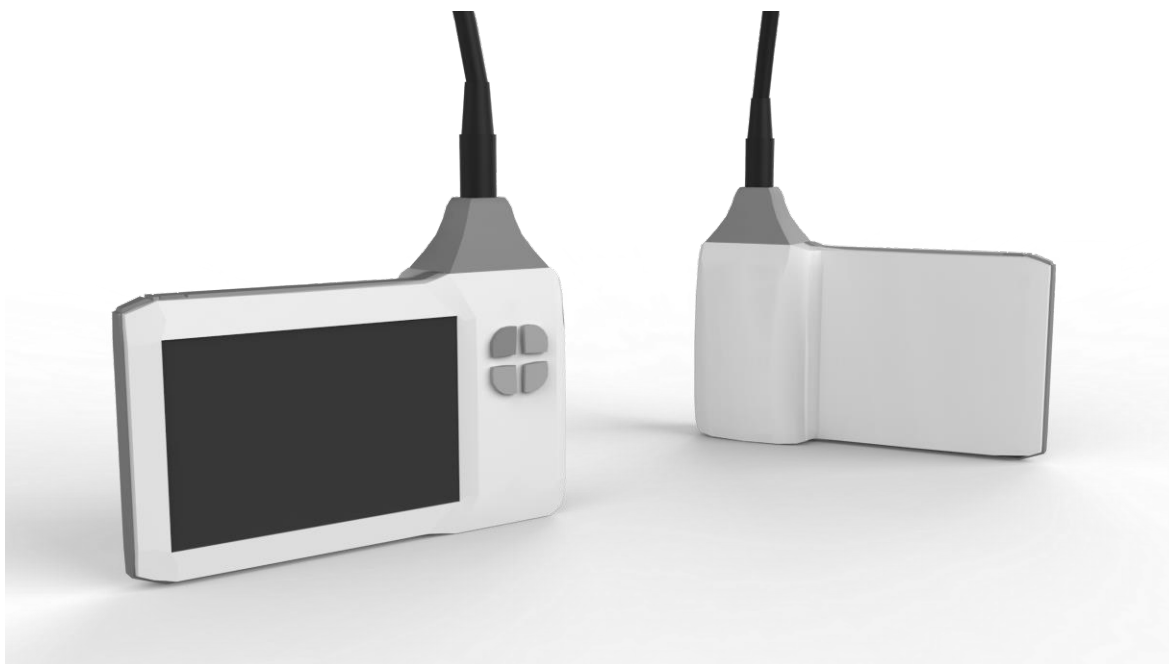


M 1:2

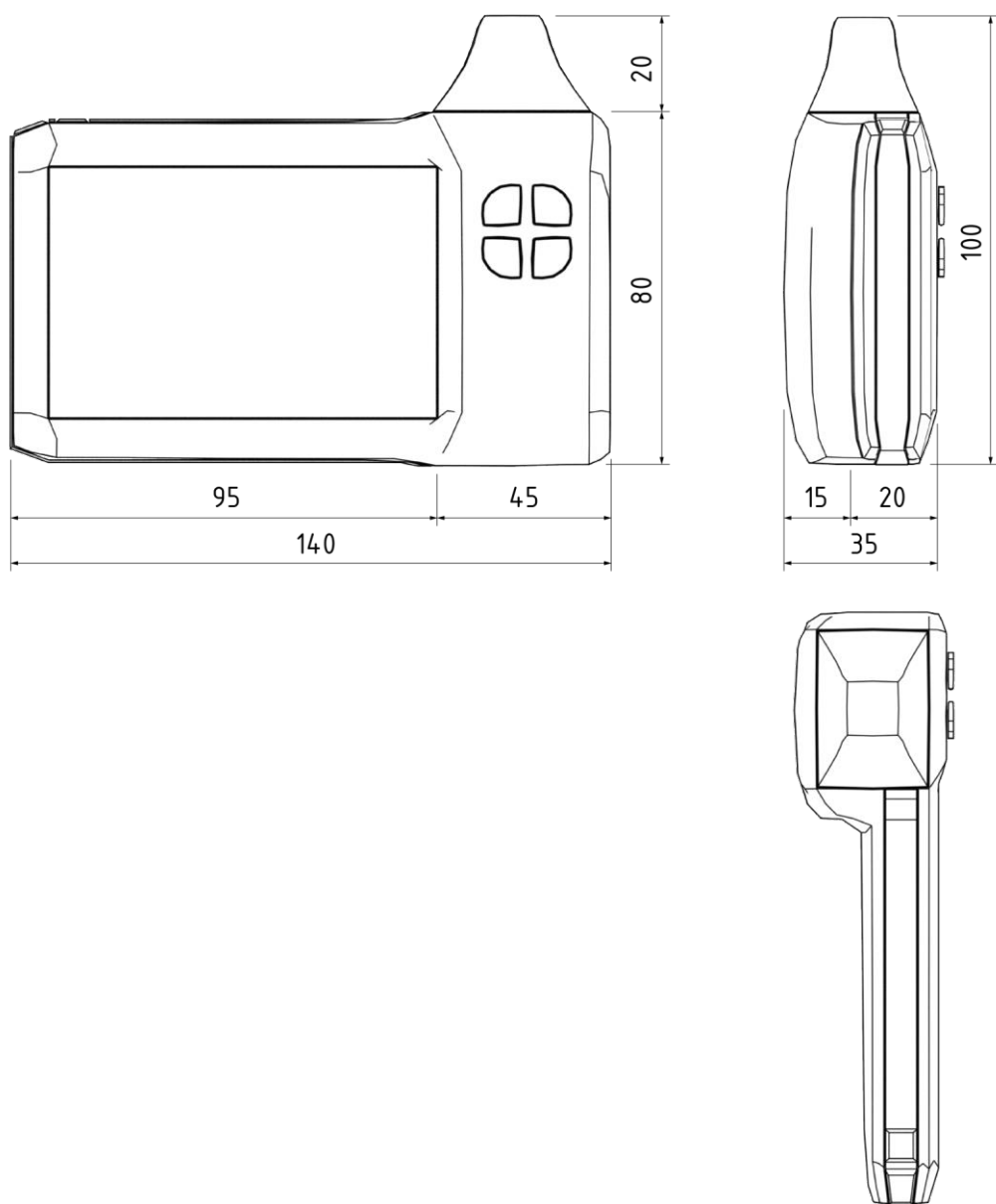
obr. 4-4 Varianta č. II – rozmerové riešenie

4.3 Varianta III

Tretia varianta je rovnako typovo odlišná od prvých dvoch. Tvarovaním a usporiadaním pripomína mobilný telefón. V zadnej časti v pravej polovici sa nachádza priestor pre zdroj elektrickej energie. Akumulátor sa nasúva zospodu. Celý kryt je mierne vyšší a hrubší ako zvyšok tela. Vďaka zaobleným hranám a pozícii tohto prvku dokážeme celé telo kamery zaň držať a tlačidlá ovládať pomocou palca. Ovládacie prvky sa nachádzajú jednak na pravej strane v počte štyroch, rovnako tak na ľavom hornom rohu v počte dvoch. Po obvode tela kamery sa nachádza gumový pásik pre zväčšenie odolnosti voči pádu. Obvodové hrany sú ľahko skosené. Zvrchu napravo nad ovládacími prvkami je vystužený výstup pre kábel kamery.



obr. 4-5 Varianta č. III – perspektívny pohľad



M 1:2

obr. 4-6 Varianta č. III – rozmerové riešenie

5 TVAROVÉ RIEŠENIE

Finálne tvarové riešenie vychádza z prvej a druhej varianty. Vzniklo prienikom tvarových a ergonomických vlastností z oboch variant. Svojim tvarom finálne riešenie pripomína tvar klasických meracích prístrojov a zariadení tohto typu. Aby bolo zrejmé, že sa tiež jedná o merací prístroj, rozhodol som sa príliš netvarovať kameru typovo do varianty I, kam sa už zaraďuje ručné elektrické náradie ako skrutkovač, vŕtačka a podobne.



obr. 5-1 Finálne tvarové riešenie – perspektívny pohľad

Finálne tvarové riešenie má ako základný prvok rukoväť, ktorá má v zadnej časti výraznejšie zaoblenú hranu určenú pre dlaň. Zadná hrana zospodu až po vrchol, ktorú možno pozorovať v bočnom pohľade, je celá skosená pod rovnakým uhlom a vytvára zadnú plochu, ktorá slúži ako odkladacia plocha celej kamery. Predná hrana rukoväte kopíruje tvar dlane. V spodnej časti sa nachádza akumulátor, ktorého hrany nadväzujú na rukoväť a tým nenarúšajú celkový tvar rukoväte. Vo vrchnej časti vychádza horná hrana kolmo na skosenú zadnú hranu a vytvára tak plochu pre umiestnenie konektora pre kábel. Tým pádom konektor smeruje rovnobežne so skosenou hranou a nenarúša odkladaciu plochu. Táto hrana plynulo prechádza do hrany rovnobežnej s podložkou a tak vzniká rovná plocha pre ovládací prvok. Výrez pre odnímateľný monitor je skosený pod uhlom tak, aby bol pohľad na obrazovku kolmý, spodná hrana monitora plynie rovnobežne s podložkou.



obr. 5-2 Finálne tvarové riešenie – bočný pohľad

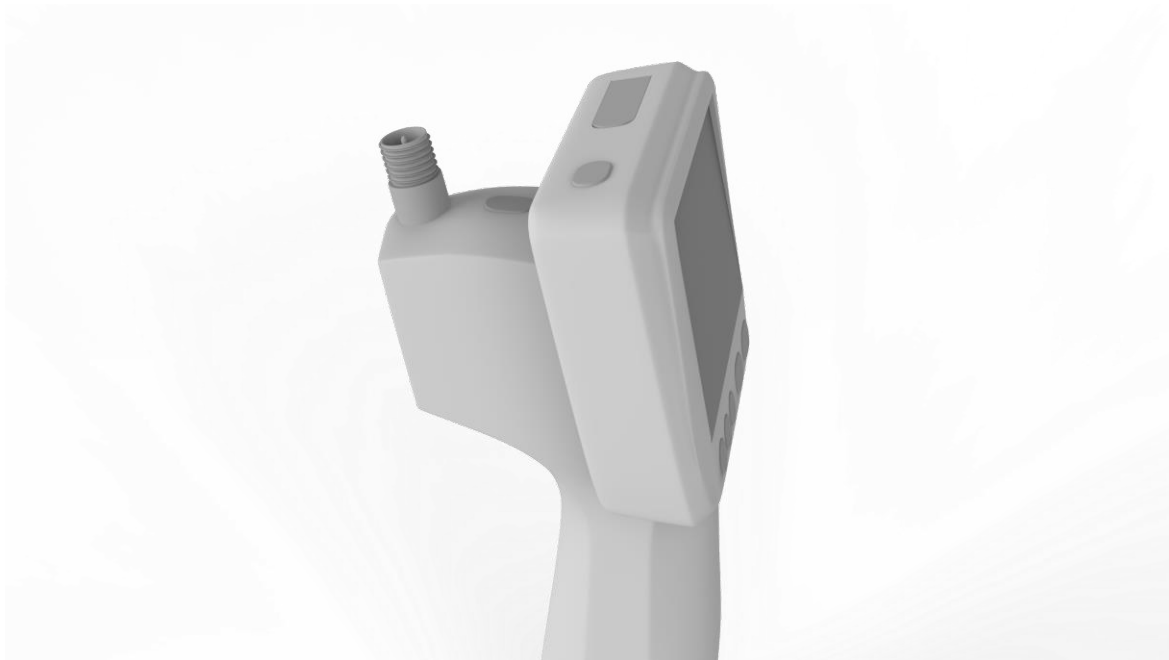


obr. 5-3 Finálne tvarové riešenie – čelný pohľad

Výrazná je taktiež plocha, ktorú najlepšie možno pozorovať v bočnom pohľade a ktorá vznikla ako stredný pás tiahnuci sa zhruba od polovice akumulátora, cez rukoväť až k hornej skosenej hrane. A teda celá plocha z boku, ktorá zakrýva priestor za monitorom na rukoväti je jedna rovina. Následne rádiusom nadväzuje na vrchné plochy a aj na plochy spodné určené pre úchop rukou.

Tvar monitoru vychádza z kvádra. Dve bočné spodné hrany sú viac zaoblené ako hrany vrchné nachádzajúce sa nad nimi.

Kameru možno ovládať ovládacími prvkami z prednej časti na monitore, ďalšie dva prvky sú jeden z vrchu na monitore a druhý už spomínaný za monitorom na rukoväti. Rukoväť, resp. kamera, sa zapína ovládacím prvkom na rukoväti. Monitor sa zapína samostatne a to ovládacím prvkom na vrchu monitora. Užívateľské prostredie a funkcie kamery sa ovládajú pomocou piatich ovládacích prvkov na čelnej strane monitora.



obr. 5-4 Finálne tvarové riešenie – kompletne ovládacie prvky kamery

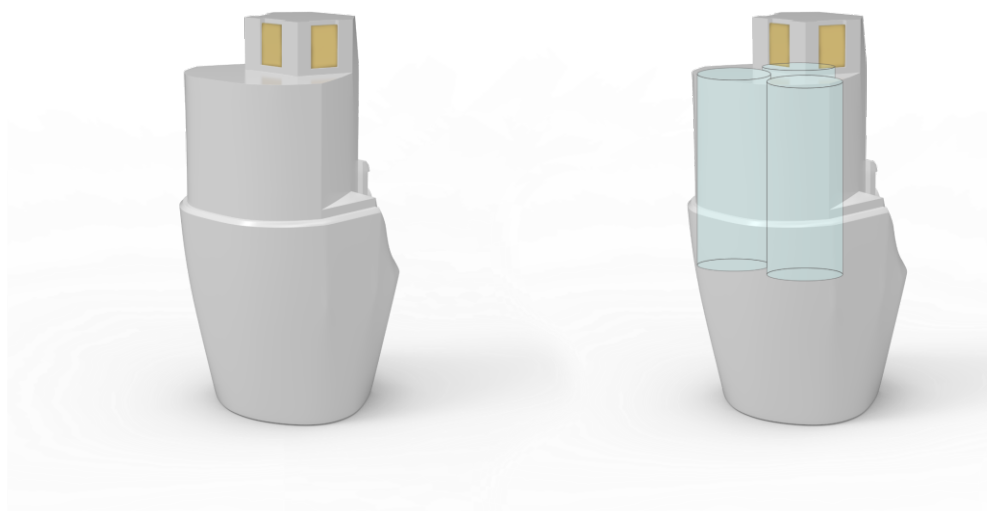
6 KONŠTRUKČNE TECHNOLOGICKÉ A ERGONOMICKÉ RIEŠENIE

6.1 Popis jednotlivých častí

6.1.1 Akumulátor

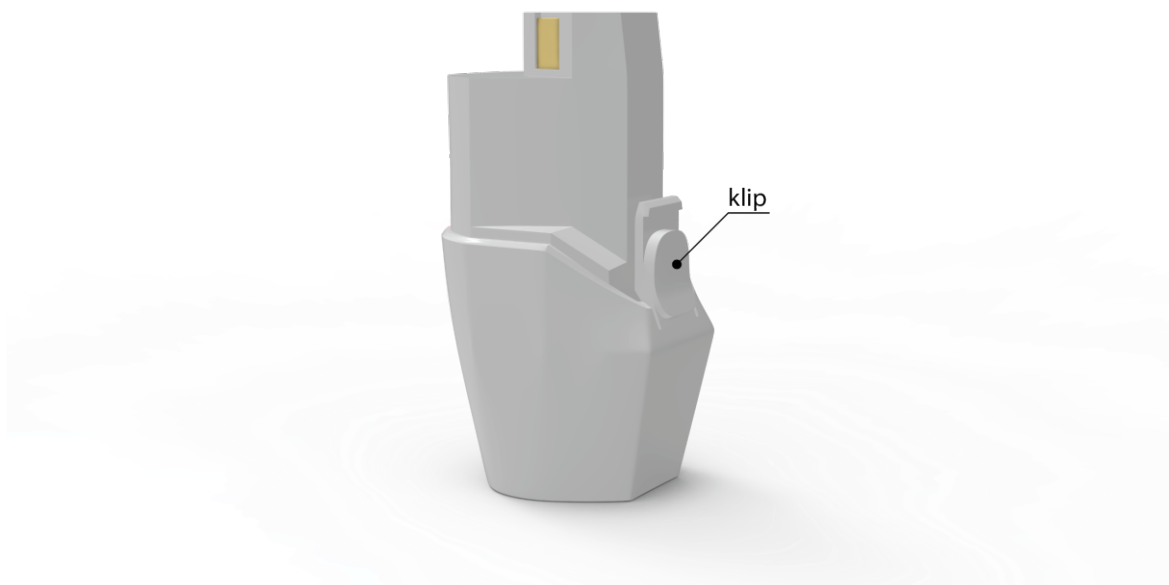
Lítiovo-iónový akumulátor je navrhnutý tak, že disponuje priestorom pre tri valcové nabíjateľné li-iónové batérie typu 18650, ktoré sú poskladané do jedného bloku. Voľba tohto typu batérie bola z viacerých dôvodov, jednak kvôli prijateľnému pomeru ceny k výkonu, jednak kvôli vysokej životnosti a možnosti opätovného dobíjania batérií – k dispozícii je niekoľko dobíjacích cyklov, až do 600 cyklov nabíjania, no záleží od výrobcu a typu batérie – jednak kvôli napredujúcej technológii, ktorá v dnešnej dobe zabezpečuje kvalitnejšie a bezpečnejšie batérie.

Tvar akumulátora je navrhnutý tak, aby sa do rukoväte zasúval zdola vždy len jedným možným spôsobom a teda akumulátor nemožno nesprávne umiestniť do tela kamery. Navrchu vyčnievajúci šesťuholník má v sebe zabudované tri kontakty slúžiace na prenos elektriny z akumulátora do celej kamery.



obr. 6-1 Akumulátor – uloženie batérií do bloku

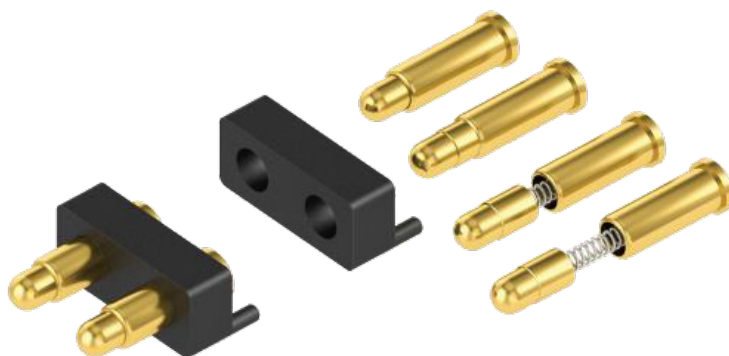
Pre vyberanie akumulátora za účelom dobíjania sa nachádza v zadnej časti jeden klip, ktorého koncová časť presne zapadá do vybraného priestoru v rukoväti určeného na zaistenie akumulátora a slúži teda ako tvarový spoj. Klip má rozmery (22 x 14,5) mm.



obr. 6-2 Akumulátor – klip

6.1.2 Monitor

Tvar monitora vychádza z kvádra, rozmery tohto kvádra ako základného telesa sú (92 x 85 x 29) mm. Monitor je samostatná jednotka, je odnímateľný a dokovaný. Prostredníctvom doku čerpá elektrickú energiu z akumulátora. Dok tvorí 6 Pogo Pinov, ktoré majú v sebe zabudovanú pružinku, ktorá stláča piny, akonáhle sa obrazovka zasúva do doku. [22] Hlavička každého pinu je zaoblená a tým sa zabezpečí kontakt medzi monitorom a rukoväťou. Po odpojení monitora z rukoväte prechádza napájanie monitora na druhý akumulátor uložený v monitore.



obr. 6-3 Štandardný Pogo Pin konektor [22]

Pre uzamknutie monitora do dokovacej stanice slúži nad pinmi gulička, ktorá má v sebe tiež pružinku. Gulička na rukoväti pri vložení monitora do dokovej stanice zapadne do diery v monitore. Pri vkladaní monitora do dokovej stanice je prvá rožná hrana zaoblená viac z toho dôvodu, aby vkladanie prebiehalo hladko a aby sa piny nezasekávali o hranu.



obr. 6-4 Monitor – detail Pogo Pin konektorov a uzamykacieho mechanizmu

Nabíjať monitor je možné aj druhým spôsobom a to prostredníctvom USB kábla typu C. Takto je aj možné prepojiť monitor s počítačom a prezerat' si nahratý materiál na ňom. Na rovnakom mieste sa nachádza slot pre microSD kartu, na ktorú je zaznamenávaný všetok nahratý materiál. Značka nad slotom znázorňuje, aký typ karty je možné do slotu vložiť a značka vedľa vyznačuje smer zasúvania karty. Konektor aj so slotom sa nachádzajú na vrchnej ploche monitora pod gumovým krytom. Rozmery tohto krytu sú (30 x 10) mm. tvar krytu vychádza z obdĺžnika, ktorý má zaoblené rohy na jednej z kratších hrán a táto strana je taktiež usporiadaná na otváranie pomocou prstu. Pre necht je v tejto časti vybraný materiál. Z opačnej, vnútornej strany, zo strany konektora a slotu je ako tesnenie vložený inverzný tvar USB-C konektora práve v mieste konektora, ktorý slúži ako tesnenie.

Monitor prijíma obraz vyhotovený kamerou prostredníctvom Wi-Fi prijímača a vysielača, ktorý je jednak zabudovaný v monitore a jednak v rukoväti pod vystupujúcim konektorom pre kábel. Obraz je prenášaný s frekvenciou 2,4 GHz a pracovník má možnosť vzdialiť sa s monitorom od kamery až do 15 metrov. Monitor je možné prepojiť aj s počítačom alebo iným zariadením, ktorý disponuje Wi-Fi a prezerat' tak vyhotovený obraz na tomto zariadení.



obr. 6-5 Monitor – detail slotu pre microSD kartu a konektor pre USB-C

LCD displej na monitore je 3,5", jeho rozmery sú (71 x 53) mm a jeho rozlíšenie je (640 x 480) px. Rohy sú mierne zaoblené. Nad displejom sa nachádza menšia vysunutá plocha do tvaru otočeného U, ktorá slúži ako strieška. Čiastočne chráni displej pred poškriabaním a pádom a pomáha pri clonení.

Rozmerovo sú použité dva typy ovládacích prvkov. Tlačidlá *s kruhom*, *mode*, *handset on/off* a *monitor on/off* vychádzajú z obdĺžnika so zaoblenými rohmi, rozmer je (12 x 8) mm. Tlačidlá *so šípkou*, *žiarovkou* a *lupou* sú kruhové, ich priemer je 8 mm.



obr. 6-6 Monitor – ovládacie prvky

6.1.3 Konektor kábla a kábel

Kábel je typovo tzv. semi-rigid, čo v preklade znamená polo ohybný. Výhodou je, že dokáže ostať vo zvolenej polohe, je teda tvarovateľný a má široké uplatnenie, čo sa týka využiteľnosti v rôznych priestoroch. Rozmerovo má kábel 1,5 m na dĺžku a jeho priemer je 6 mm.

Na vrchnej ploche rukoväte sa nachádza výstup pre konektor kábla s kamerou. Aby sa vyhotovený obraz mohol prenášať na displej, slúži v tomto mieste ako prenášač obrazu SMA konektor. Ten následne vyúsťuje do už spomínaného Wi-Fi prijímača a vysielača. Obraz sa z tohto miesta prenáša a premieta na displeji. Na konektore zo strany rukoväte je závit (obr. 6-5), ktorý slúži na priskrutkovanie opačného konektoru s káblom. Ten má v sebe posuvnú maticu a preto netreba pri skrutkovaní točiť celým káblom, ale len s touto maticou. Vzorkovanie na tejto matici slúži ako podpora pre prsty pri skrutkovaní konektora. Navyše je pod vzorkovaním umiestnená značka vyznačujúca smery skrutkovania. Celý konektor zo strany rukoväte a zo strany kábla bez samotného kábla má rozmer 44,5 mm na výšku a jeho priemer je 13 mm.



obr. 6-7 Konektor kábla – detail

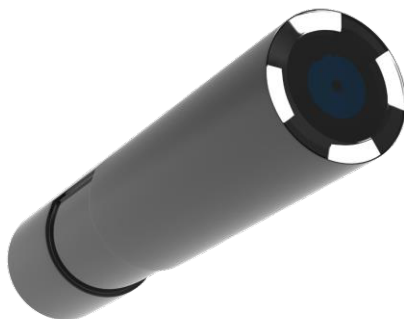
Pri zapojenom kábli s kamerou sa napájanie kamery ovláda tlačidlom *handset on/off*. Zelené LED podsvietenie tohto tlačidla signalizuje, či je kamera zapnutá. Pri vypnutí kamery podsvietenie zhasne.



obr. 6-8 Podsvietenie tlačidla *handset on/off*

6.1.4 Hlava kamery

Tvar hlavy kamery vychádza z valca s rozmermi 40 mm na dĺžku a priemerom 9 mm. Rozmery kamery sú volené tak, aby bola kamera vhodná pre širokú škálu pozorovaných objektov. Na jej konci sa nachádza pod odolným skleneným krytom šošovka spolu so 4 LED svietidlami s nastaviteľnou intenzitou jasu. Je to vhodné najmä z dôvodu rôznych materiálov a povrchov pozorovaných objektov. V rôznych prípadoch môže nastávať nežiadúce odrážanie svetla do šošovky a preto sa javí nastavenie jasu podľa vlastnej potreby ako užitočná funkcia.



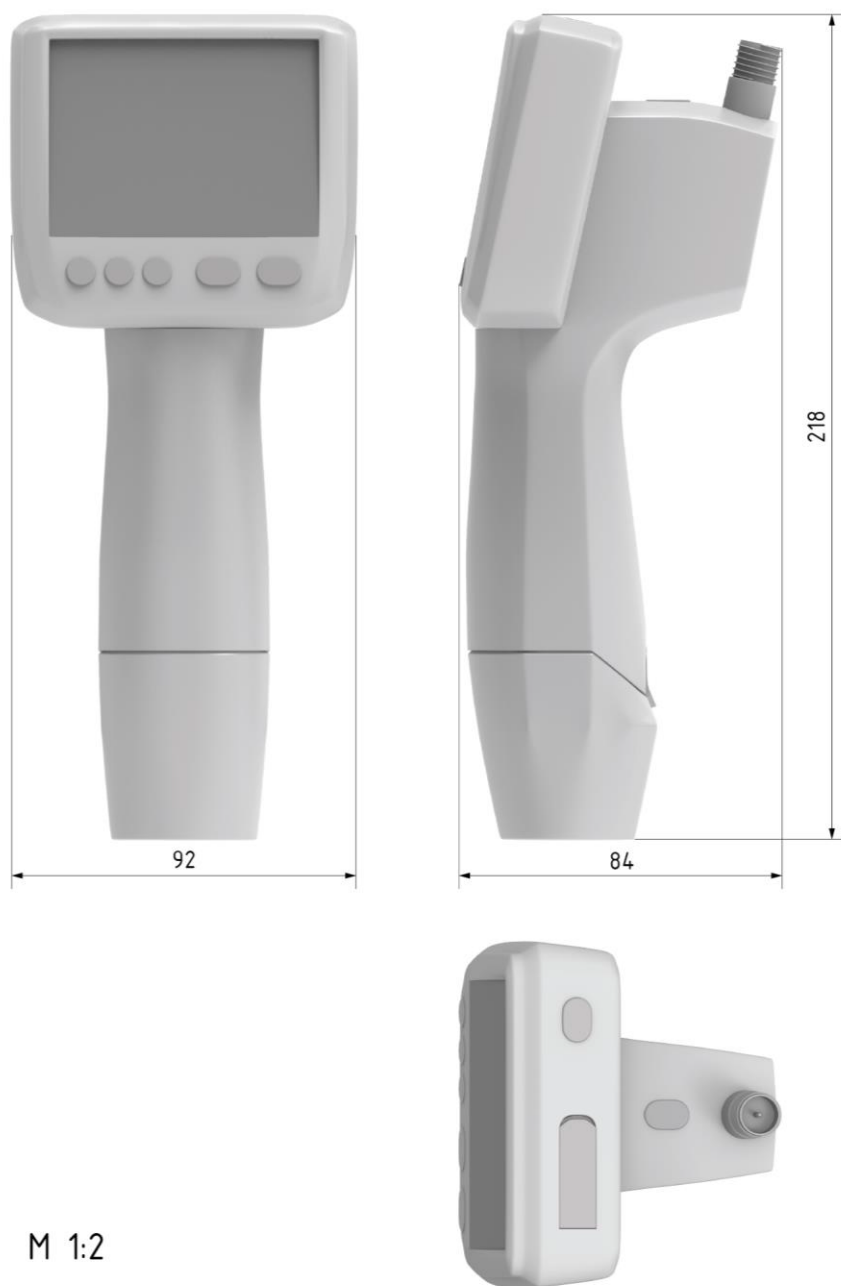
obr. 6-9 Hlava kamery – detail LED osvetlenia a šošovky

Opačný koniec hlavy kamery je mierne skosený tak, aby nadväzoval na napájajúci sa kábel. Celé telo hlavy kamery skrýva obrazový procesor. Za polovicou od vrchu hlavy kamery slúži vybratý priestor pre nasadenie prídavných komponentov – magnet, háčik, zrkadlo. Tento priestor je široký 8 mm a je zapustený do hlavy 1 mm. Výrez nie je po celom obvode hlavy kamery, aby ostali prídavné komponenty fixované, a preto je prevedený len v $292,5^\circ$ uhle.

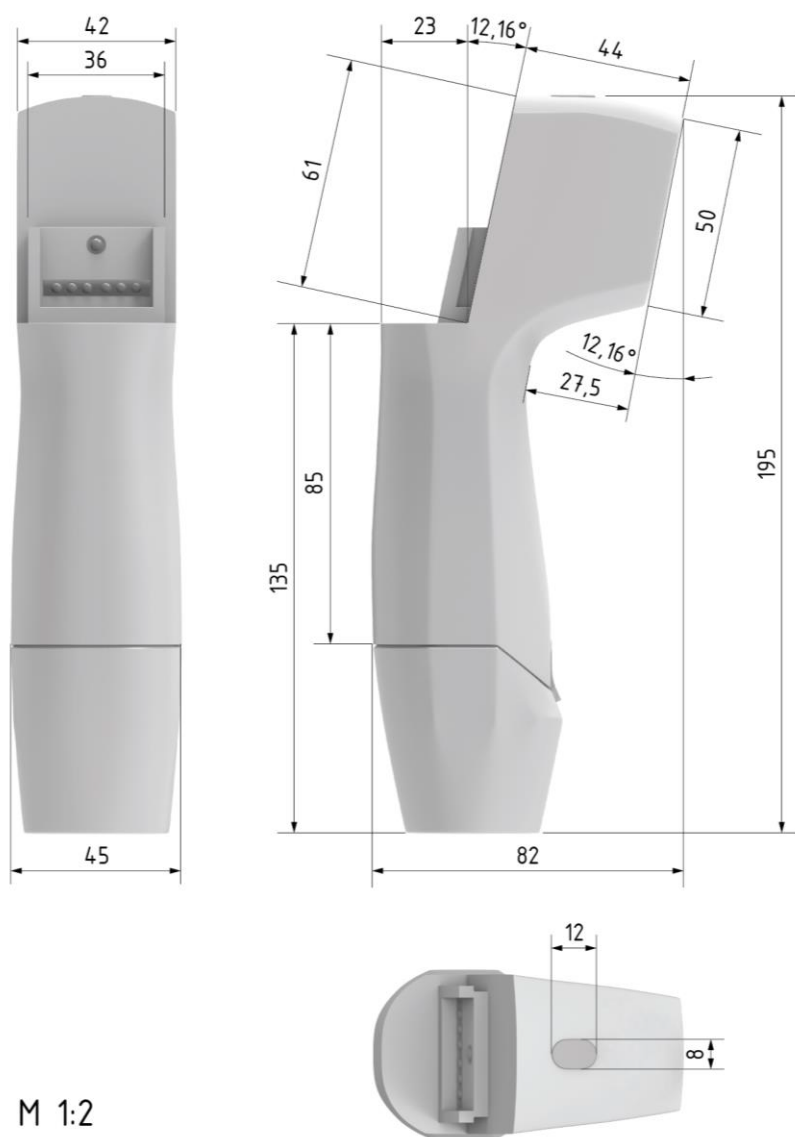


obr. 6-10 Hlava kamery – detail zapustenia a skosenia

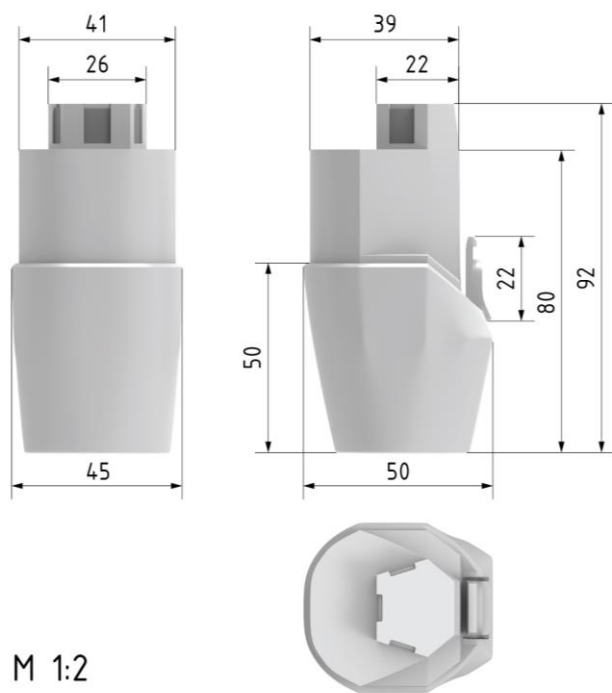
6.2 Rozmerové riešenie



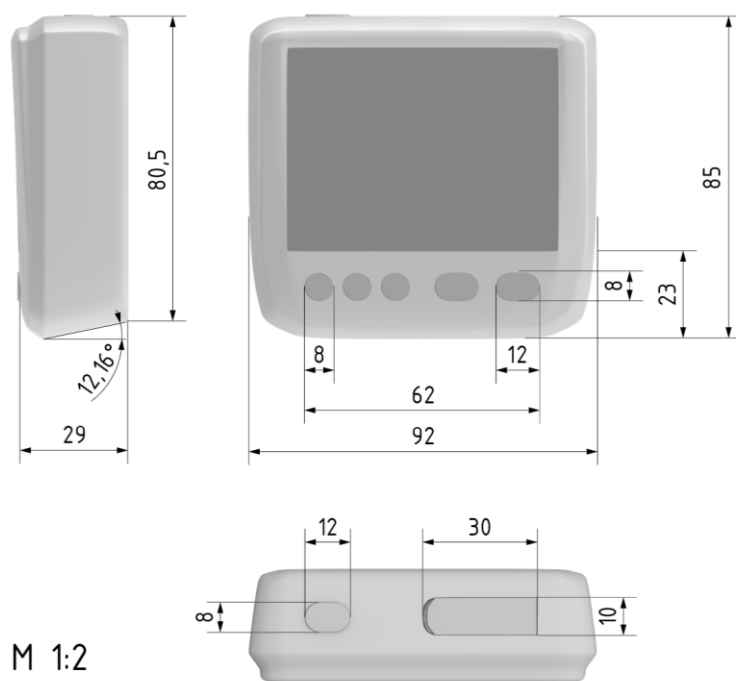
obr. 6-11 Rozmerové riešenie – so zapojeným monitorom bez zapojeného kábla



obr. 6-12 Rozmerové riešenie – rukoväť s akumulátorom



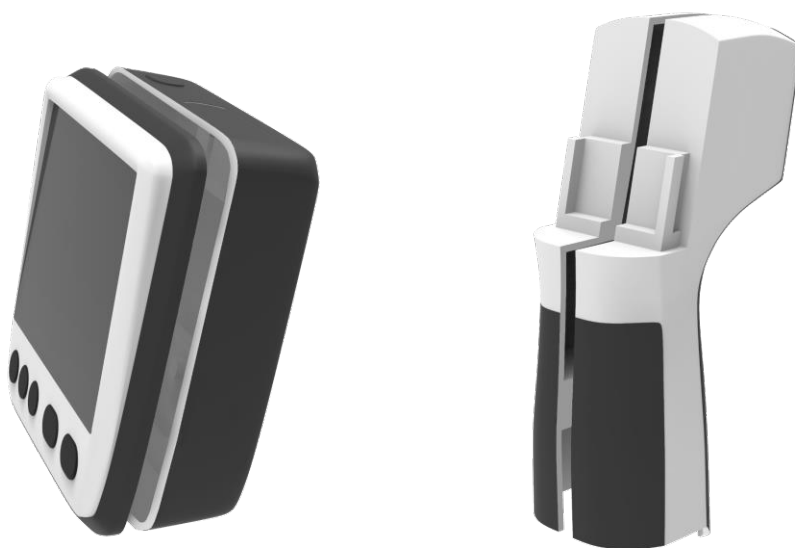
obr. 6-13 Rozmerové riešenie – akumulátor



obr. 6-14 Rozmerové riešenie – monitor

6.3 Materiálové riešenie

Celková inšpekčná kamera pozostáva z viacerých materiálov, najmä z plastu. Plastové časti budú technologicky vyrábané ako výlisky. Hrúbka týchto výliskov je 2 mm. Ako materiál plastových výliskov je použitý ABS, inak povedané akrylonitrilbutadiénstyrén, ktorý patrí do skupiny termoplastov a má vysokú pevnosť a tepelnú odolnosť. Na plochy, ktoré budú pogumované, sa natrieka do formy TPE, inak povedané termoplastický elastomér, ktorý je okrem iného odolný voči nárazom. Deliace roviny plastových výliskov sú znázornené na (obr. 6-15) a pogumované časti sú znázornené na (obr. 6-16).



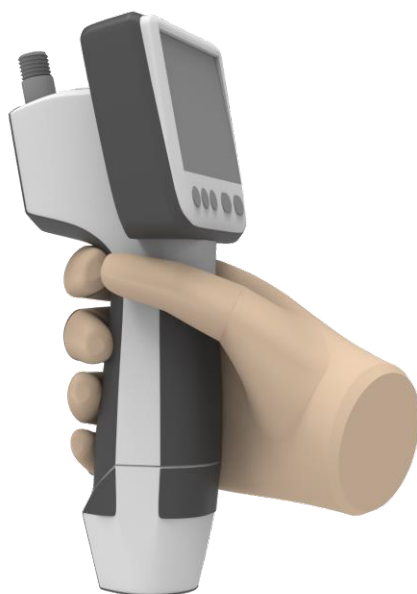
obr. 6-15 Materiálové riešenie – deliace roviny



obr. 6-16 Materiálové riešenie – pogumovanie

6.4 Ergonómia

Rozmer úchopovej časti, ovládacích prvkov a všetky ostatné rozmery ergonomických prvkov rešpektujú rozmery dlane a prstov podľa ergonómie ruky priemerného muža [23]. Tvarovo sa profil hlavnej úchopovej časti blíži do tvaru kružnice; v najširšom obvode má rukoväť rozmery (45 x 44) mm a v najužšom (40 x 38) mm. K dispozícii je niekoľko možností ako držať a ovládať kameru. Hlavný spôsob úchopu je úchop za rukoväť (obr. 6-17). Následne je tak ovládanie možné pomocou palca (obr. 6-18).



obr. 6-17 Ergonómia úchopu – držanie za rukoväť



obr. 6-18 Ergonómia ovládania – ovládanie palcom

Keďže je monitor odnímateľný, možno ho držať v jednej ruke a tak ovládať podobne ako smartfón, a teda celý monitor leží na dlani a ovláda sa za pomoci palca (obr. 6-19).



obr. 6-19 Ergonómia úchopu – monitor v ruke

Celú kameru možno položiť na zadnú plochu. Vzniká tak priestor medzi podložkou a rukoväťou pre zhruba 3 prsty, čo je na zdvihnutie celej kamery postačujúce (obr. 6-20).



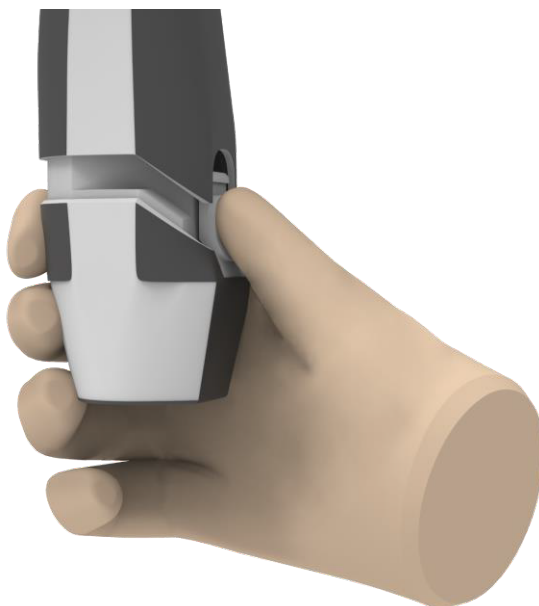
obr. 6-20 Ergonómia úchopu – zdvíhanie kamery

Na nasledujúcej vizualizácii je znázornené zapínanie a vypínanie kamery (obr. 6-21).



obr. 6-21 Ergonómia ovládania – zapínanie a vypínanie kamery

Vyberanie akumulátora pre opätovné dobíjanie je možné za pomoci stlačenia klipu zo zadnej časti akumulátora. Tvarovaním vznikla plocha ideálna pre palec ako podpora pre vyberanie akumulátora (obr. 6-22).

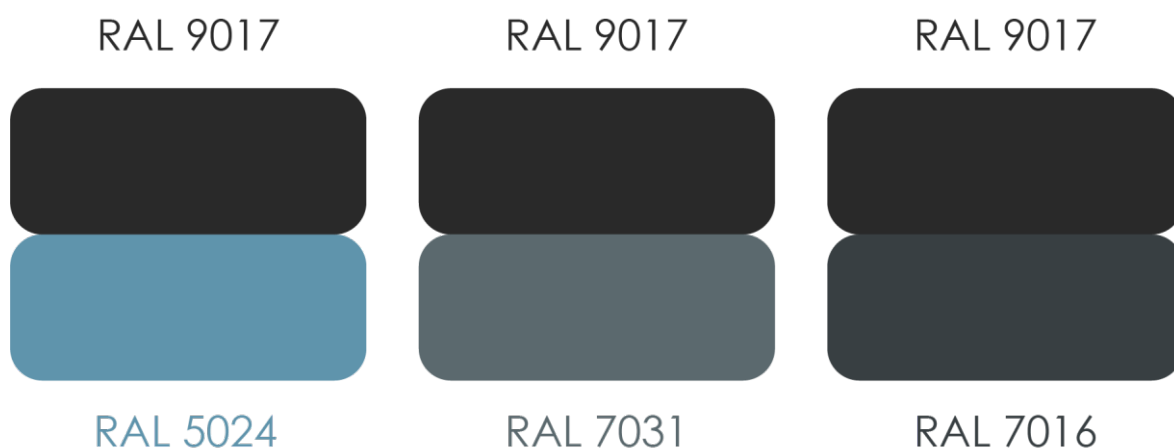


obr. 6-22 Ergonómia úchopu – vyberanie akumulátora

7 FAREBNÉ A GRAFICKÉ RIEŠENIE

7.1 Farebné riešenie

Farebné riešenie produktu súvisí najmä s prostredím, v ktorom sa daný produkt používa. Keďže ide o merací prístroj, ktorý je predovšetkým používaný v nie úplne čistom prostredí, volené sú farby s tmavším odtieňom.



obr. 7-1 Vzorník farieb



obr. 7-2 Farebné riešenie – RAL 5024



obr. 7-3 Farebné riešenie – RAL 7031



obr. 7-4 Farebné riešenie – RAL 7016

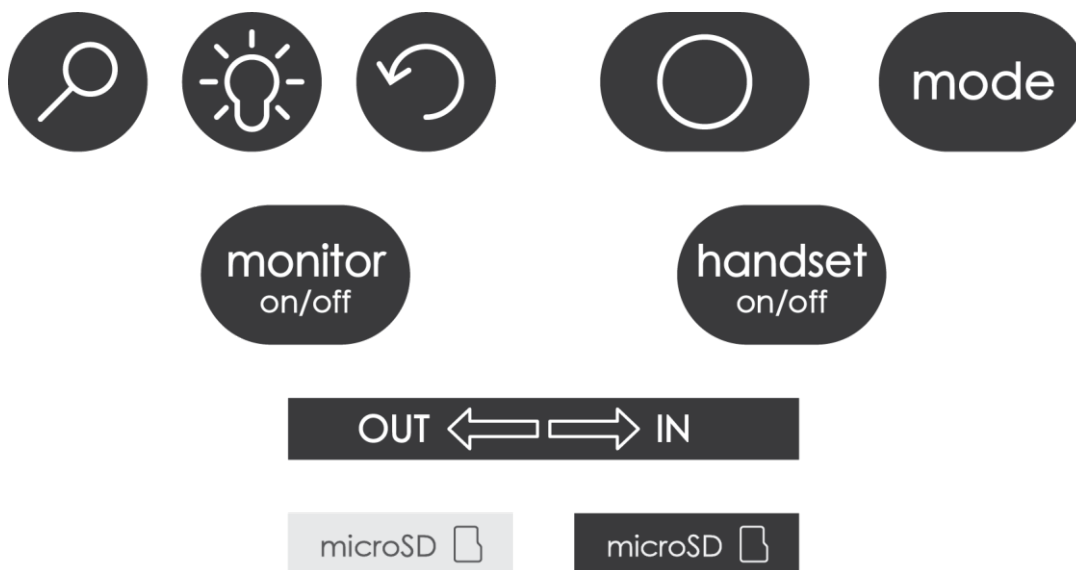
7.2 Grafické riešenie

Pre logo boli zvolené začiatočné písmená z anglického spojenia Cordless Wireless Borescope (CWB). Prevedenie písmen je do tvaru linky jedným ťahom. Naklonený tvar písmena W dodáva logu dynamiku a ubera celkovému pocitu monotónnosti. Zakončenie oboch písmen C a B naspodku celé logo istým spôsobom uzatvára.



obr. 7-5 Grafické riešenie – logo tmavé na svetlom a svetlé na tmavom podklade

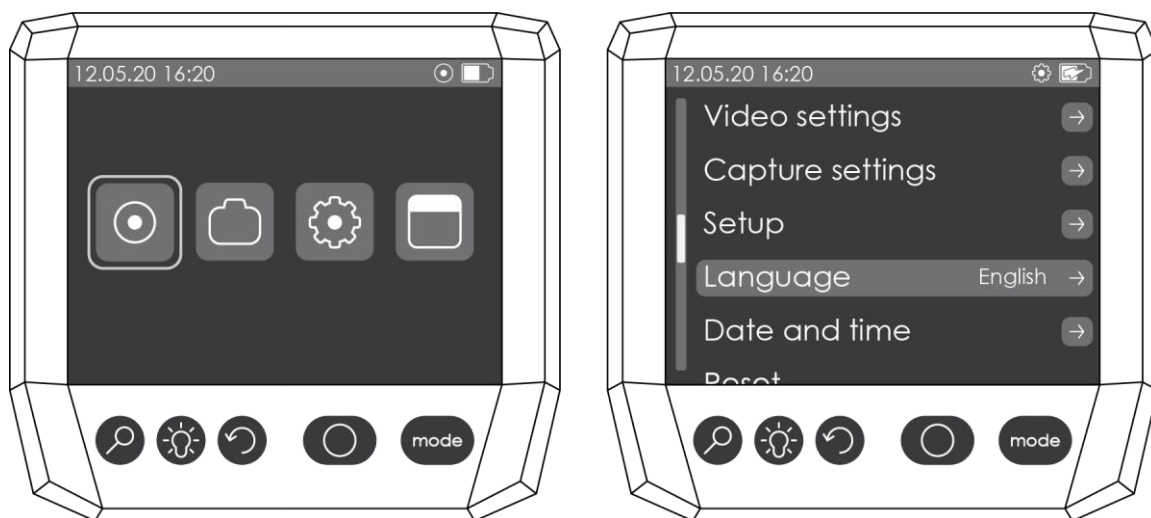
Ovládacie prvky obsahujú grafické symboly, ktoré znázorňujú ich funkciu. Ide o minimalistický dizajn s čo najtreffejším významom a určením pre rýchle pochopenie, o aký prvok sa jedná a na čo slúži.



obr. 7-6 Grafické riešenie ovládacích prvkov a zvyšných komponentov

Na monitore sa nachádzajú dve skupiny ovládacích prvkov. V jednej je samostatné tlačidlo na zapnutie a vypnutie monitora *monitor on/off* a v druhej sa nachádza 5 tlačidiel s rôznymi funkciami – tlačidlo *mode* umožňuje prepínať medzi videom, vyhotovením fotografie, nastaveniami a galériou, no taktiež slúži ako posuvník medzi jednotlivými voľbami v užívateľskom prostredí; tlačidlo *s kruhom* slúži na zahájenie videa, na vyhotovenie fotografie a aj ako tlačidlo potvrdiť alebo OK; tlačidlo *so šípkou* slúži na otočenie obrazu v móde video a v móde fotografia a ako tlačidlo s funkciou späť; tlačidlo *so žiarovkou* slúži ako nastavenie jasu LED svietidiel v móde video a v móde fotografia a v móde nastavení ako nastavenie jasu displeja; tlačidlo *s lupou* slúži na zväčšenie obrazu v móde video a v móde fotografia.

Na vrchu displeja sa nachádza lišta, na ktorej sú základné údaje ako dátum, čas, aktuálne vybraný mód a zostatok batérie. Pri odpojenom monitore z dokovej stanice je ukazovateľ batérie bez pridaných symbolov ako na (obr. 7-7) vľavo. Pri zapojení monitoru do dokovej stanice pribudne v strede ukazovateľa batérie symbol blesku ako na (obr. 7-7) vpravo.



obr. 7-7 Grafické riešenie – užívateľské prostredie

8 DISKUSIA

8.1 Psychologická funkcia

Vzhľad produktu a jeho pôsobenie na užívateľa súvisí s psychologickou funkciou, ktorú daný produkt má. Finálne tvarovanie a vzhľad inšpekčnej kamery sa odlišuje od väčšiny súčasných produktov na trhu, je minimalistické a jednoduché, ničím nerušené, čo sa môže príjemne pozdávať pre oko. Pozitívne sa môže javiť aj to, že krivkové tvarovanie je skôr mäkké, pridané rádiusy celkovo zľahčujú produkt a ovládacie prvky svojím tvarom môžu pri používaní príjemne pôsobiť na dotyk.

Táto podoba kamery sa odlišuje od väčšiny súčasných produktov na trhu a preto aj môže viac zaujať a prilákať tak potenciálne väčšie množstvo záujemcov o daný produkt.

8.2 Sociálna funkcia

Berúc v úvahu to, že výstavba domov, bytov a iných objektov sa pravdepodobne nikdy nezastaví a to, že zariadenia v týchto objektoch nie sú vždy dokonalé, bude rovnako na ich údržbu a kontrolu potrebný určitý prístroj. Inšpekčná kamera je v tomto prípade ideálnym riešením.

Nakoľko je kamera tvarovo neutrálna, čo sa týka vhodnosti pre cieľovú skupinu, využiť ju môže široká škála ľudí pracujúcich v danom odbore. Či už ide o mechanikov, inštalatérov alebo domácich majstrov; výnimky sa nekladú ani pohlaviu. Kamera ako zdroj elektrickej energie využíva nabíjateľný akumulátor, čo sa z ekologického hľadiska javí ako pozitívum a je prínosom. Podobne sa za kladné môže považovať využitie bezdrôtového prenosu obrazu.

8.3 Ekonomická funkcia

Vzhľadom na použitú technológiu sa kamera zaradí do strednej cenovej kategórie. Primárne, odnímateľný monitor zatriedí navrhovaný produkt do tejto cenovej skupiny. Zvyšná použitá technológia nadväzuje na súčasné riešenia kvalitnejších produktov na trhu.

Predpokladaná cena produktu sa pohybuje v rozmedzí od 200 do 250 €.

9 ZÁVER

Na základe analýzy súčasných produktov na trhu bolo zaujaté stanovisko, že dnešné inšpekčné kamery sú navrhované dizajnovovo nepôsobivo, nezaujímavo a skôr sa preferuje funkčnosť pred sugestivitou.

Finálne riešenie kombinuje vlastnosti a prvky prvej a druhej varianty návrhov a svojou podobou sa tak zaraďuje do kategórie ručných meracích prístrojov.

Používateľ zariadenia sa častokrát môže ocitnúť v situácii, kde je zúžený priestor a nie je možné mať priamy výhľad na obrazovku kamery a tak je kontrola objektu znemožnená. Súčasné produkty sú väčšinou riešené ako jeden celok, čo sa v týchto nepriaznivých prípadoch javí ako málo užitočné. Problém je riešený odnímateľnou obrazovkou, ktorá je veľkým plusom a prácu tak oveľa zľahčuje.

Nakoľko sa jedná o ručnú prácu s náradím, pri každodennej rutine treba dbať na pohodlie pri manipulovaní s daným náradím. Ergonómia a tvarovanie úchopu sú formované do príjemných a pohodlných kriviek či plôch, čo by malo zaistiť pohodu pri práci počas celej služby.

Nakoniec, aby sa práca s kamerou zbytočne nekomplikovala, bolo predmetom zaistiť jednoznačné a prosté používateľské prostredie spolu s ovládacími prvkami.

10 ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

- [1] History of Lenox Instrument Company 1900-1920. *BoreScope and FireSight Products - Lenox Instrument Company* [online]. c2001 [cit. 2020-02-27]. Dostupné z: https://www.lenoxinst.com/Lenox_History_Borescopes.html
- [2] SCHULTHEISS, D., P. RATHERT a U. JONAS. 2013. *Wegbereiter der Urologie: 10 Biographien*. Ilustrované. Springer-Verlag. ISBN 3642593771.
- [3] BOZZINI, Philipp. 1807. Der Lichtleiter oder Beschreibung einer einfachen Vorrichtung und ihrer Anwendung zur Erleuchtung innerer Höhlen und Zwischenräume des lebenden animalischen Körpers. Landes-Industrie-Comptoir.
- [4] BOSCH UniversalInspect - 0603687000 Inšpekčná kamera | Bosch-sk.sk. *Elektrické náradie Bosch | Bosch-sk.sk* [online]. c2017 [cit. 2020-02-27]. Dostupné z: <https://www.bosch-sk.sk/bosch-universalinspect>
- [5] GIC 120 C Akumulátorová monitorovací kamera | Bosch Professional. *Elektrické náradie Bosch | Bosch Professional* [online]. c2020 [cit. 2020-02-27]. Dostupné z: <https://www.bosch-professional.com/cz/cs/products/gic-120-c-0601241200>
- [6] Inskam 113 profesionální endoskop s 4,3" displejem, sonda 8mm, pevný kabel o délce 10m | Sunnysoft. *Sunnysoft* [online]. c1997-2020 [cit. 2020-02-27]. Dostupné z: https://www.sunnysoft.cz/zbozi/165PIK-019/inskam-113-profesionalni-endoskop-s-4-3-displejem-sonda-8mm-pevny-kabel-o-delce-10m.html?source=googleps&utm_source=google&utm_medium=nakupy&utm_campaign=google_feed&gclid=Cj0KCQiAm4TyBRDgARIsAOU75sppjMmbV9Vlh_2SHTPzXhcILaYeKA7BgEgjhO5VT1b-NnEfD64rtioaAozGEALw_wcB
- [7] REMS CamScope S - Endoscope camera with radio signal transmission. *REMS GmbH & Co KG - Home with news* [online]. [cit. 2020-02-27]. Dostupné z: <https://www.rems.de/pipe-and-drain-cleaning-pipe-and-drain-inspection/endoscope-camera-with-radio-signal-transmission/rem-s-camscope-s.aspx>
- [8] Inspekční kamera v kufříku, 1m flexi kamery DST PIPE CAM GL 9008 Inspekční kamera v kufříku s 1m flexi hadicí :: inspekční kamery. *DS Technik: kování, kamery, led svítidla, solární panely* [online]. c2004-2020 [cit. 2020-02-27]. Dostupné z: <https://www.dstechnik.cz/inspekcní-kamera-v-kufříku-1m-flexi-kamery/dst-pipe-cam-gl-9008-8309.html>
- [9] BR250-4: Video Borescope/Wireless Inspection Camera | Extech Instruments. *Instruments, A FLIR Company* [online]. c2019 [cit. 2020-02-27]. Dostupné z: <http://www.extech.com/products/BR250-4>

- [10] BR70: Video Borescope Inspection Camera | Extech Instruments. *Instruments, A FLIR Company* [online]. c2019 [cit. 2020-02-27]. Dostupné z: <http://www.extech.com/products/BR70>
- [11] 12V MAX* 5.8mm Inspection Camera with Wireless Screen Kit - DCT412S1 | DEWALT. *DEWALT® Power Tools Official Site | Guaranteed Tough® | DEWALT* [online]. c2020 [cit. 2020-02-27]. Dostupné z: <https://www.dewalt.com/products/power-tools/lasers-and-instruments/12v-max-58mm-inspection-camera-with-wireless-screen-kit/dct412s1>
- [12] Čo je batéria alebo akumulátor. *Batback* [online]. c2020 [cit. 2020-04-11]. Dostupné z: <http://www.batback.sk/kontakt/18>
- [13] AA | Baterie - články - akumulátory. *Baterie - články - akumulátory | užitečný přehled vlastností* [online]. [cit. 2020-04-11]. Dostupné z: <http://www.baterie-clanky.cz/baterie/velikost/aa/>
- [14] 18650 Battery - Rechargeable Li-Ion Cells - Battery Junction. *Batteries, Chargers, LED Flashlights, and More!* [online]. c2020 [cit. 2020-04-11]. Dostupné z: <https://www.batteryjunction.com/18650.html#/18650-batteries>
- [15] DEWALT DCT412S1 Use and Care Manual. c2020. *Manualzz - owner guides and user manuals* [online]. [cit. 2020-04-11]. Dostupné na internete: <https://manualzz.com/doc/4078056/dewalt-dct412s1-use-and-care-manual>
- [16] Čo je to LCD, displej z tekutých kryštálov? | TECHBOX.sk. *Domov | TECHBOX.sk* [online]. c2010-2020 [cit. 2020-04-11]. Dostupné z: <https://techbox.dennikn.sk/co-je-to-lcd/>
- [17] Borescope: What is it? Parties, Types, Structure, Differences and Uses - Scope Heal. *Be at Ease without Disease | Scope Heal* [online]. c2020 [cit. 2020-04-11]. Dostupné z: <https://scopeheal.com/borescope/>
- [18] Semi Rigid versus Rigid Borescopes. *Borescope | Videoscope | Pipe Camera | Fiberscope* [online]. c2020 [cit. 2020-04-11]. Dostupné z: https://aitproducts.com/wiki/borescopes/rigid_borescope_semi-rigid.html
- [19] What's Inside a Borescope Probe? | Nexxis. *NDT Equipment | Pipe Inspection Cameras | Laser Alignment Tools | Nexxis* [online]. [cit. 2020-04-11]. Dostupné z: <https://nexxis.com.au/whats-inside-borescope-probe/>
- [20] Inspection camera buyers guide – Eazyview Inspection. *Eazyview Inspection – Worlds class inspection solutions* [online]. c2018 [cit. 2020-04-11]. Dostupné z: <https://www.eazyview.com/icbg/>

- [21] USB Endoscope, Teslong 2018 New 720P Upgrade 5.5mm Mini Inspection Camera Semi-Rigid Waterproof Snake Camera Borescope with USB Adpater and 6 Adjustable LED Lights(5m/16.4ft) NTC-HD-5.5mm-5m. *Range Hoods, Light & Lighting Accessories, Wine Accessories, Online Shopping Mall!buy them safely*. [online]. c2020 [cit. 2020-04-11]. Dostupné z: http://www.belinshop.com/index.php?main_page=product_info&cPath=&products_id=269509
- [22] How does a Pogo Pin work? [Structure, Materials & Advantages] - CCP. *C.C.P. Contact Probes* [online]. 2019 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: <https://www.ccpcontactprobes.com/pogo-pin-connectors>
- [23] LORKO, Martin a Zuzana JAMBRICHOVÁ. *Ergonómia*. Prešov: Technická univerzita v Košiciach, 1998. ISBN 8070993928.

11 ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK, SYMBOLOV A VELIČÍN

LED	Light-Emitting Diode
Li-ion	Lithium-ion
USB	Universal Serial Bus
USB-C	Universal Serial Bus type C
HDMI	High-Definition Multimedia Interface
TFT	Thin-film-transistor
LCD	Liquid-Crystal Display
IP	Ingress Protection
RGB	Red Green Blue
Wi-Fi	Wireless Fidelity
SMA	SubMiniature version A
S-video	Standard video
DIN	Deutsches Institut für Normung
N/A	not available
SD	Secure Digital
ABS	Acrylonitrile-Butadiene-Styrene
tzv.	takzvaný
°	stupeň
"	palec
€	euro
mm	milimeter
cm	centimeter
px	pixel

kg	kilogram
V	volt
GHz	gigahertz

12 ZOZNAM OBRÁZKOV A GRAFOV

obr. 2-1	Prvý boroskop na inšpekciu turbínového rotoru, 1921 [1]	14
obr. 2-2	BOSCH UniversalInspect [4]	15
obr. 2-3	BOSCH GIC 120 C Professional [5]	16
obr. 2-4	Inskam 113 [6]	17
obr. 2-5	REMS CamScope S [7]	18
obr. 2-6	DST PIPE CAM GL 9008 [8]	19
obr. 2-7	EXTECH BR250-4 [9]	20
obr. 2-8	EXTECH BR70 [10]	21
obr. 2-9	DEWALT DCT412S1 [11]	22
obr. 2-10	Vonkajšia a vnútorná schéma inšpekčnej kamery (vlastná tvorba) [11]	23
obr. 2-11	Odnímateľné prvky a smery odnímania (vlastná tvorba) [11]	23
obr. 2-12	Usporiadanie vrstiev a znázornenie tekutých kryštálov v LCD [16]	25
obr. 2-13	Diagram s miešaním farieb subpixelami [16]	25
obr. 2-14	Porovnanie obrazu vyhotoveného (a) pevným a (b) flexibilným boroskopom [18]	26
obr. 2-15	Detailný pohľad na elektrické vodiče vo vnútri kábla kamery [19]	26
obr. 2-16	Zložená a rozložená hlava kamery, detail procesoru [20]	27
obr. 2-17	Rozloženie šošoviek v hlave kamery [21]	27
obr. 2-18	Komponenty magnet, háčik a zrkadlo pripevnené na hlave kamery [21]	28
obr. 4-1	Varianta č. I – perspektívny pohľad	31
obr. 4-2	Varianta č. I – rozmerové riešenie	32
obr. 4-3	Varianta č. II – perspektívny pohľad	33
obr. 4-4	Varianta č. II – rozmerové riešenie	34
obr. 4-5	Varianta č. III – perspektívny pohľad	35
obr. 4-6	Varianta č. III – rozmerové riešenie	36
obr. 5-1	Finálne tvarové riešenie – perspektívny pohľad	37
obr. 5-2	Finálne tvarové riešenie – bočný pohľad	38
obr. 5-3	Finálne tvarové riešenie – čelný pohľad	38

obr. 5-4	Finálne tvarové riešenie – kompletné ovládacie prvky kamery	39
obr. 6-1	Akumulátor – uloženie batérií do bloku	40
obr. 6-2	Akumulátor – klip	41
obr. 6-3	Štandardný Pogo Pin konektor [22]	41
obr. 6-4	Monitor – detail Pogo Pin konektorov a uzamykacieho mechanizmu	42
obr. 6-5	Monitor – detail slotu pre microSD kartu a konektor pre USB-C	43
obr. 6-6	Monitor – ovládacie prvky.....	43
obr. 6-7	Konektor kábla – detail	44
obr. 6-8	Podsvietenie tlačidla <i>handset on/off</i>	45
obr. 6-9	Hlava kamery – detail LED osvetlenia a šošovky	45
obr. 6-10	Hlava kamery – detail zapustenia a skosenia	46
obr. 6-11	Rozmerové riešenie – so zapojeným monitorom bez zapojeného kábla	47
obr. 6-12	Rozmerové riešenie – rukoväť s akumulátorom	48
obr. 6-13	Rozmerové riešenie – akumulátor	49
obr. 6-14	Rozmerové riešenie – monitor	49
obr. 6-15	Materiálové riešenie – deliace roviny	50
obr. 6-16	Materiálové riešenie – pogumovanie	51
obr. 6-17	Ergonómia úchopu – držanie za rukoväť	52
obr. 6-18	Ergonómia ovládania – ovládanie palcom	52
obr. 6-19	Ergonómia úchopu – monitor v ruke	53
obr. 6-20	Ergonómia úchopu – zdvíhanie kamery	53
obr. 6-21	Ergonómia ovládania – zapínanie a vypínanie kamery.....	54
obr. 6-22	Ergonómia úchopu – vyberanie akumulátora	54
obr. 7-1	Vzorník farieb	55
obr. 7-2	Farebné riešenie – RAL 5024.....	55
obr. 7-3	Farebné riešenie – RAL 7031.....	56
obr. 7-4	Farebné riešenie – RAL 7016.....	56
obr. 7-5	Grafické riešenie – logo tmavé na svetlom a svetlé na tmavom podklade	57
obr. 7-6	Grafické riešenie ovládacích prvkov a zvyšných komponentov.....	57
obr. 7-7	Grafické riešenie – užívateľské prostredie	58

13 ZOZNAM TABULIEK

tab. 2-1	Zhrnutie technických parametrov, 1.časť	28
tab. 2-2	Zhrnutie technických parametrov, 2.časť	28

14 ZOZNAM PRÍLOH

Zmenšený poster (A4)

Sumarizačný poster (A1)

ZMENŠENÝ POSTER

CWB3

Design akumulátorovej kontrolnej kamery



Slot pre microSD kartu a port pre USB-C kábel



Vysúvanie bezdrôtového odnímateľného monitora



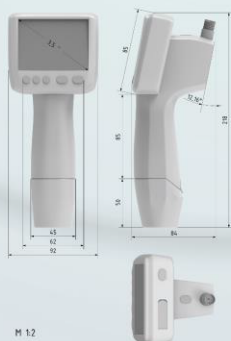
Držanie monitora



Vyberanie akumulátora



Zdvíhanie kamery



M 12

Bakalárska práca na tému design akumulátorovej kontrolnej kamery - zariadenia určeného na inšpekciu ťažko prístupných miest ako vodovodné potrubie, vnútro motora a iné. Finálny vzhľad kamery je prevedený v čistých krivkách s prvkami minimalistického designu. Výsledkom je baroskop s plošnou kamerou so 4 LED svetlami, s bezdrôtovým odnímateľným monitorom a s nabíjateľným akumulátorom. Cieľová skupina tvoria inštalatéri, automechanici, opravári.

Vzorík farieb farebných variant



DESIGN AKUMULÁTOROVÉ KONTROLNÍ KAMERY / BAKALÁŘSKÁ PRÁCE / Autor: Martin Kuchářík / Vedoucí práce: akad. soch. Josef Sládek, ArtD. / VUT v Brně / FSI / ÚK / OPD / červenec 2020

