



Diplomová práce

Návrh cyklistické helmy na kolo do městského prostředí

Bicycle helmet design for urban environment

Autor: Bc. Filip Cagala

Studijní program: Design (N2012)

Studijní obor: Design 15015

Vedoucí: MgA. Jan Jaroš

Praha, červen 2023

© Bc. Filip Cagala

České vysoké učení technické v Praze, 2023

Klíčová slova: *Cyklistika, helma, město, městské prostředí, bezpečnost, tvar*

Key words: *Cycling, helmet, urban, urban environment, safety, shape*

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA ARCHITEKTURY

AUTOR, DIPLOMANT: Bc. Filip Cagala
AR 2022/2023, LS

NÁZEV DIPLOMOVÉ PRÁCE:

(ČJ) NÁVRH CYKLISTICKÉ HELMY NA KOLO DO MĚSTSKÉHO PROSTŘEDÍ

(AJ) BICYCLE HELMET DESIGN FOR URBAN ENVIRONMENT

JAZYK PRÁCE: ČEŠTINA

Vedoucí práce:	MgA. Jan Jaroš	Ústav: Ústav Designu (15150)
Oponent práce:	Ing. Martin Coufal	
Klíčová slova (česká):	Cyklistika, helma, město, městské prostředí, osvětlení,	
Anotace (česká):	Tématem této diplomové práce je návrh cyklistické helmy do městského prostředí. Cílem této práce je návrh helmy, která svým tvarem a technologií zajišťuje zvýšenou bezpečnost pro uživatele, komfort a vizuální estetičnost při pohybu na kole v městském prostředí. Teoretická část práce uvádí do problematiky řešeného tématu a poskytuje základní definice, stručný historický vývoj, náhled do normativ, prvků, materiálové skladby produktu a technologie výroby. V praktické části je zaznamenána analýza tématu, postup a vývoj návrhového procesu, finální návrh a technické dokumentace návrhu. Výstupem práce je finální navržený produkt a závěrečná diskuse o splnění požadovaných kritérií.	
Anotace (anglická):	The topic of this thesis is the design of a bicycle helmet for urban environment. The aim of this thesis is to design a helmet that, by its shape and technology, provides increased safety for the user, comfort and visual aesthetics when cycling in an urban environment. The theoretical part of the thesis introduces the subject matter and provides basic definitions, a brief historical development, insight into the normatives, elements, material composition of the product and manufacturing technology. The practical part records the analysis of the topic, the progress and development of the design process, the final design and the technical documentation of the design. The output of the thesis is the final designed product and a final discussion on the fulfilment of the required criteria.	

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem předloženou diplomovou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s „Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.“

V Praze dne

podpis autora-diplomanta

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury

2/ ZADÁNÍ diplomové práce

Mgr. program navazující

jméno a příjmení: **Filip Cagala**

datum narození: **02.12.1996**

akademický rok / semestr: **LS 2022/2023**

obor: **Design**

ústav: **Ústav designu 15150**

vedoucí diplomové práce: **MgA. Jan Jaroš**

téma diplomové práce: **Sportovní vybavení**

viz přihláška na DP

zadání diplomové práce:

1/ popis zadání projektu a očekávaného cíle řešení

Návrh inovativního řešení cyklistické helmy do městského prostředí

2/

Pro AU/ součástí zadání bude jasně a konkrétně specifikovaný stavební program

Pro D/ součástí zadání budou jasně a konkrétně specifikované jednotlivé fáze projektu, které jsou nezbytnou součástí řešení

Analytická část, výstup z analýzy, formulace vize, prověřování variant, výsledný návrh, závěr (reflexe)

3/ popis závěrečného výsledku, výstupy a měřítko zpracování

Portfolio, plakát, model v měřítku

4/ seznam dalších dohodnutých částí projektu (model)

Model v měřítku 1:1

Datum a podpis studenta 13.2.2023

Datum a podpis vedoucího DP 13.2.2023

Datum a podpis děkana FA ČVUT

registrováno studijním oddělením dne

13.2.2023

Poděkování

Rád bych poděkoval Mga. Janu Jarošovi a Akad. Mal. Miroslavovi Bednářovi za vedení mé diplomové práce, konzultace, připomínky, cenné rady a věnovaný čas mé práci. Zároveň bych rád poděkoval své rodině a přátelům za podporu a ohled během tvorby diplomové práce.

Abstrakt

Tématem této diplomové práce je návrh cyklistické helmy do městského prostředí. Cílem této práce je návrh helmy, která svým tvarem a technologií zajišťuje zvýšenou bezpečnost pro uživatele, komfort a vizuální estetičnost při pohybu na kole v městském prostředí.

Teoretická část práce uvádí čtenáře do problematiky řešeného tématu bezpečnostních ochranných prvků v městském cyklistickém provozu a poskytuje základní definice, stručný historický vývoj, náhled do normativ, prvků, materiálové skladby produktu a technologie výroby ochranných cyklistických prvků.

V praktické části je zaznamenána analýza tématu, postup a vývoj návrhového procesu cyklistického ochranného prvku – helmy, její finální návrh a technické dokumentace návrhu. Výstupem práce je finální navrhnutý produkt v podobě městské cyklistické helmy s inovativními konstrukčními a výbavovými prvky a závěrečná diskuse o splnění požadovaných kritérií.

Klíčová slova

Cyklistika, helma, urban, městské prostředí, bezpečnost

Abstract

The topic of this thesis is the design of a bicycle helmet for urban environment. The aim of this thesis is to design a helmet that, by its shape and technology, provides increased safety for its user, as well as comfort and visual aesthetics when cycling in an urban environment.

The theoretical part of the thesis introduces the subject matter and provides basic definitions, a brief historical development, insight into the normative, elements, material composition of the product and manufacturing technology of protective cycling elements.

The practical part records the analysis of the topic, the progress and development of the design process, the final design, and the technical documentation of the design. The output of the thesis is the final designed product and a final discussion on the fulfilment of the required criteria.

Keywords

Cycling, helmet, urban, urban environment, safety

Obsah

1. Úvod	10
2. Cíl práce a metodika	11
2.1 Harmonogram	12
3. Analytická část.....	13
3.1 Pojem cyklistická helma	13
3.2 Městské prostředí	14
3.3 Kategorie cyklistických helem	15
3.3.1 Silniční cyklistické helmy	15
3.3.2 Městské cyklistické helmy	15
3.3.3 BMX helmy	15
3.3.4 MBT helmy	16
3.3.5 Integrované helmy	16
3.3.6 Speciální helmy.....	16
3.4 Historie a stručný vývoj cyklistických helem	17
3.5 Ergonomie a zkoušení	21
3.5.1 Certifikace a metrologie	21
3.5.2 Ergonomie	23
3.6 Technologie spojené s cyklistickou helmou	24
3.6.1 In-mold	24
3.6.2 MIPS	25
3.6.3 ANGI	25
3.6.4 Koroyd	26
3.7 Materiály používané pro výrobu cyklistických helem	26
3.7.1 Expandovaný polystyren EPS	27
3.7.2 ABS plast.....	28
3.7.3 Nylon	29
3.7.4 MicroSHOCK	30
3.8 Tržní analýza.....	30
4. Výstup z analýzy a formulace vize	40
5. Proces navrhování.....	42
5.1 Stanovení cílové skupiny a záměr návrhu	42
5.2 Počáteční fáze návrhu	42
5.3 Postup návrhu a variace	50

6.	Prototypování a testování	58
6.1	Ověřování variant	58
6.2	Modelování finálního modelu	66
7.	Výsledný návrh	71
7.1	Definice nadstandardních prvků helmy	78
7.1.1	Směrová svítidla	79
7.1.2	Přední světlo	79
7.1.3	Zadní světlo	79
7.1.4	Upevňovací mechanismus	79
7.1.5	Senzor pohybu	80
7.1.6	Polstrování	80
7.2	Technologie výroby a tvorba prototypu	82
8.	Technická dokumentace	83
9.	Závěr a reflexe	87
10.	Seznam zdrojů	90
11.	Seznam obrázkových příloh	93

1. Úvod

Helma je základním ochranným prvkem při pohybu na nemotorových i motorových dopravních prostředcích napříč celým světem, především v cyklistice je její užívání velmi časté a v mnoha okolnostech i legislativně povinné. Přesto, že část uživatelů nemotorových dopravních prostředků, jako je kolo nebo koloběžka z různých důvodů omezují používání helmy v městském prostředí, uživatelé kol či koloběžek, kteří využívají tuto formu dopravního prostředku opakovaně, ji v městském prostředí považují za nedílnou součást vybavení pro jízdu. Hlava je nejdůležitější a zároveň nejzranitelnější část našeho těla, je tedy nutné ji chránit zvláště v situacích, kdy se riziko jejího ohrožení zvyšuje v rámci prováděné aktivity.

K designu cyklistické helmy se má přistupovat z více hledisek, jak z funkčního potenciálu, do kterého se řadí především zajištění bezpečnosti uživatele a předcházení zranění, a které je zároveň primárním důvodem používání helmy, tak z hlediska estetiky. Zvláště v prostředí města či jiného hustě obydleného prostranství, kde je zvýšený výskyt motorových vozidel, tak i uživatelů nemotorových dopravních prostředků, je zvýšená ochranná vlastnost stěžejní. Estetická hodnota produktu je důležitá především pro uživatele samotného, z hlediska jeho vlastního subjektivního názoru na vlastní vizuální hodnotu i toho, jak moc lpí na této hodnotě. Lze však tvrdit, že obecně člověk inklinuje k tomu, aby produkt, který používá vypadal elegantně a jeho tvar či zpracování nestálo pouze čistě na jeho funkčním charakteru.

U obohacení navrhovaného produktu z designového hlediska se nemusí jednat pouze o tvarování produktu samotného nebo navýšení vizuální hodnoty helmy o nadstandardní prvky jako je světlo, či ochranný kšilt proti slunci. Je třeba pracovat s konceptem helmy jako jednotným celkem tak, aby se z produktu nestal pouze jakýsi doplněk, který může být doplněn řadou dalších, externích prvků, ale aby produkt samotný plně kooperoval s požadavky na bezpečnou jízdu uživatele a přispěl ke zvýšení jeho ochrany, přehlednosti i komfortu.

S měnící se intenzitou pohybu v městském prostředí, i pohybu na kole samotném, se zvyšujícím se počtem automobilů i chodců na trasách, se vyvíjí také určité požadavky na design cyklistických helem. Důraz je kladen na originální řešení prvků obohacujících design helmy a přibližující ji více k filozofii silničních dopravních prostředků, které jsou zároveň vizuálně nenarušující a jednoduchá. Taková řešení jsou správným krokem v městském prostředí a je třeba na ně klást důraz.

2. Cíl práce a metodika

Cílem této diplomové práce je vytvoření takového návrhu cyklistické helmy, která bude reflektovat jak obecné požadavky na bezpečnost a ochranu uživatele při jízdě v rámci městského prostředí a jízdě na dopravních prostředcích, u kterých se ochranná helma používá obecně, tak i vizuální a moderní vzhled produktu, který bude plnit požadavky na moderní a čisté designové pojetí v prostředí, pro které je návrh určen. Důraz u návrhu je zaměřen na jednoduchost linek, ploch a organičnost tvaru. Tvarování helmy je směřováno tak, aby zamýšlené technologické prvky na návrhu jako osvětlení, nebo ventilace, o které je návrh obohacen, nevystupovaly a nenarušovaly celkový čistý tvar helmy, ale naopak aby byly sjednocené s tvaroslovím návrhu a uživatelsky co nejvíce přívětivé.

Cílem práce je rovněž ověření splnění všech zamýšlených požadavků na designové řešení s výslednou diskusí nad využitelností navržených prvků tvarosloví.

Hlavním výstupem této práce je tvorba návrhu cyklistické helmy pro uživatele nemotorových vozidel využívající primárně v městském a příměstském prostředí. Práce se skládá ze dvou hlavních částí, teoretické a praktické.

Analytická část vychází z analýzy obecných odborných požadavků a publikací vztahujících se ke zkoumané problematice, jako jsou obecné pojmy a normy či zákony pro ochranné helmy, s doplněním pomocí internetových zdrojů. Součástí analýzy je také rozčlenění požadavků na cyklistickou helmu z hlediska jejího využívání, případně typizování analyzovaných produktů podle prostředí jejich využití. Součástí analytické části je také uvedení do obecné historie, zahrnující mimo jiné ochranu uživatele při jízdě na dopravních prostředcích v čase a vývoj ochranných pomůcek hlavy při vykonávání sportovních či volnočasových aktivit ve spojitosti s nemotorovými dopravními prostředky. Nedílnou součástí teoretické části je rovněž analýza vědeckých disciplín spojených s cyklistickými helmami, tvorba soupisu prvků, které jsou součástí cyklistických helem a uvedení do obecné materiálové skladby a do výrobních technologických procesů využívaných u analyzované problematiky.

Důsledné analyzování a nastudování řešené problematiky je důležitou součástí tvůrčího navrhovacího procesu. Veškeré analýzou získané informace jsou následně formulovány do finálního výstupu z analytické části, na základě které je dále formována vizi v projektování

závěrečného návrhu. Ta je prvotním a pevným základem pro určení, na jaké konkrétní prvky se bude práce v návrhářském procesu zaměřovat a jaké jsou pro ni určující parametry.

Praktická část přímo navazuje na finální výstupu z teoretické části diplomové práce. Je zaměřena prvotně na tvorbu celkového konceptu navrhovaného produktu pomocí ideových skic s podrobným rozpisem plánovaných designových řešení. Následuje proces tvorby ověřovacího modelu v měřítku 1:1 v modelářské hlíně pro upřesnění tvarosloví a modelu v industriálním clayi pro přesné stanovení konečného designu. Prototyp je následně převeden do 3D modelu, kde je ověřována vizuální koncepce návrhu s obohacením o vybrané prvky a určení materiálu pro tvorbu finálního prototypu. Na konci je představen finální návrh s potřebnou technickou dokumentací a následné zhodnocení projektu se závěrečnou reflexí ke splnění požadavků diplomového projektu.

2.1 Harmonogram

V průběhu semestru jsem si stanovil a rozdělil cíl své práce na jednotlivé úseky, pro které jsem si vyčlenil časový prostor. Vytvořil jsem si obsáhlou rešerši na produkty mého zaměření, nabízené na českém i zahraničním trhu, určil jsem si časové možnosti pro tvorbu hliněného modelu podle měřítka vlastní hlavy i finální modelaci 3d grafiky. Práci jsem průběžně konzultoval jak z teoretického, tak praktického hlediska s vedoucími mé diplomové práce. Taktéž jsem konzultoval jak s odborníky, tak s nadšenci k řešené tematice. Nakonec jsem vytvořil finální ověřovací model v měřítku.

3. Analytická část

Analytická část je nezbytnou součástí navrhovacího procesu. Díky informacím, které analýzou získáváme, a kterými se řídíme, dáváme našemu návrhu dostatečné podklady pro jeho funkčnost, vzhled i charakter. V analytické části je vytvořen rozbor zahrnující všechny informace k cyklistickým helmám a z jejího výstupu se určuje postup v navrhovací fázi.

3.1 Pojem cyklistická helma

Helmy vnímáme jako užitečný doplněk pro ochranu hlavy při sportovní nebo volnočasové aktivitě sloužící k tomu, aby zabránilo zranění při situaci, která ohrožuje naše zdraví. V žádném případě nelze dostatečně zaručit absolutní ochranu před možným nárazem nebo pádem, náraz může za určitých okolností přesáhnout ochrannou vlastnost helmy. Nejdůležitějším prvkem je především prevence proti pádu samotnému, uživatel cyklistické helmy tak musí svou jízdu upřednostnit z bezpečnostního hlediska. (Helmets: How they Work,, 2023)



Obrázek 1: Ilustrační obrázek cyklisty, zdroj: (louthianlaw.com, 2023)

Lidský mozek se při pádu může nenávratně poškodit. Při prudkém otočení hlavy, nebo nárazu se mozek dostává do situace, kdy jsou poškozeny vnitřní cévy a nervy a způsobují trhání části mozku. Helma je primárně navržena jako bezpečnostní prvek, se zaměřením na snížení nárazové energie. Při nárazu se energie prodlouží a snižuje tak maximální dopad na mozek. Rotační a deformační síly jsou sníženy pomocí drcení materiálu ze kterého se helma skládá.

Helma tak slouží jako prvek zachraňující život při nenadálém problému, případně snižuje riziko větších poranění, která by nastala v případě, že bychom přilbu na hlavě neměli. Kromě bezpečnostního charakteru vnímáme helmu zároveň jako doplněk, který může určovat náš vzhled a napomáhat našemu pohybu v prostředí, kde kolo využíváme. (Helmets: How they Work,, 2023)

3.2 Městské prostředí

„V sociologickém slova smyslu je město složitým sociálním systémem, vyznačujícím se rozvinutou dělbou práce a velkou hustotou obyvatelstva, které je sociálně velmi různorodé, nezabývá se zemědělstvím a které si vytvořilo systém interakcí, charakterizovaný anonymitou v meziosobních vztazích, partikulárností sociálních rolí a nepřímými způsoby sociální kontroly.“
(Jiří Musil, 2020)

Při definici městského prostředí jsme obeznámeni s tím, že pojmy město a městské prostředí nejsou jedno a to samé, přesto, že by bylo možné je v určitých kategoriích ztotožnit. V případě městského prostředí pozorujeme subjekt, ve kterém je značná koncentrace politického, produkčního, vzdělávací či socioekonomické aktivity. (Musil, 1967)

V mnoha studiích lze pozorovat že užívání kola jako způsobu dopravy v městském prostředí závisí na faktorech jednotlivých uživatelů. Mezi tyto faktory zařazujeme pocit bezpečí, společenskou přijatelnost, ekologickou zodpovědnost a další. K těmto faktorům je možné zařadit terénní podmínky, zabezpečení provozu na komunikacích, praktické vlastnosti i zdravotní nebo vizuální podmínky. Z průzkumů vedených v Evropské unii se dochází k závěru že až 73% obyvatel Evropy je toho názoru, že používání jízdních kol ve městech by mělo být oproti jiným dopravním prostředkům zvýhodněno. Kolo se stalo efektivním a pohodlným prostředkem pro pohyb ve městech. Na rozdíl od automobilové dopravy zaznamenává používání kol pozitivních ohlasů jak z ekologické, hospodářské i pořizovací stránky. Kola jsou efektivní tichou a rychlou dopravou v městském prostředí, které je mnohdy vyznačeno zahuštěním automobilových prostředků, která komplikují mobilitu. Doprava na kolech pomáhá splňovat značnou část požadavků na dopravu a zároveň napomáhá k omezení dopravních zácp. Nelze ignorovat očividné výhody cyklistické dopravy ať se jedná o cestování do práce či školy nebo cestování za účelem dosažení jiných cílů jako jsou nákupy, služby, zábava a další společenské a sociální činnosti. (Cyklistika pro města, 2002)

3.3 Kategorie cyklistických helem

Základním kritériem, kterým je vybírána cyklistická helma je specifikace, pro jaký typ cyklistické disciplíny je zvolena. Na trhu figuruje značné množství ochranných pomůcek hlavy při cyklistice. Tyto ochranné pomůcky (helmy) pak rozdělujeme do následujících kategorií:

3.3.1 Silniční cyklistické helmy

Cyklistické helmy tohoto typu jsou primárně určené pro používání u sportovních aktivit na krosových nebo silničních kolech. Z konstrukčního hlediska je snaha o co nejmenší hmotnost helmy a co největší relevance ventilačních otvorů. Helmy jsou často tvarově ozvláštněny, s množstvím nadstandartního příslušenství, jako bezpečnostní a světelné prvky. Silniční helmy jsou často tvarově velmi organické, připomínající ochranou síť kolem hlavy uživatele. Častou aplikací je také barevná úprava pro zviditelnění cyklisty. Jedná se o nejvíce vyhledávaný typ helem s nejrozšířenější nabídkou na trhu. (TECHNOLOGIE PŘÍLEB GIRO, BELL, UVEX, 2023)

3.3.2 Městské cyklistické helmy

Městské cyklistické helmy jsou konstrukčně velice podobné silničním helmám určeným pro sportovní potřeby. U tohoto typu helem je důraz obdobně jako u silničních helem kladen na nižší hmotnost a komfortní použití. Velkou roli zde však hraje design zpracování. Oproti silničním helmám není kladen důraz na větší provětrávání a je tudíž omezen výskyt ventilačních průduchů. Tyto helmy se na rozdíl od silničních nebo MBT helem nehodí ke sportovní rekreaci nebo pro dlouhé vyjížděky. Tyto helmy jsou často obohaceny o množství technologických prvků a tvarově těmto prvkům odpovídají. (Nejlepší helmy na kolo: TOP 6 +3 produktů podle recenzí a testů, 2023)

3.3.3 BMX helmy

BMX helmy jsou helmy určené pro subjekty skate subkultury. Tvarově jsou často velmi jednoduché, kvůli vzhledu je úmyslně potlačován ventilační systém. Helmy se mohou používat i v případě silniční nebo městské cyklistiky nebo pro jiné sportovní aktivity, jako je skateboarding, bruslení nebo užití koloběžky. (Nejlepší helmy na kolo: TOP 6 +3 produktů podle recenzí a testů, 2023)

3.3.4 MBT helmy

MBT helmy se od klasických silničních helem liší pouze robustnějším tvarováním a aplikací pomocného štítu proti slunečnímu svitu. Helma je často tvarována tak, aby více kryla oblasti hlavy v místech týlu a šíje. Vzhledem k užití helmy převážně v terénním prostředí je důraz v rámci jejího provedení kladen na zvýšené odvětrávání, helmy tohoto typu často disponují větším počtem ventilačních otvorů. MTB helmy lze používat v jakémkoliv prostředí. (kola-radotin.cz, 2023)

3.3.5 Integrované helmy

Integrované helmy jsou celoobličejové helmy, které se nápadně podobají helmám určeným pro motorové stroje. Poskytují ochranu po celé části hlavy i obličej včetně krční oblasti. Z konstrukčního hlediska je helma navržena velmi robustně pro co největší ochranu a s co nejmenším systémem ventilace. Takovéto helmy se tedy špatně odvětrávají. Jejich váha je násobně vyšší, než je to v případě silničních helem nebo helem určených do městského prostředí. Využívají se primárně pro sportovní účely jako freeride nebo sjezd kopcovitých terénů. (kola-radotin.cz, 2023)

3.3.6 Speciální helmy

V rámci kategorie speciálních helem se jedná o typy helem navržené pro speciální sportovní aktivity, jako je například časové rychlostní závodění nebo závodění na dráze. Tvarově se odlišují od klasických cyklistických helem především v protáhlém tvaru pro dosažení co nejmenšího odporu vzduchu. Modely s největší aerodynamikou jsou bez průduchů, aby nesnižovaly plynulé proudění vzduchu kolem skořepiny. Z hlediska tvaru je jejich bezpečnost snížena vzhledem k tomu, že ocas helmy může v případě pádu závodníka sloužit jako páka pro poranění krční páteře. Modelovým příkladem je helma Chrono. (Bicycle Helmet Types, 2023)

3.4 Historie a stručný vývoj cyklistických helem

Již v prvotních počátcích jízdy na dopravních prostředích docházelo k zranění hlavy uživatelů. V druhé polovině 19. století si společnost začala všímat, že zranění hlavy je vzrůstající problematikou s často fatálními následky a je třeba se tomuto problému postavit čelem. Jako prvotní ochranná pomůcka se v cyklistice začala objevovat dřevěná přilba. Jednalo se o nejideálnější a nejdostupnější materiál pro ochranu hlavy v 19. století, přesto že se drobil a nebyl příliš pevný. Vzhledem k faktu, že se v dané době na komunikacích nevyskytovalo velké množství automobilových prostředků, byl tento druh ochrany na své poměry dostačující pomůckou. V přelomu 19. a 20. století se díky zvyšující oblibě závodní cyklistiky začínají vyrábět helmy tvořené z proužků látkových vycpávek které jsou potaženy usní. Postupně byl pak tento tvar doplněn vlněným kroužkem kolem obličejové části a na lebeční části hlavy. Postupný vývin designu se mění v doplnění v podélném směru po celé délce hlavy. (Bicycle Helmet Safety Institute, 2023)



Obrázek 2: Helma z kožených přezek, zdroj: (Bicycle Helmet Safety Institute, 2023)

Tato pomůcka byla vzhledem k zvolenému materiálu často nedostačující. Primárním problémem bylo ničení materiálu v důsledku pocení a následného hnití. Tyto síťové helmy navíc neplnily dostatečnou ochrannou funkci, sloužily spíše k ochraně uší při poranění než ochraně lebky a mozku. Testování v pozdějším období ukázalo, že ochranný efekt tohoto modelu byl skutečně minimální. V roce 1957 byla založena nadace Snell Foundation, věnující se výzkumu, testování a vývoji bezpečnostních standardů helem. Vznikla na popud tragického úmrtí závodníka Peta „Wiliama“ Snella. Dnes je již více než 60 let vedoucí složkou v oblasti bezpečnosti cyklistických helem po celém světě. Nadace uveřejnila v roce 1970 první ochranný standart pro cyklistické helmy. Většina nabízených produktů z tehdejší nabídky ochranných pomůcek tímto standardem neprošla, nesplňovaly potřebné podmínky pro ochranu uživatele. Z tohoto popudu v roce 1974 vytvořila cyklistická asociace ve státě Washington první datové zkoumání nabízených helem na trhu, které zjistilo, že absolutní většina helem je tvořena skořepinou různého materiálu a slabou pěnovou vložkou. (Bicycle Helmet Safety Institute, 2023)



Obrázek 3: Helma Bell biker, zdroj: (The summit register, 2019)

Prvními cyklistickými helmami, u kterých byl použit jako materiál pro skořepinu expandovaný polystyren (EPS), jsou v druhé polovině 70. let 20. století helmy Bell Biker a MSR. Tato adaptace ukázala, že je využití EPS materiálu velice vhodné pro použití u cyklistických helem a výkonem přesahuje dosavadní materiály používané u helem na kolo. Cyklistická helma MSR měla pěnu v prstenci po celé délce skořepiny s nylonovými popruhy připevněnými na skořepinu pomocí háčků. Na opláštění těchto modelů byl použit polykarbonát. (The summit register, 2019)

Po uvedení helmy Bell biker na trh se tento systém začal vyskytovat u všech dalších modelů ochranných pomůcek objevujících se na trhu. Tuto dominanci si pak udržel po další desetiletí. Prvním modelem helmy, u které se vyskytl nastavitelný kroužek pro změnu vnitřního obvodu kolem hlavy byla model Bailen. Tato funkce představila milník v procesu vývoje helem. Díky tomuto vylepšení se z helem stala pomůcka s neutrální velikostí pro různé velikosti hlavy uživatelů. V roce 1983 vydal Tom Balderston z WABA článek, týkající se oblasti testování ochranných a bezpečnostních standardů přilby na kolo, který spotřebitele upozorňoval na výkonnostní a ochranné rozdíly hele v tržním prostředí. Článek se stal mezníkem ve změně dosavadního navrhování helem na kolo. V polovině 80. let 20. století začaly vznikat helmy s pěnovými vložkami z expandovaného polyesteru s horní skořepinou tvořenou z ABS plastu nebo polykarbonátu. Všechny se vyznačovaly jednoduchým designem a popruhem umístěným po bocích skořepiny ve tvarech písmen V nebo Y. U popruhů se postupně objevují přezky nebo retenční kroužky pro postupnou úpravu délky popruhů. V druhé polovině 80. let představila firma Giro pod vedením designéra Jima Gentese cyklistickou helmu určenou pro dospělé spotřebitele s použitím větracích otvorů a s absencí horní skořepiny. Ta byla nahrazena vnějším potahem z lycrové látky. Díky snížení hmotnosti helmy a změně designu na více sportovní prvek se tento typ helmy stal hitem a dočkal se velké obliby, především u profesionálních závodníků. (Bicycle Helmet Safety Institute, 2023)



Obrázek 5: helma Giro, zdroj: (Bicycle Helmet Safety Institute, 2023)



Obrázek 4: ukázka moderní helmy, zdroj: (Bicycle Helmet Safety Institute, 2023)

V průběhu vývoje designu cyklistických helem se začíná z bezpečnostních důvodů používat nylonová síťovina jako vnější ochranná část skořepiny. Použití této síťoviny zapříčinilo zpevnění skořepiny a výrobci tento prvek začínají ke konci 80. let hojně využívat. Důležitým milníkem v oblasti konstrukce se v 90. letech stává zavedení skořepiny pokrývající plochu EPS pomocí houževnatých polymerových materiálů (často PET). Skořepina při nárazu výrazně zvýšila pevnost helmy a snížila kluzný odpor helmy z hlavy. Při pádu tak nepředstavoval tvar skořepiny pevný bod pro náraz, ale získal kluznou plochu, která snížila nárazový moment při pádu. V 90. letech se také začalo používat výrobní technologie spojení EPS materiálu s horní skořepinovou plochou z plastu pomocí forem. To umožnilo výrobcům konstruovat helmy se stejnou tloušťkou. Tato technologie zároveň výrobcům umožnila vytvářet tenčí a propracovanější tvary helmy a zvýšit počet ventilačních otvorů. Návrhy nových designů byly tedy čím dál propracovanější a lehčí. Design a tvar helem se od začátku 20. století mění přesto, že hlavní složkou pro výrobu zůstává z největšího poměru ABS plast a expandovaný polystyren. V průběhu let přišli vývojáři s novými technologiemi výroby, známým příkladem je firma HEXR, která začala v roce 2019 na trh dodávat helmy vytvořené pomocí 3D tisku. Tyto a další standarty dále vyznačují vývoj cyklistických helem a posouvají možnosti výroby z hlediska nových dostupných technologií. (Bicycle Helmet Safety Institute, 2023)



Obrázek 6: 3D tisk helmy HEXR, zdroj: (HEXR, 2023)

3.5 Ergonomie a zkoušení

V rámci analýzy je nutnou součástí podrobně prozkoumat certifikační, ergonomické a technické požadavky na studovanou problematiku. Jelikož je cyklistická helma prvořadně brána jako ochranný prostředek, je na její technologické a další požadavky kladen vysoký důraz. V rámci navrhování je pak nutno s těmito požadavky počítat a v navrhovacím procesu je upřednostňovat.

3.5.1 Certifikace a metrologie

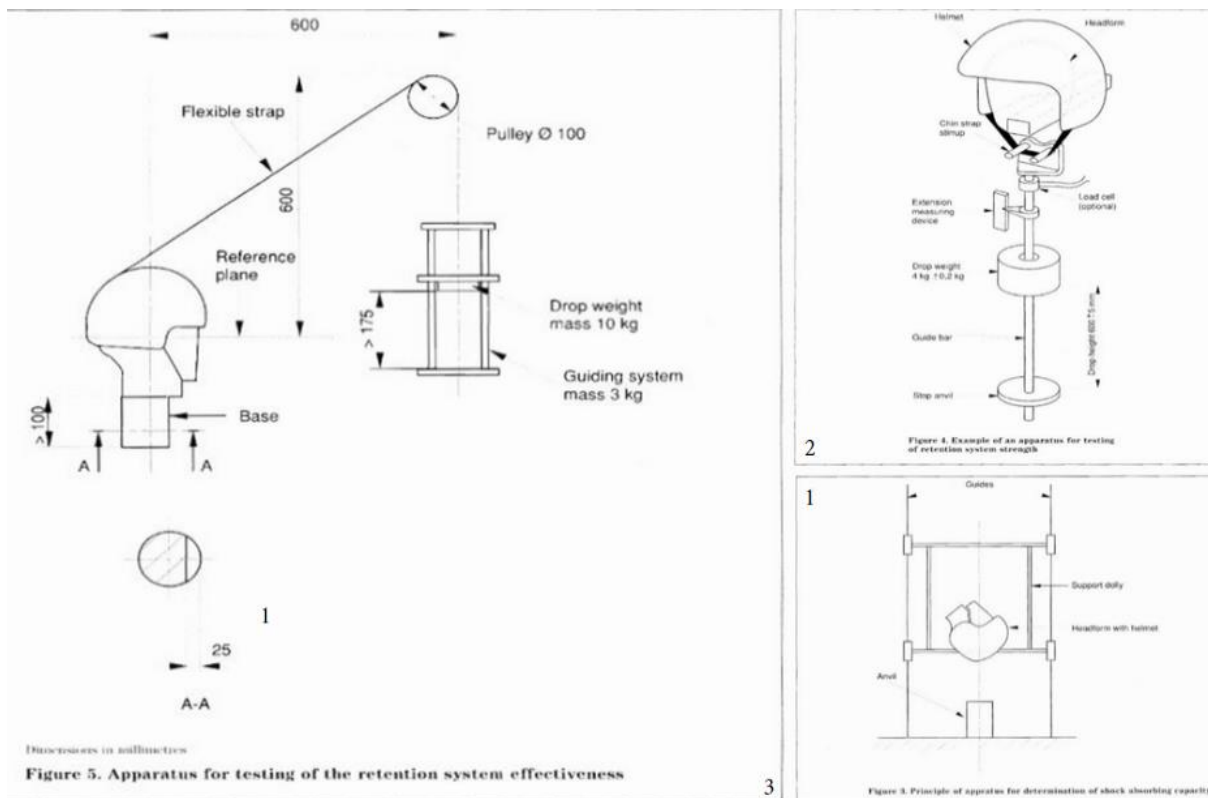
V rámci členství v Evropské unii přijímá Česká republika normy určené pro cyklistické helmy a plnění těchto celoevropsky uznávaných norem. To zvyhodňuje výrobce a distributory tohoto sortimentu na evropském trhu bez toho, aby byli nuceni brát ohled na zákony a normy jednotlivých členských států a mohli na evropském trhu figurovat, pokud tyto normy splňují.

Norma, která je v České republice uznávána se vztahem k cyklistickým helmám se nazývá ČSN EN 1078 + A1 Přilby pro cyklisty a pro uživatele skateboardů a kolečkových bruslí. Předmětem této normy je stanovení požadavků a metod zkoušení pro ochranné pomůcky hlavy jízdních kol a dalších prostředků pro dopravu. Hlavní požadavky a zkušební metody se určují pro:

- konstrukci skořepiny s ohledem na zorné pole uživatele
- schopnost tlumení nárazů a jiných bezpečnostních rizik

- metody značení skořepin

- vlastnosti systémů a příslušenství vztahených k helmě



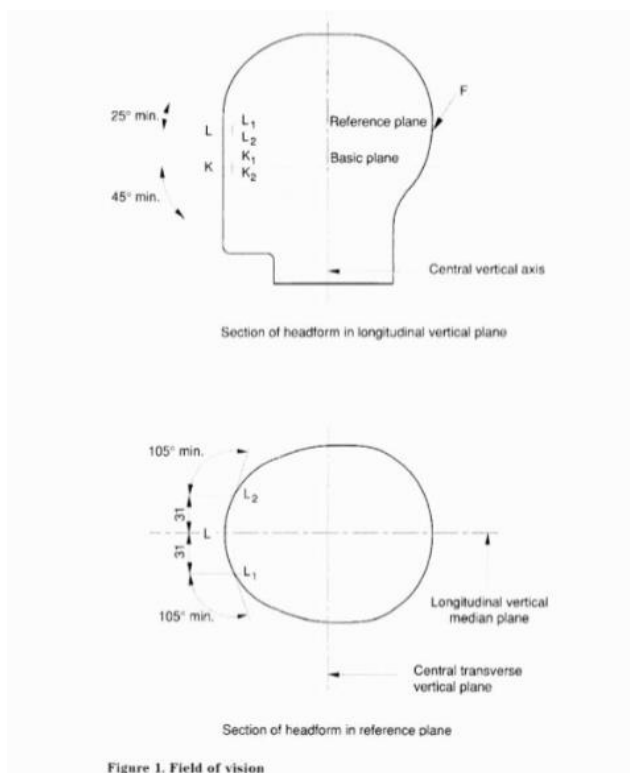
Obrázek 7: Testovací procesy cyklistických helm, zdroj: (Český normalizační institut, 2013)

Testování se provádí za pomoci strojové techniky podléhající stanoveným regulím pro zkušební metody. Je rozděleno do tří hlavních fází. Při každé zkušební metodě je vybráno vždy ze 4 referenčních vzorků helm od všech nabízených velikostí. Zkoušení se dělí na 3 hlavní fáze. První fází je zkouška, která stanovuje schopnost helmy tlumit náraz. Zařízení určené pro tuto zkoušku se skládá z nárazové podložky umístěné na základovou plochu, zařízení pro správné směřování pádu, nosič a další části konstrukce. Zkouška zjišťuje schopnost transformování nárazových sil helmy při pádu z výšky o vzdálenosti 2 metry na kovadlinu. Tato kovadlina musí z hlediska rozměrů odpovídat minimální výšce 50 mm a délce 125 mm. Druhou fází je zkouška zabývající se pevností retenčního systému. Na retenční pásek helmy, která je umístěná na maketě lidské hlavy, je aplikováno závaží o hmotnosti cca 5 a půl kila, které se nechá volně viset a působí zatížením na upevňovací systém. Následně se proces opakuje za pomoci zvednutí a opětovného spuštění závaží. Zkoumá se, jestli systém vydrží a zda se nerozepíná nebo netrhá. Třetí fází je zkouška účinnosti retenčního systému. Provádí se umístěním kladkového zařízení na temenní oblast hlavy. Na toto zařízení je umístěno závaží o

minimální hmotnosti 10 kg. Závaží se následně uvolňuje, a to s maximální vzdáleností 75 mm. Touto zkušební metodou se zkoumá, zda se při situaci, že je helma cizím tělem zachycena, nesemkne z hlavy. (Český normalizační institut, 2013)

3.5.2 Ergonomie

Z ergonomického hlediska se u cyklistických helem zaměřujeme na pohodlí, bezpečnost a ochranu uživatelského subjektu. Oblast umístění, velikosti a tvar retenčních zařízení či zorné pole uživatele jsou standartně zkoumané ergonomické vlastnosti u nabízených produktů. Uživatel je ve výběru často subjektivní. Tvar hlavy i obličejové části se často liší, každý uživatel má na helmy odlišné nároky. Proto existuje na trhu obrovské množství helem a výrobci se často zaměřují na co největší pokrytí požadavků klientely. Mezi důležité ergonomické požadavky vztahující se k výrobě cyklistických helem můžeme zařadit například účinnost zorného pole cyklisty, velikost a tvar helmy, dostatečné množství ventilačního umístění pro proudění vzduchu a ochlazování hlavy uživatele, hmotnost helmy, kompatibilitu s nadstandartní výbavou nebo dostatečné polstrování. U všech těchto ergonomických požadavků se zaměřujeme na co nejlepší splnění z hlediska ochrany a bezpečnosti uživatele a navýšení pocitu komfortu při jízdě. (Český normalizační institut, 2013)



Obrázek 8: Zorné pole uživatele, zdroj: (Český normalizační institut, 2013)

3.6 Technologie spojené s cyklistickou helmou

V oblasti výroby cyklistických helem existuje množství technologií, které neustále zkvalitňují a zvyšují komfort a ochranu spotřebitelů při jízdě na kole nebo jiných dopravních prostředcích. Na trhu figuruje značné množství různých technologií a množství firem se zaměřuje na jejich vývoj. Níže je uveden výběr nejznámějších technologií z oblasti výroby cyklistických helem.

3.6.1 In-mold

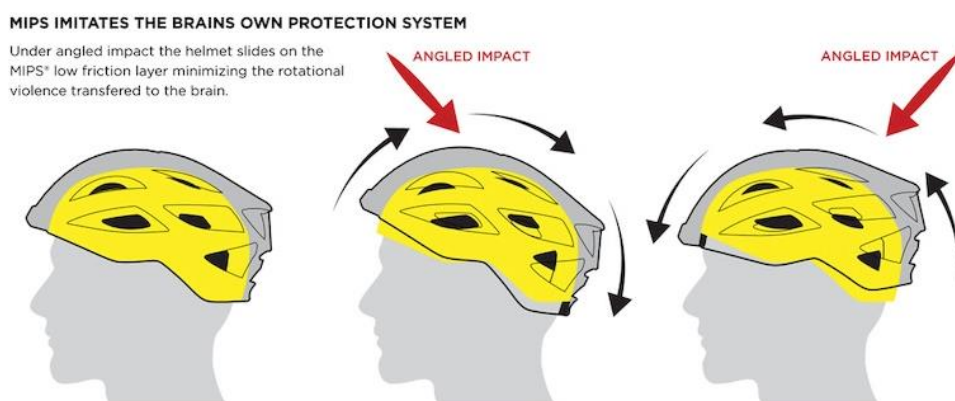
Jedná se o moderní a nejpoužívanější technologii u výroby cyklistických helem. Výrobní proces sestává z přímého spojení materiálů helmy, aby vznikl co nejpevnější spoj mezi těmito materiály. Proces je tvořen vstřikováním a nalisováním vrchního skeletu přilby tvořeného z ABS plastu nebo polykarbonátu na polystyrenovou skořepinu. Pomocí ocelových forem, které materiál rozežřejí, vzniká spojení těchto materiálů a zvyšuje se tak přilnavost povrchů navzájem. (EPS IN-MOLD TECHNOLOGY, 2023)



Obrázek 9: Technologie In-mold, zdroj: (EPS IN-MOLD TECHNOLOGY, 2023)

3.6.2 MIPS

Technologie MIPS, celým názvem Multi-directional impact protection system, je technologie navržena pro zvýšení bezpečnosti cyklistických helem zajišťující snížení rotačního pohybu, který se jinak při nárazu přenáší na hlavu uživatele. Rotační pohyb při pádu je jednou z nejčastějších forem poranění mozku při úderu do hlavy ze šikmé pozice. Tato technologie se skládá z integrované vložky s nízkým třením do skořepiny helmy. Při nárazu se tato vložka jemně posune a přesměruje nárazovou sílu mimo oblast hlavy. (Mips – Safety for helmets, 2023)



Obrázek 10: Technologie MIPS, zdroj: (What Is MIPS Helmet Technology?, 2021)

3.6.3 ANGI

Systém ANGI je speciálně navržený senzor umístovaný na zevnější stranu helmy. Jeho funkce spočívá v přenosu a záznamu rotačních sil. Systém celou dobu sleduje pohyb uživatele. V případě pádu senzor detekuje náraz a v případě, že uživatel nereaguje, vyšle senzor bezpečnostní signál tísňovému kontaktu, který je určen uživatelem, včetně místa polohy. (Senzor pádu ANGi, 2023)



Obrázek 11: Technologie ANGI, zdroj: (Senzor pádu ANGi, 2023)

3.6.4 Koroyd

Koroyd je novou technologií vyskytující se v oblasti ochrany při cyklistice. Jedná se o výkonnou vložku umístěnou do vnitřní části skořepiny, tvořenou z plochy trubek o vysoké hustotě, pevnosti a pružnosti. Díky těmto vlastnostem, především v oblasti flexibility, je zvýšena pevnost v tlaku a snižuje se tak intenzita síly nárazu v případě nehody. Díky této technologii se zvyšuje deformační zóna, která zajišťuje zmírnění zranění uživatele při pádu. (General Electric & Koroyd, 2023)



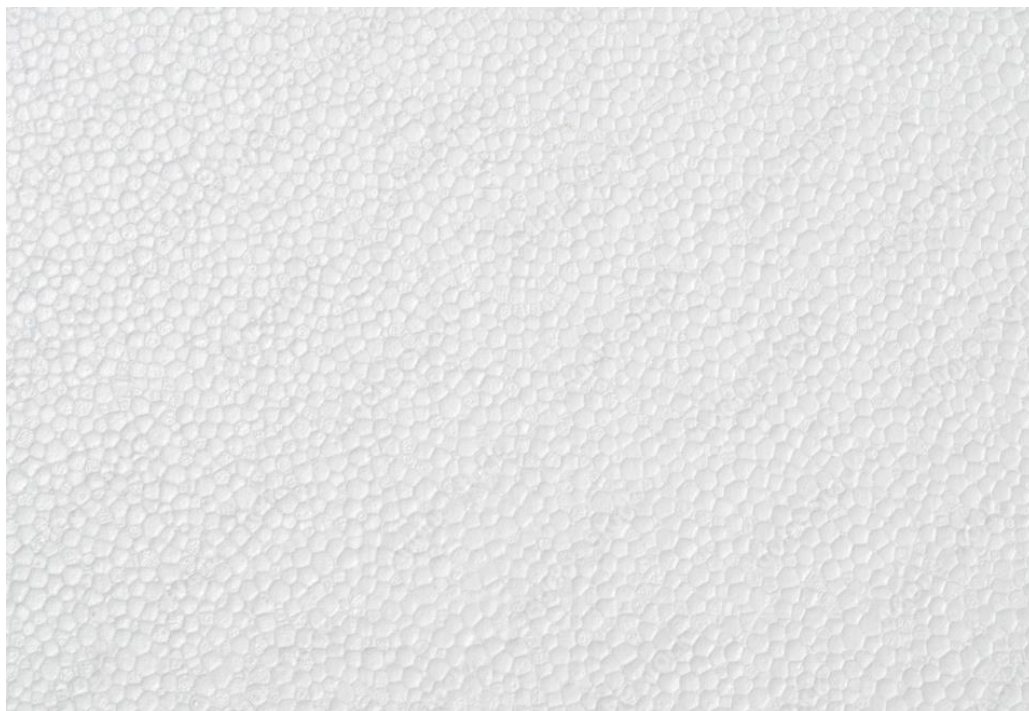
Obrázek 12: Technologie Koroyd, zdroj: (General Electric & Koroyd, 2023)

3.7 Materiály používané pro výrobu cyklistických helem

V tržním prostředí existuje řada výrobních procesů cyklistických helem, které ve své výrobě využívají řadu různých materiálových složek. S tím, jak se posouvá a mění vývoj ochranných helem v tržním prostředí se objevují i nové materiály využívané pro jejich výrobu. Z hlediska výroby se standartně u helem využívají Expandovaný polystyren a ABS plast, doplňkový sortiment je tvořen nejčastěji z nylonových vláken. Existuje řada dalších příslušenství, které mohou využívat i jiné materiály. Níže jsou pospány základní materiály pro výrobu cyklistických helem.

3.7.1 Expandovaný polystyren EPS

Expandovaný polystyren EPS je hlavní materiálovou složkou helmy. Jedná se o velmi lehký, pružný a soudržný materiál a je nejčastější složkou všech cyklistických helem nabízených v tržním prostředí. EPS je termoplastická pěna, vyráběná formou expandování kuliček polystyrenu za vysoké teploty. Vytvoří se tím lehký a pevný materiál s vysokou odolností a vynikajícími izolačními vlastnostmi. U cyklistických helem je tento expandovaný polystyren využíván jako hlavní kostra pro ochranu hlavy uživatele před nárazem. Struktura této kostry je tvořena množstvím uzavřených buněk, které se v případě kontaktu s nárazem deformují a absorbují energii. To snižuje riziko poranění hlavy se stálými důsledky. Další z výhod expandovaného polystyrenu je lehkost materiálu a dobré izolační a tepelné vlastnosti. Tyto vlastnosti jsou důležité pro udržení konstantní teploty hlavy uživatele při pohybu na kole. Expandovaný polystyren je v rámci výroby kombinován s množstvím dalších materiálů, jako je plast nebo textilní materiály pro docílení komfortu, optimální ochrany i vizuálnímu vylepšení. (Ptáček, 2003)



Obrázek 13: Expandovaný polystyren, zdroj: (Adobe stock, 2023)

3.7.2 ABS plast

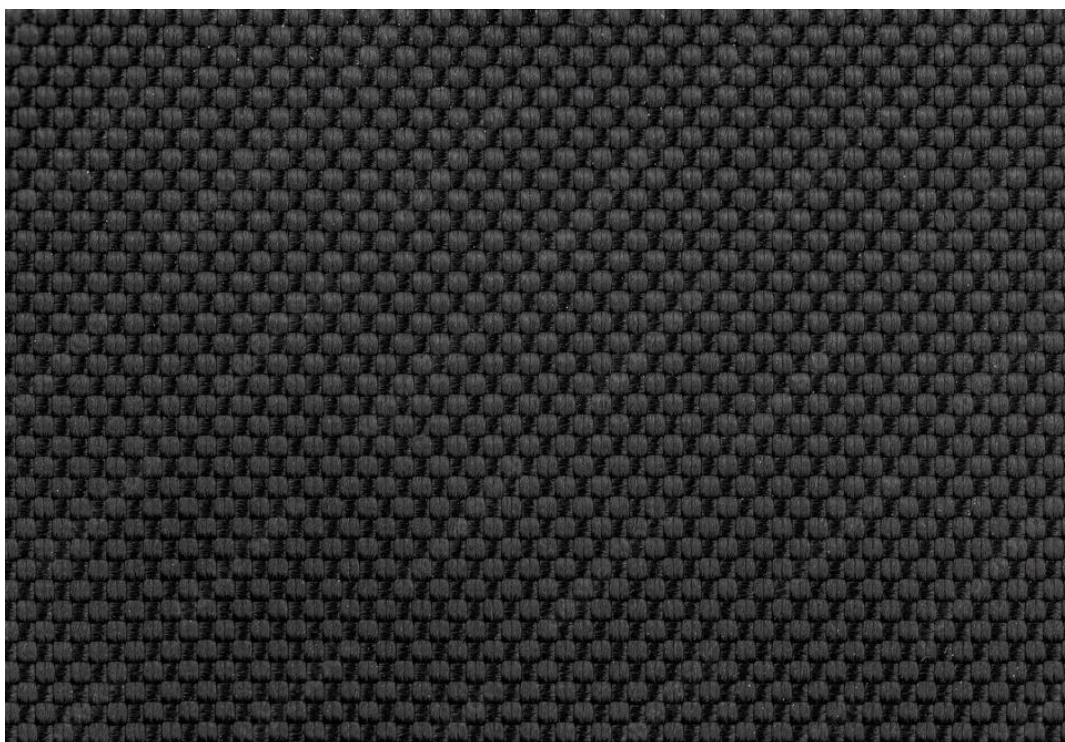
ABS plast, známý také jako Akrylonitril Butadien Styren je průmyslový kopolymer, s vysokou odolností proti mechanickému poškození. Jeho vlastnosti ho staví na přední příčce mezi vyhledávanými složkami pro výrobu cyklistické helmy. ABS plast je díky termoplastickému charakteru možné jednoduše tvarovat do potřebných tvarů a designů a umožňuje tak vytvářet plastické skořepiny velmi organických struktur podle potřeby návrháře. Dalšími výhodami tohoto materiálu je nízká hmotnost a odolnost vůči UV záření a povětrnostním podmínkám. Tyto aspekty jsou důležité při pohybu na kole, protože snižuje nároky na vnější prostředí pro uživatele. ABS plast má schopnost dlouhodobého vystavení v nepříznivých podmínkách bez deformačních změn. Výhodou je také nízká cena a dostupnost materiálu. Díky těmto vlastnostem lze říci, že je ABS plast ideální materiálovou složkou návrhu a díky němu může mít cyklista jistotu v zabezpečení své hlavy. (ABS plasty, 2022)



Obrázek 14: Abs plast, zdroj: (ABS plasty, 2022)

3.7.3 Nylon

Nylonové pásky jsou běžně používaným prvkem u vázání cyklistický helem. Hlavní funkcí těchto popruhů je zajistit, aby helma byla bezpečně připevněna na hlavě uživatele. Díky nastavitelnosti pásků je možné si přizpůsobit těsnění helmy podle potřeby jednotlivce. Správné přizpůsobení pásků zajistí, že se helma nebude posouvat, případně nebudou vznikat otřesy helmy během jízdy. Snižuje se tak riziko vážného poranění ze strany uživatele při pádu z kola. Tyto pásky sestávají z odolného a pevného materiálu. Mají vysokou životnost a jsou účinné a spolehlivé. Pásky jsou propojeny pomocí přezek nebo spon, sloužících k upevnění a nastavení délky pásků. Nylonové pásky jsou snadno čistitelné, vysoce odolné proti vlhkosti a snadno omyvatelné. Díky těmto vlastnostem účinně odolávají potu a nepříznivým podmínkám jako je například déšť. Tyto aspekty jsou důležité pro udržení čistoty z hygienického hlediska. (Materiály: Nylon a vše o něm, 2022)



Obrázek 15: Nylon, zdroj: (Adobe Stock, 2023)

3.7.4 MicroSHOCK

Materiál MicroSHOCK je jednou z materiálových novinek často využívaných v oblasti cyklistických helem. Tento materiál je novinkou v oblasti ochrany lidského těla. Materiál je vysoce flexibilní s nízkou hmotností, má vysoké komfortní a bezpečnostní vlastnosti. Příkladem je vysoké tlumení nárazů. (Impact Protection Material, 2023)



Obrázek 16: MicroSHOCK materiál, zdroj: (Impact Protection Material, 2023)

3.8 Tržní analýza

Důležitou součástí v procesu návrhu je analyzovat tržní nabídku produktů zaměřujících se na ochranu hlavy při jízdě na kole, pro získání potřebného přehledu o typech a charakteristice nabízeného sortimentu. Vzhledem k tomu, že ochranná helma je primárně využívána při sportovních aktivitách a jejich používání není přikázáno zákonem u osob starších 18 let, je trh zaplněn spíše typem helem určených pro sportovní rekreaci. Tyto helmy jsou materiálově a tvarově co nejvíce odlehčené a aerodynamické. Helmy tvarově odpovídající představě této práce jsou v tržním prostředí v poměrně menšině. Tržní analýza je důležitá pro seznámení se s nabízenými funkcemi, praktickými i estetickými vlastnostmi nabízených produktů a cenovou dostupností. Taktéž je možné pomocí analýzy identifikovat nedostatky u nabízených produktů, tyto nedostatky popsat s cílem navrhnout možnosti jejich řešení.

V analytické fázi se tedy prvotně zaměřuji na popis tvaru produktů z hlediska tvarovosti a užitelnosti, ze získaných informací následně formuji další prvky a zaměření na tvar a možnosti provedení pro můj návrh. Na trhu figuruje obrovské množství ochranných cyklistických prvků, a mezinárodně existují desítky společností zaměřujících se na výrobu studovaného sortimentu. Jejich nabídky se různí v tvarosloví, podle typu použití pro konkrétní sportovní aktivitu v rámci cyklistiky, z estetického i cenového hlediska. V takovém případě by tržní analýza čítala stovky nabízených produktů. Níže je rozepsána a doložena nabídka helem jejichž tvar a prvky jsou spíše charakteristické pro volnočasové používání než pro čistě sportovní aktivity.



Obrázek 17: Helma POC MYELIN, zdroj: (POC sports: cycling helmets, 2023)



Obrázek 18: Helma POC Omne Air MIPS zdroj: (POC sports: cycling helmets, 2023)

Helmy značky POC se řadí mezi to nejlepší, co může trh s ochrannými pomůckami při sportování i volnočasových aktivitách nabídnout. V jejich nabídce si lze vybrat jak z prostředků pro náročnější sportovní užívání, tak i pro volnočasové či účelové cestování na kole. Tyto helmy se vyznačují kvalitou svého zpracování i vysokou designovou přidanou hodnotou. Díky optimální hustotě výstelky a tvrdého ochranného jádra poskytují víceúčelovou ochranu uživatele. Mají nízkou hmotnost sofistikované ventilační řešení. Helmy poskytují vysokou úroveň pohodlí s ohledem na funkční složku i nadstandardní bezpečnostní systém Mips proti rotačnímu pádu. Tvar helem je řešen i pro usnadnění uživatele například s pozicováním brýlí při jízdě. Nevýhodou těchto helem je vyšší pořizovací cena, která je v řádech vyšších jednotek tisíců, či absence reflexních a osvětlovacích prvků.



Obrázek 20: Helma Bern Watts 2.0, zdroj:
(Hardloop, 2023)



Obrázek 19: Helma Bern Watts 2.0, zdroj:
(Hardloop, 2023)

Helma značky Bern poskytuje uživateli dokonalou rovnováhu mezi stylem a pohodlím. Je uzpůsobena pro používání v jakémkoliv ročním období díky odnímatelným bočním částem helmy. Tato možnost odnímání zvyšuje provzdušnění helmy, a zároveň snižuje její celkovou hmotnost. Helma disponuje kšiltem pro ochranu před sluncem, zabudovaným ve tvaru helmy samotné. Helma také disponuje systémem Compass Fit, mechanismem s otočným ciferníkem, který umožňuje uživateli jednoduchou manipulaci pro úpravu velikosti a usazení helmy na hlavě. Helma také disponuje integrovaným zdrojem osvětlení ve své zadní části o síle 6,6 lumenů, díky které zvyšuje její přehlednost a upozorňuje okolí na uživatele. Stejně jako helmy značky POC disponuje víceúčelovým systémem Mips s ochranou proti rotačním dopadem.



Obrázek 21: helma GIRO Caden LED, zdroj: (GIRO, 2023)



Obrázek 22: helma GIRO Caden LED, zdroj: (GIRO, 2023)

Helma Giro Caden od značky GIRO nabízí sofistikovaný styl v kombinaci s pokročilou ochranou uživatele před zraněním. Její sofistikovaný tvar je určen tak aby nabídl uživateli příjemný komfort. Integrovaný kšilt z látkového materiálu pak vytváří pocit, že helma není jen ochranný prostředek, ale součást oděvu. Helma nabízí funkci integrovaného osvětlení a univerzální zámek na kolo. Helma se také vyznačuje svojí lehkostí. Nevýhodou této helmy je nedostatečný počet integrovaného osvětlení, které vytváří spíše dojem okrasný než efektivní.



Obrázek 23: Helma Faro UNIT1, zdroj: (unit1gear, 2023)



Obrázek 24: Helma Faro UNIT1, zdroj: (unit1gear, 2023)

Chytrá cyklistická helma FARO nabízí uživateli hned několik velice užitečných funkcí pro pohyb na kole za světla i za tmy a je jednou z nejlépe hodnocených helem na dnešním trhu, oceněna mimo jiné prestižní cenou Red Dot. Helma je vybavená akcelerometry, detekující silný pád. V případě pádu a ztráty vědomí helma vyše SOS signál s polohou na předem určený

nouzový kontakt. Konfigurovatelné osvětlení integrované do těla helmy je ovladatelné pomocí aplikace. Světla helmy reagují na pohyb cyklisty, helma sama detekuje pohyb a spouští například automatická brzdová světla, přední led světlo reaguje na změny síly osvětlení v okolí a přidává automaticky na intenzitě. Světla podporují i vlastní animace a barevnou škálu, takže si uživatel může nastavit variantu osvětlení podle přání. Ventilační systém je šikovně schován v těle helmy tak aby vizuálně nerozbíjel tvar helmy. Světla fungují zároveň jako směrovky díky pomocnému joysticku umístěnému na řídítkách ovládané uživatelem. Mimo to helma disponuje magnetickou sponou, díky které je rozepínání helmy velmi komfortní a rychlé. Tato helma se řadí mezi jednu z nejlepších na trhu, co se uživatelské přívětivosti a integrace prvků do helmy týče. Materiálové rozdělení pro integrované světlo se pak může zdát vizuálně násilné, to umocňuje i síťový materiál překrývající spodní LED osvětlení. V tomto případě by bylo lepší nechat ucelený tvar helmy ve stejném materiálu.



Obrázek 25: Helma Alpina Brooklyn Bike, zdroj: (bike24, 2023)



Obrázek 26: Helma Alpina Brooklyn Bike, zdroj: (bike24, 2023)

Helma Alpina Brooklyn Bike je svým tvaroslovím velice jednoduchá a čistá. Integrované světlo jasně určuje svoji funkci a přispívá k přehlednosti uživatele při jízdě na silniční komunikaci. Kšilt helmy je odnímatelný na magnetické sponě, helmu lze tedy velmi jednoduše odejmout a vrátit. Nevýhodou je to, že je helma vizuálně nudná. Světlo je násilně umístěno do zadní části helmy a vizuálně spíše zavazí. Ventilační otvory jsou také násilně umístěny do horní části helmy.

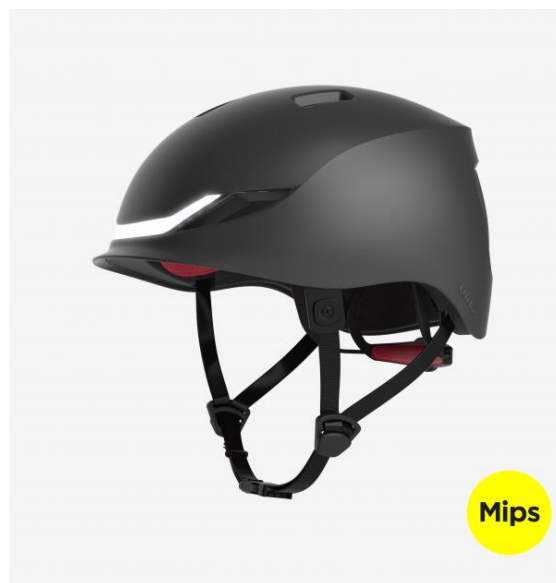


Obrázek 27: skládatelná helma Closca loop, zdroj: (closca, 2023)

Na trhu se v poslední době objevují i nový inovativní typ skládacích helem. Tyto helmy mají velkou výhodu oproti klasickým helmám v jejich skladnosti a nošení mimo jízdu na kole. Helma je složena z jednotlivých kruhových dílů, které se do sebe skládají a vzniká tím plochý skladný předmět, který může uživatel uložit například do batohu nebo tašky. Spoje slouží zároveň jako ventilační systém



Obrázek 29: Helma LUMOS Matrix, zdroj: (eu.lumoshelmet, 2023)



Obrázek 28: Helma LUMOS Matrix, zdroj: (eu.lumoshelmet, 2023)

Helma LUMOS Materix disponuje integrovaným LCD displejem a směrovkami umístěnými po stranách tohoto displeje, Tyto prvky zajišťují dostatečné světelné pokrytí pro pohyb uživatele a přehlednost pro řidiče a jeho okolí. Helma je navržena v jemných křivkách,

s citlivostí kladenou na detaily mezi tvarem helmy a ventilačními otvory. Helma je plně kompatibilní s chytrým telefonem a hodinkami Apple Watch. Přesto že LED panel je na helmě použit primárně jako designový nadstandartní prvek, je pro zajištění bezpečnosti vybaven automatickými brzdovými světly. Helma je vybavená víceúčelovým ochranným systémem MIPS. Další výhodou je aplikace Lumos Companion, která je speciálně navržena pro helmu této značky. Uživatel si může díky ní konfigurovat nastavení světla, kontrolovat výdrž baterie, případně sledovat svůj progres.



Obrázek 30: Helma ABUS Hud-Y, zdroj: (ABUS, 2023)



Obrázek 31: : Helma ABUS Hud-Y, zdroj: (ABUS, 2023)

Helma značky ABUS je ideálním nástrojem pro pohyb na kole v městském prostředí. Je ideální rovnováhou mezi počtem integrovaných prvků s tvarem helmy charakterizující její použití. Má moderní, hluboký tvar, dobíjející magnetickou LED diodu se světelným páskem, kde lze nastavit několik režimů svícení. Helma disponuje rovněž vícepolohovým zorníkem, díky kterému získává kvalitní cirkulaci vzduchu. Vázání helmy je se speciální úpravou pomocí magnetické vložky, díky které lze manipulovat s přezkami pouze jednou rukou. U helmy lze také nastavit protiskluzové popruhy na bočních stranách. Nevýhodou je zbytečná možnost snímatelnosti zadních světel, a vizuálně vadící otvory po celé délce horní části helmy.

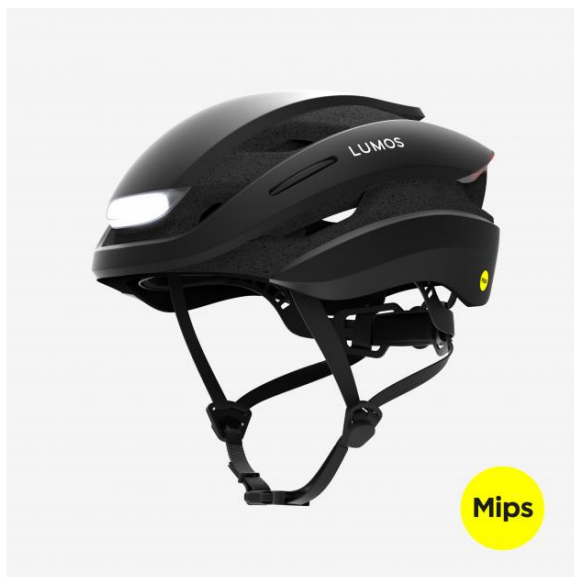


Obrázek 35: Helma ASCENDER Sweet protection, zdroj: (sweetprotection, 2023)

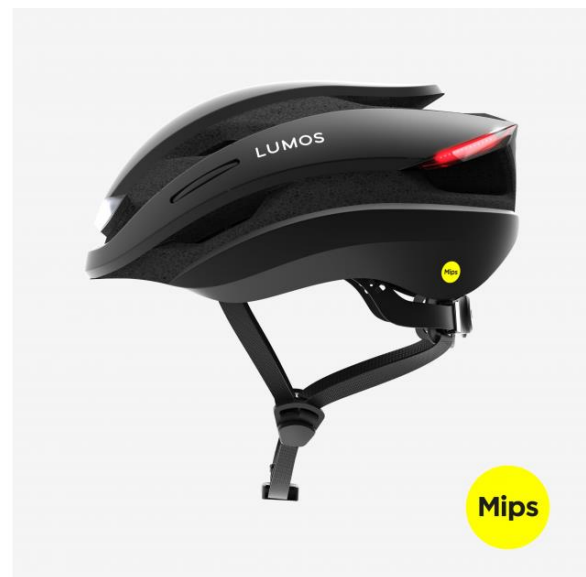


Obrázek 34: Helma ASCENDER Sweet protection, zdroj: (sweetprotection, 2023)

Helma od společnosti Ascender se vyznačuje primárně svoji zvýšenou bezpečností, díky trojitě certifikaci CE EN 1077, ASTM 2040 a EN 12492 a ochrannému systému MIPS. Jedná se o průkopnický design, v rámci kterého je skombinována hybridní ochranná část helmy s měnící se pružností a více huštěnou EPS vystýlkou. Je možné si povšimnout detailu ventilačních otvorů na přední a zadní části helmy, které volně navazují na pojící část helmy. Tvarové detaily na horní části pak dodávají helmě zajímavý vizuální styl.



Obrázek 32: Helma LUMOS Ultra, zdroj: (eu.lumoshelmet, 2023)



Obrázek 33: Helma LUMOS Ultra, zdroj: (eu.lumoshelmet, 2023)

Helma Ultra od značky LUMOS je dalším příkladem vyváženosti mezi technologií a tvaroslovím. V helmě jsou integrovány 3 COB moduly, zajišťující u helmy 360stupňové pokrytí. Uživatelé motorových vozidel tudíž cyklistu nemohou přehlédnout. Helma je vybavena click dial fit systémem, který zajišťuje, aby helma perfektně seděla na hlavě nezávisle na velikosti

ani tvaru. Je kompatibilní s chytrými hodinkami od společnosti Apple a funkcí rozpoznávání gest. Tím zajišťuje uživateli možnost používat při dotyku rukou helmy například směrová boční světla, případně zvýšit intenzitu jasu předního světelného pásu. Helma je velice lehká, celková váha činí pouze 360 gramů. Volitelným vylepšením je i možnost automatických brzdových světel. Helma navazuje svým tvarem na potřebu zvýšit ventilaci hlavy při jízdě, zároveň díky ubrání materiálu snižuje svou celkovou hmotnost a nabízí netradiční tvarové uspořádání, které napomáhá lepší aerodynamice. Výhodou je také nabíjecí systém, Lithiové polymerové dobíjecí baterie 3,7 V, která zajišťuje dlouhodobé a stabilní svícení s nabíjením za velice krátkou dobu. Firma Lumos umožňuje svým zákazníkům také nadstandartní provedení vizuální úpravy polepením dle zákaznickova přání. To a mnohé další činí z helem značky Lumos jednu z nejvyhledávanějších na trhu cyklistických helem do městského prostředí.



Obrázek 37: Helma Smith Express, zdroj: (smithoptics, 2023)



Obrázek 36: Helma Smith Express, zdroj: (smithoptics, 2023)

Pro rušné ulice velkoměst nabízí firma Smith helmu s názvem Esxpress. Tato helma, disponující, stejně jako mnoho dalších helem vyšší kvality, systémem ochrany MIPS, nabízí uživateli několik nadstandartních vylepšujících prvků. Snímatelné hledí v přední části helmy zajišťuje stínění očí proti slunci. Lehká konstrukce tvořená pomocí technologie in-mold, je tvarovaná tak, aby uživateli přesně sedla na hlavu. Uživatel si může velikost upravit pomocí nastavitelného ciferníku. Helma obsahuje 13 prvních větracích otvorů pro stálé proudění vzduchu. Zadní integrované světlo zajišťuje přehlednost uživatele nemotorového jízdního kola a tavnově navazuje na ventilační otvory. Součástí helmy je taktéž lehký, jednovrstvý popruh

s nízkým objemem a reflexními prvky. Zákazník si může vybrat ze 3 velikostí, a to velikosti S, M a L. Dále je k výběru více než 8 barevných variant. I barevnost helmy pomáhá v přehlednosti, zvláště v prostředí a času, kdy je přehled na silniční komunikaci snížený, jako například mlha nebo přítmí.



Obrázek 38: Helma Specialized Tone, zdroj: (Specialized, 2023)



Obrázek 39: Helma Specialized Tone, zdroj: (Specialized, 2023)

Tato helma se vyznačuje především perfektním umístěním skrytých ventilačních otvorů do tvaru helmy. Tyto otvory pomáhají udržet hlavu chladnou, zároveň jsou oku prakticky skryté a vytváří dojem, že helma ani otvory nedisponuje. Integrovaný fit systém zajišťuje úpravu vnitřní vystýlky helmy podle potřeb uživatele. Součástí modelu jsou také reflexní štítky, které napomáhají s viditelností uživatele za podmínek jízdy na kole ve dne i ve večerních hodinách, kdy se snižuje dosah dohledu. Helma splňuje americkou normu bezpečnosti CPSC a je vybavena víceúčelovým ochranným systémem MIPS. Tělo helmy je připraveno na umístění systému Angi. Tento systém je specializovaný senzor, který se umísťuje na helmu, a pomocí měření pohybových sil zjišťuje, zda je uživatel například při pádu v bezvědomí a je nutné vyslat nouzový kód s GPS souřadnicemi. Systém ANGI není součástí produktu, lze ho však dokoupit. Helma je spíše tvarově konzervativní, účel tvaru zajišťuje především funkce ochranná. Nevýhodou helmy může být nedostatečné odvětrání ve snaze co nejvíce zmenšit systém ventilačních otvorů. Helma také postrádá osvětlovací prvky, případně ochranný kšilt proti slunečnímu záření.

4. Výstup z analýzy a formulace vize

U analytické části této práce jsem se postupně věnoval sdružení a kolektivizaci všech dostupných zdrojů a informací k problematice týkající se bezpečnosti v rámci silničního provozu se zaměřením na cyklistiku v oblasti městského prostředí.

Další část analýzy pak přinesla náhled do běžné kategorizace cyklistických bezpečnostních prvků – helem, jejich diferenciaci ve vztahu k prostředí a v závislosti na konkrétních sportovních aktivitách, pro které jsou určeny. Vzhledem k tomu, že se tato práce věnuje navrhování helmy v městském prostředí, následná část analýzy definovala právě městské prostředí, jeho charakteristiku a demograficko-sociální požadavky. Pro potřeby lepšího přehledu v rámci dlouhodobého vývoje bezpečnostních prvků se další fáze analytické části věnovala rozboru v kontextu historického vývoje a v oblasti cyklistiky.

Velmi důležitou součástí analýzy byla přesná definice a diferenciaci bezpečnostních norem a certifikací, na základě kterých je stanovena vhodnost daného bezpečnostního prvku v daném prostředí. Důležitost těchto aspektů vyplívá ze samotné povahy ochranného prostředku – helmy. V návaznosti na definice bezpečnostních charakteristik ochranných prostředků práce dále analyzovala vhodné typy materiálu, které se využívají ve výrobě daného produktu se záměrem vyvodit z analýzy co možná nejvhodnější materiál pro výrobu. Stanovení materiálu bezpečnostního prvku lze totiž považovat za nejdůležitější krok při definování návrhu a jeho následné realizaci.

U stanovené problematiky jsou následně analyzovány technologie, které se používají v oblasti výroby cyklistických helem. Touto analýzou práce došla k částečnému závěru v oblasti zkoumání prvků, které jsou v procesu navrhování nezbytně nutné k porozumění procesu navrhování finálního produktu. Nejdůležitější součástí analytického procesu je zkoumání tržního prostředí a nabízeného sortimentu v oblasti cyklistiky. V této analytické fázi bylo definováno množství nabízených produktů různých společností se zaměřením na ochranné pomůcky pro cyklisty. Zde práce dále definuje nabízené příslušenství, tvarovost a nadstandardní prvky, které se u tohoto sortimentu nacházejí. V této části jsou také jednotlivé produkty zkoumány, jsou oceněna jejich řešení nebo naopak vyhledávány a určeny nedostatky, jejichž řešení je následně aplikovatelné v rámci tohoto návrhářského procesu.

S výstupem z analýzy docházím k poměrně jasné představě o výrobních, materiálových i sociálně-demografických požadavcích. Tyto znalosti jsou následně využity pro určení vize projektového plnění a stanovení si cílů návrhu.

Vize mého projektového plnění je navrhnout ochranný prvek hlavy pro uživatele nemotorových silničních prostředků pro pohyb v městském prostředí. Tento prvek, přesněji cyklistická helma, by měl splňovat primárně všechny potřebné bezpečnostní a ergonomické požadavky, s orientací na cílovou skupinu uživatelů využívající kolo, případně koloběžku na denní bázi, příkladně při cestě do práce, nebo volnočasové aktivitě. Návrh má vycházet z filozofie bezpečnostních ochranných prvků při jízdě na kole v takovém prostředí, kde je zvýšen pohyb jak aut, tak chodců, a je tudíž kladen důraz mimo jiné i na přehlednost uživatele pro oba tyto subjekty.

Mým plánem je navrhnout takovou helmu, která bude tvarovaná v čistých liniích, bez snahy vytvořit z tohoto produktu přímo sportovní vybavení, ale spíše decentní doplněk pro jízdu na kole, který bude korespondovat s vizualitou uživatele, ať už má uživatel oděv volnočasový, nebo společenský. Do produktu chci implementovat osvětlovací prvky, které budou uživateli pomáhat v přehlednosti na silniční komunikaci, a zároveň upozorňovat okolí o jeho pohybu. Tyto osvětlovací prvky chci na helmu umístit tak, aby nebyly upřednostněné před tvarem helmy, ale aby se tvar helmy odvíjel od jejich používání. Mým záměrem z analytické části práce, která se zaměřovala na analýzu navrhovaného produktu a byla nedílnou součástí návrhářského procesu pro zahájení další fáze a po kontrole o splnění všech potřebných požadavků bylo další fází mé práce navrhování, prototypování a ověřování návrhu. V této fázi jsem využíval všech nastudovaných poznatků z analýzy a také z řad odborníků i nadšenců z řad cyklistiky i městského pohybu.

5. Proces navrhování

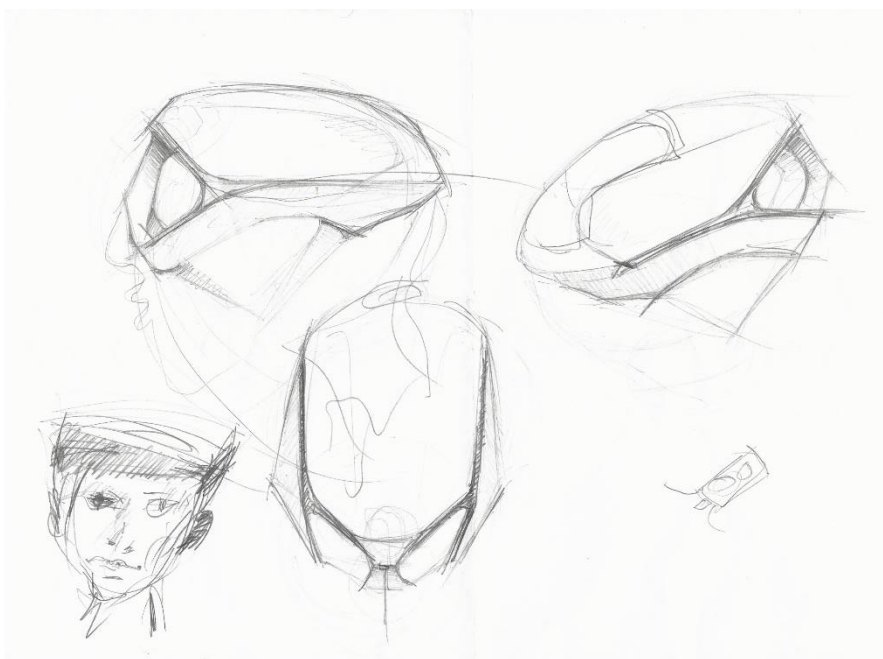
5.1 Stanovení cílové skupiny a záměr návrhu

Jak je již uvedeno v tržní analýze, mým zaměřením byl primárně návrh helmy pro užívání v rámci pohybu na kole v městských částech, případně k rekreačnímu užívání v příměstských oblastech. Návrh je zacílen na uživatele, kteří používají kolo jako prostředek dostupnosti do zaměstnání, relaxační jízdě, případně náhodně v rámci využití například sdílených kol, převážně umístovaných v městských částech. Cílová skupina není přímo omezena věkem, přestože se na trhu vyskytují i výrobky orientované pro děti, adolescenty, případně lidi staršího věku, je používání helmy v největším měřítku u lidí středního věku, kteří kola využívají ve všech skupinách nejčastěji. Kolo je také, díky větší přístupnosti ze strany vedení měst a čím dál tím větší snahy o snížení emisních složek ve městech, daleko častějším prostředkem dopravy ve společnosti. Můj návrh se zaměřuje právě na tento typ uživatelů, kteří, ať již ze zájmu o zlepšení svého zdravotního stavu či z ekologického smýšlení, kolo využívají nejen občasně, ale v rámci denních aktivit, několikrát měsíčně.

Záměrem mého návrhu je umožnit těmto uživatelům získat designový produkt, který bude korespondovat s jejich představou o ideálním doplňku k jejich komplexní cyklistické vizáži a zároveň jim bude nabízet větší pocit bezpečí, díky zvýšenému počtu reflexních a světelných prvků a pohodlí při jejím nošení.

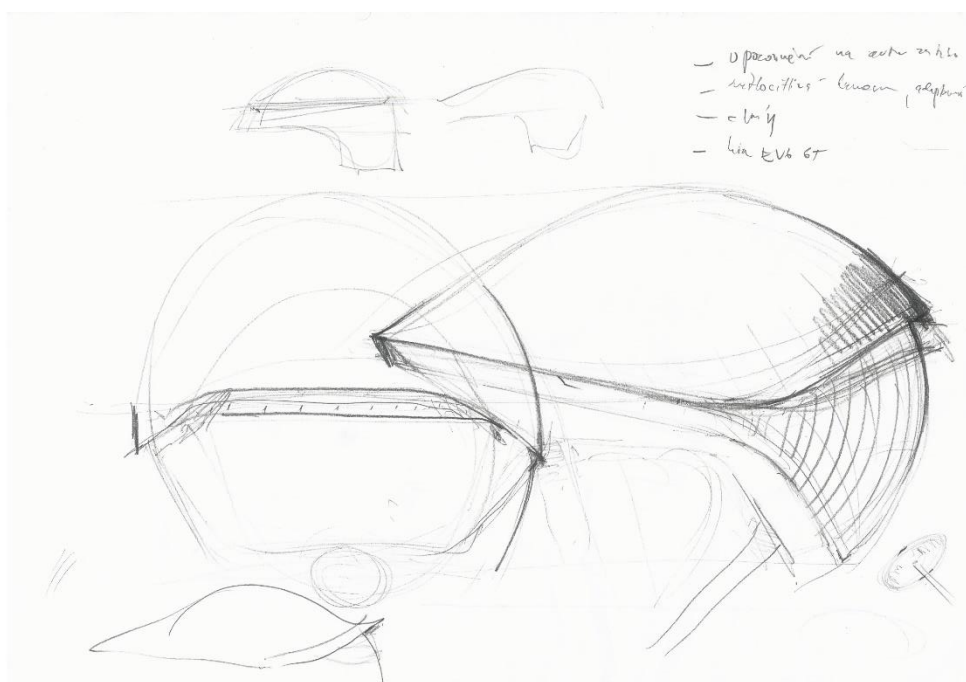
5.2 Počáteční fáze návrhu

Po analýze tržní nabídky jsem se zaměřil na tvarové hledání pomocí ideových skic, formuloval jsem různé tvarosloví pomocí linek a křivek bez prvotního přímého určení. Důležitou podmínkou pro skicování bylo rozvrhnout skici tak, aby rozměry helmy korespondovaly s umístěním helmy na hlavě uživatele. Bylo tedy důležité si nejdříve upřesnit, na které části hlavy by byl tvar helmy uzpůsoben a kde již tvar teoreticky narušuje uživateli například výhled případně překáží určitým obličejovým částem.



Obrázek 40: Archiv autora

Jak je již popsáno v úvodní části, mou snahou je primárně se zaměřit na návrh jako na komplexní celek ve sjednocené formě, bez vystupujících prvků, které by narušily tvarovost návrhu. V postupné fázi navrhování jsem se zaměřil na dva směry navrhovacího procesu. Prvním směrem bylo navrhnout helmu jako více avantgardní prvek, který by vystupoval cíleně ve snaze zaujmout své okolí, šokovat svým tvaroslovím a vybočovat v této formě z konzervativního konsensu cyklistických helem jako spíše nudným prvkem, avšak nezbytným při jízdě na kole v rámci ochrany.

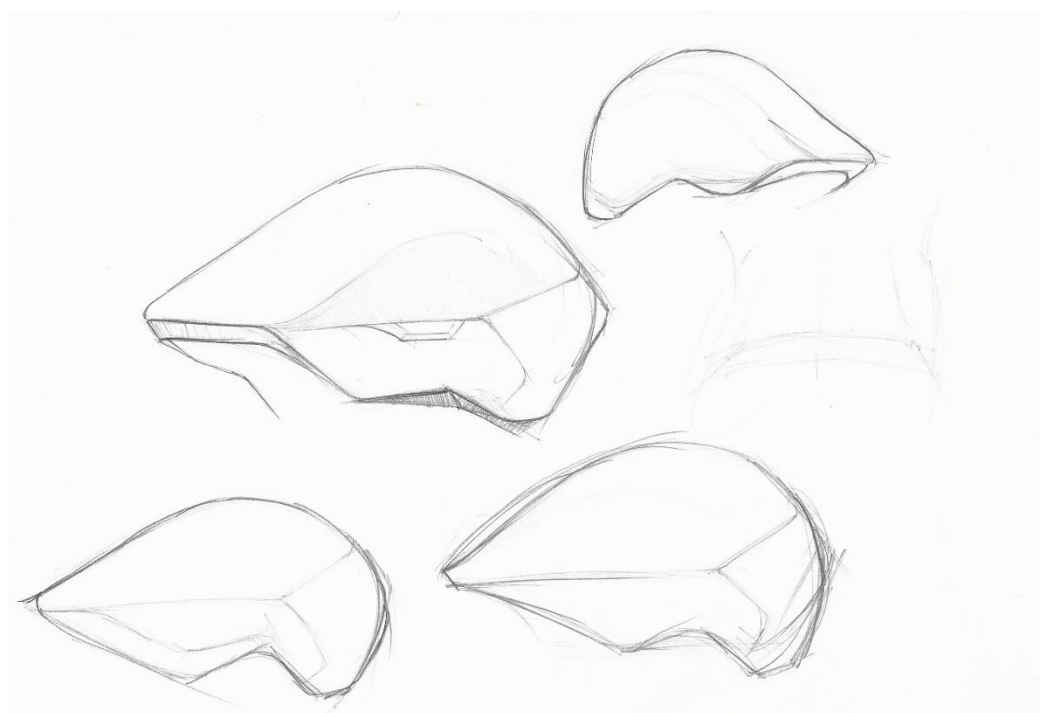


Obrázek 41: Archiv autora

Idea byla vytvořit produkt tvarově nový, který se na trhu nevyskytuje. Tento směr jsem nakonec opustil, jelikož jsem nebyl dostatečně přesvědčený o této formě návrhu, vzhledem k tomu, že funkčnost a bezpečnost produktu by byla potlačována ve snaze o odčlenění se od klasického tvarosloví.

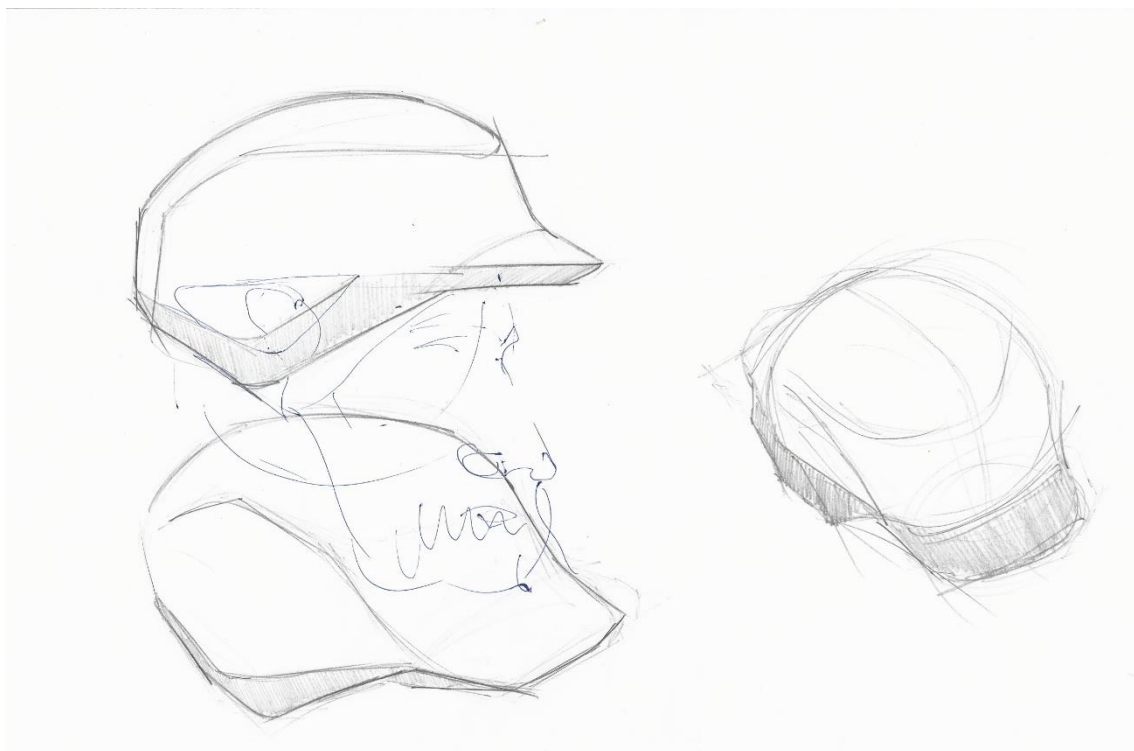


Obrázek 42: Archiv autora



Obrázek 43: Archiv autora

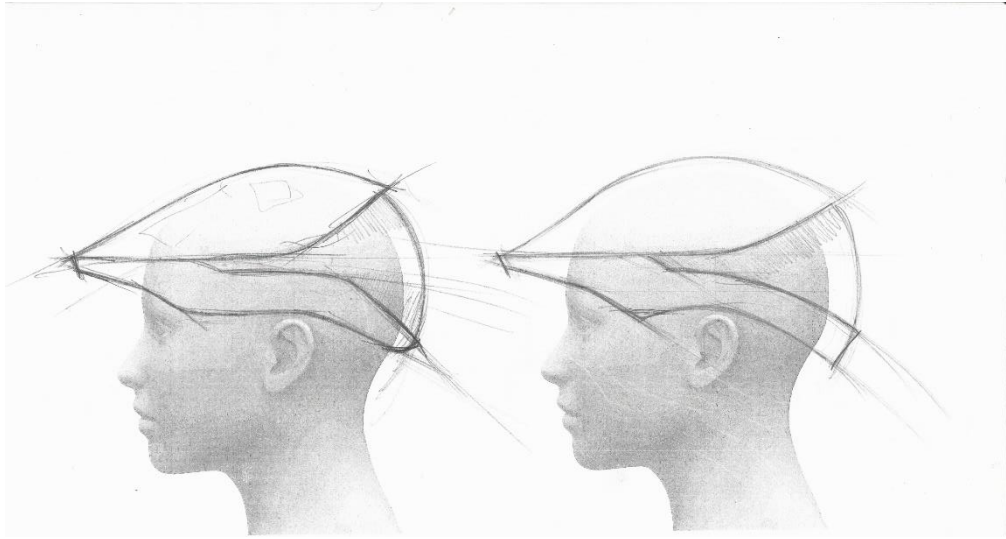
Druhý směr mého zaměření reflektoval spíše konzervativnější přístup k tvarování helmy, ve kterém jsou ponechány základní požadavky na tvarovost, případně sílu materiálové vrstvy, a základní bezpečnostní charakteristiky helmy. U takového typu helmy se pak bude její tvar odvíjet od organické charakteristiky a bude navazovat na osvětlovací a bezpečnostní techniku začleněnou v produktu.



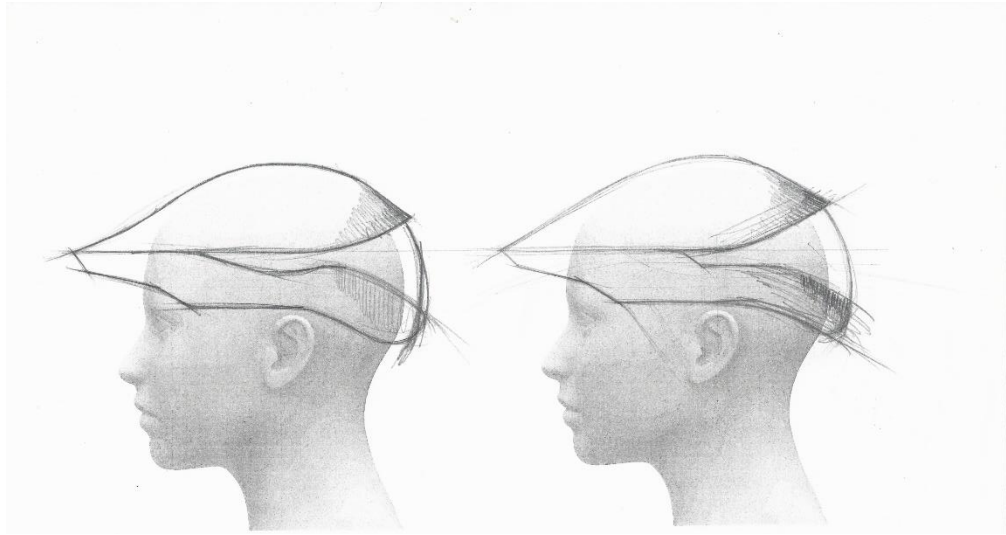
Obrázek 44: Archiv autora

Toto směřování mi bylo v rámci návrhářského procesu bližší, proto jsem se vydal cestou navrhování klasičtější helmy, u které jsem se pak následně věnoval umístění detailů, řešení problémů, se kterými se uživatel při cestě na kole potkává (jako je příležitostný déšť, sluneční svit nebo projíždějící automobily), funkčním principům a variantám těchto řešení.

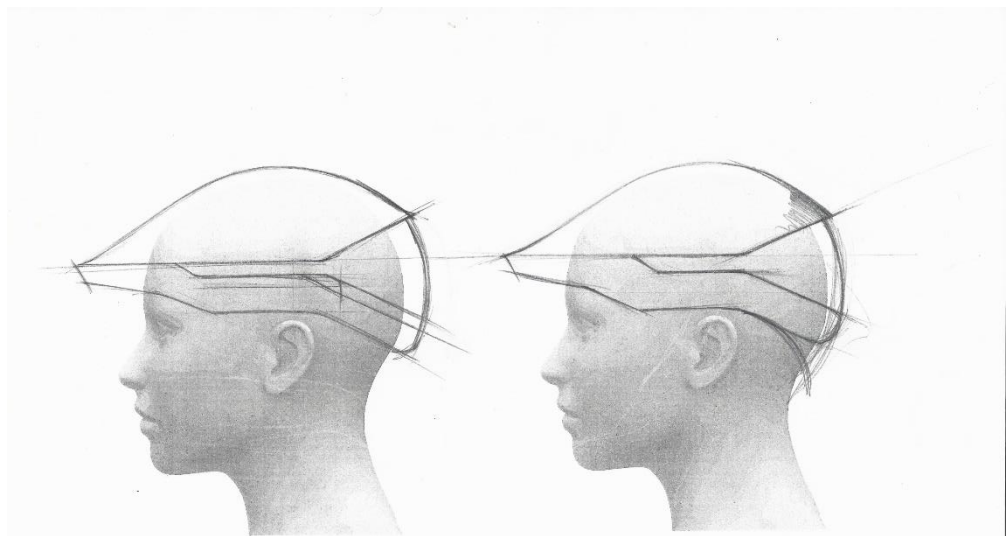
U určení tvaru helmy jsem se zaměřil na tu část helmy, která je nejdůležitější, tedy horní kryt lebky a temene hlavy. Zaměřil jsem se na to, co v případě jízdy na kole je z tvarové stránky pro uživatele důležité. Z analytické fáze jsem získal podvědomí o důležitosti ochrany uživatele před vnějším vlivem. Vyměřil jsem si na několika produktech sílu materiálové vrstvy v několika částech helmy.



Obrázek 46: Archiv autora



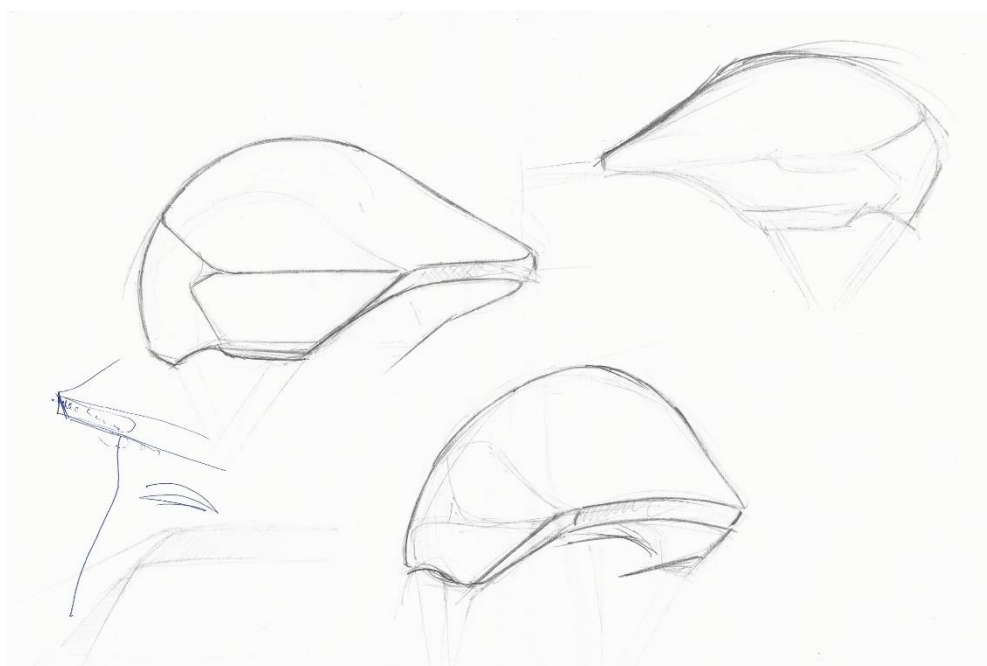
Obrázek 45: Archiv autora



Obrázek 47: Archiv autora

Tohle určení bylo mimo jiné důležité kvůli samotnému tvaru helmy, protože helma má kopírovat tvar lebky, zatímco v čelní části může převyšovat úroveň lidské tváře, v zadní části, kde je při pádu největší nebezpečí zranění, musí být materiálově co nejhustší.

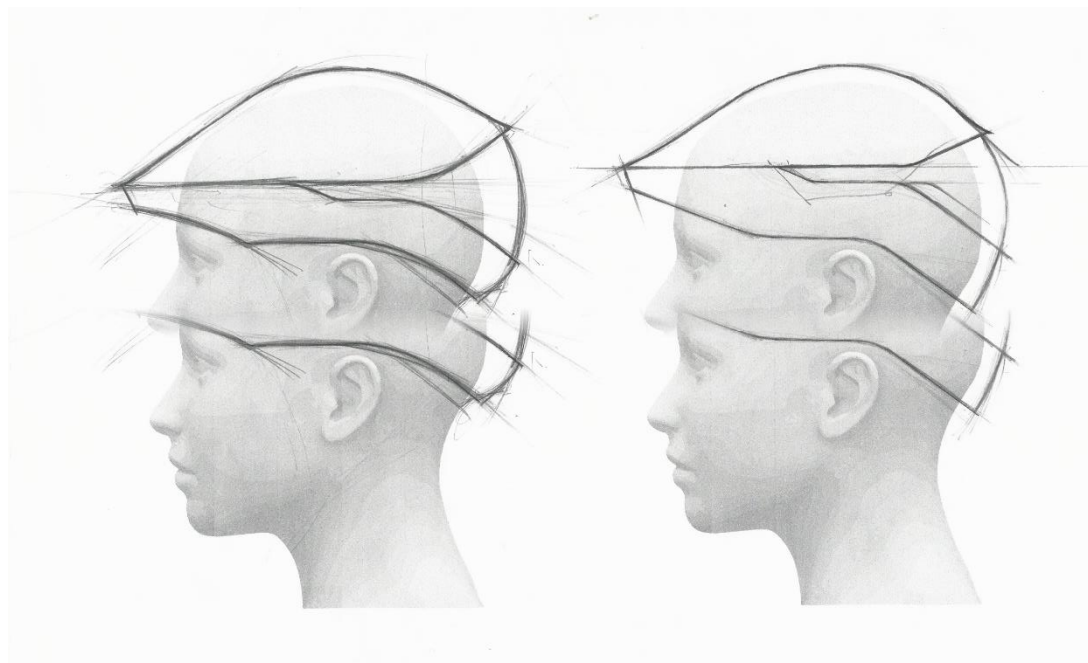
Horní část helmy jsem chtěl vytvořit jako krycí plochu boční a zadní část, odstupňovanou a zvednutou o určitou úroveň, aby byl zachován decentní přechod. U tvaru horní části mi byl inspirací tvar pecky, díky protažení do její užší strany. Tento tvar mi umožnil roztáhnout horní plochu po celé délce helmy, zároveň mi otevřel možnost modelace kšiltu pro ochranu proti slunečnímu záření.



Obrázek 48: Archiv autora

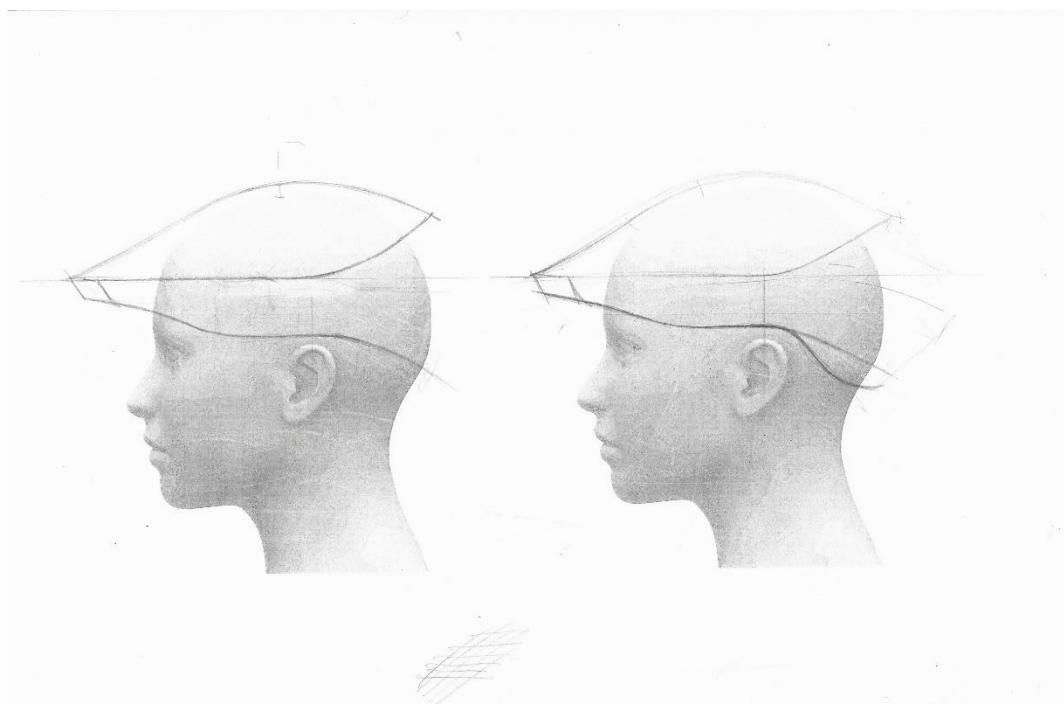
Kšilt bývá běžně užíván, ať už v pevné formě v přední části helmy, nebo jako odnímatelný prvek. Rozhodl jsem se použít samotného tvaru helmy, jehož protažením kšilt jako takový vznikne. Tvar helmy tak bude přímo účelový. Tento tvar mi pak nabídnul i umístění předního světla, které jsem dále rozvíjel v rámci přidáných technologických prvků. Důležitou částí u inovačního charakteru helmy pro mě bylo řešení ventilačních otvorů. Větrání helmy je jednou z primárních záležitostí, které je nutné u této ochranné pomůcky řešit a dodržet. U helmy do městského prostředí není žádoucí, aby obsahovala co nejvíce volného prostoru pro provzdušnění, jako je tomu u sportovních helem, nicméně bylo nutné s tímto požadavkem počítat.

Umístit tyto ventilační otvory znamenalo totiž rozbít celkový tvar helmy a helmu takzvaně otevřít, od čehož jsem se chtěl co nejvíce distancovat. Řešení jsem našel v inspiraci u helmy Specialized Tame, kde jsou ventilační otvory schovány v tvaru helmy díky úhlovým výřezům. Převzal jsem si inspiraci tohoto stylu a aplikoval ji do bočních stran tvarosloví. Tato možnost rovinného otvoru pro ventilaci byla však vizuálně velmi nepříjemná, bylo tedy nutné ji do tvaru zapracovat. Při hledání ideálního tvarování jsem došel k možnosti rozdělení helmy na více částí. Původním záměrem byla myšlenka, že by se helma dala rozkládat na více částí a skládat dohromady. Přesto, že od této varianty nakonec bylo ustoupeno, rozdělení helmy mě přivedlo k nápadu vytvořit takzvaný odstupný schodek mezi boční a zadní částí helmy a horní plochou. Toto odstupnění bude mít počátek v boční straně helmy a bude zastřešovat ventilační otvory, zároveň se protáhne i do zadní části helmy. Zde prvek vytvoří vizuálně zajímavou modelaci, která by řešila umístění pro můj další integrovaný zamýšlený technologický prvek. V rámci dalšího rozvoje tohoto nápadu bylo nutné sjednotit napojení tvaru ventilačního otvoru se zadní částí helmy. Vzniklo několik variant napojení, kde se střídala velikost i tvar a umístění ventilačního otvoru. Zde jsem narazil na doposud největší problém, a to vytvarování zadní části helmy, která, nehledě na svoji tvarovou složitost je zároveň co se bezpečnosti týče nejdůležitějším prvkem k řešení.



Obrázek 49: Archiv autora

Odsazení mezi horní krycí částí helmy, spodní boční a zadní části jsem zároveň tvaroval tak, aby v případě vodních srážek tvar helmy co nejvíce chránil obličejové části uživatele, stejně jako ventilační otvory a elektroinstalaci. Delší posun kšiltu zajišťuje zabezpečení očí v případě deště, ventilační otvory jsou díky umístění a odsazení horní částí důkladně schované a pod úrovní materiálu. Mým záměrem byla i snaha o to, aby uživatel mohl na helmu integrovat například krycí látku či pláštěnku, a o to více zamezil zamokření. V návrhu je nutno počítat také s vázáním ve vnitřní části helmy.



Obrázek 50: Archiv autora

Všechny tyto podmínky a návrhy pro mě bylo nutné ověřit v reálném tvaru, aby bylo možné modelovat celkový tvar i další nové prvky návrhu. Především však bylo důležité si ověřit, jak budou jednotlivé tvárné vzory spolu kooperovat. Všechny získané informace a inovační nápady jsem tudíž začal promítat do reálného měřítka v sochařské modelaci. Průběh této modelace je popsána v další podkapitole.

5.3 Postup návrhu a variace

Po kreativní části, kde jsem si definoval počáteční představu o základním tvaru návrhu, jsem postoupil k variantě ověřovací modelace. Prvně jsem si musel stanovit, jak budu helmu v měřítku tvořit. Vzhledem k antropometrickým předpisům pro mě bylo žádoucí, abych helmu vytvořil v přesném měřítku ve vztahu k reálné hlavě modelu. Abych dodržel všechny předepsané normy a požadavky, musel jsem helmu tvořit ve správné tloušťce, která by odpovídala síle použitého materiálu, a počítat i se skladbou materiálů do sebe.



Obrázek 52: Odlévání hlavy do sádry



Obrázek 51: Nanášení sádrové vrstvy na obličej

Jako model pro svůj návrh jsem zvolil vlastní hlavu, určujícím prvkem bylo poměření vlastní hlavy za účelem přesné specifikace rozměrů. Pro vytvoření podstavy pro návrh bylo nezbytné vytvořit přesný sádrový odlitek obličeje a hlavy tak, aby bylo přesně vymezeno umístění obličejových částí, výška čelní kosti, délka od čela k temeni hlavy a týlní část hlavy. Ve spolupráci s panem MgA. Jarošem a Akad. Mal. Bednářem mi byla aplikována vrstva sádry po celém rozměru mé hlavy i obličejové části.



Obrázek 54: Úprava přední části formy



Obrázek 53: Vytesávání modelu z formy

Po zaschnutí byla sádra rozpůlena a z obličeje sejmuta, následně jsem formu upravil tak, aby nedošlo k únikům. V dalším kroku jsem vylil vnitřní část formy směsí sádry a barviva, ke zpevnění byly použity části obvazového materiálu jako mřížková podpěra. Po zaschnutí jsem pomocí klínu a kladiva rozbil vnější formu tak, aby zůstal pouze sádrový odlitek mé hlavy. Následně jsem zkontroloval a domodeloval zbývající části odlitku tak, aby byla kopie mé hlavy co nejpřesnější.

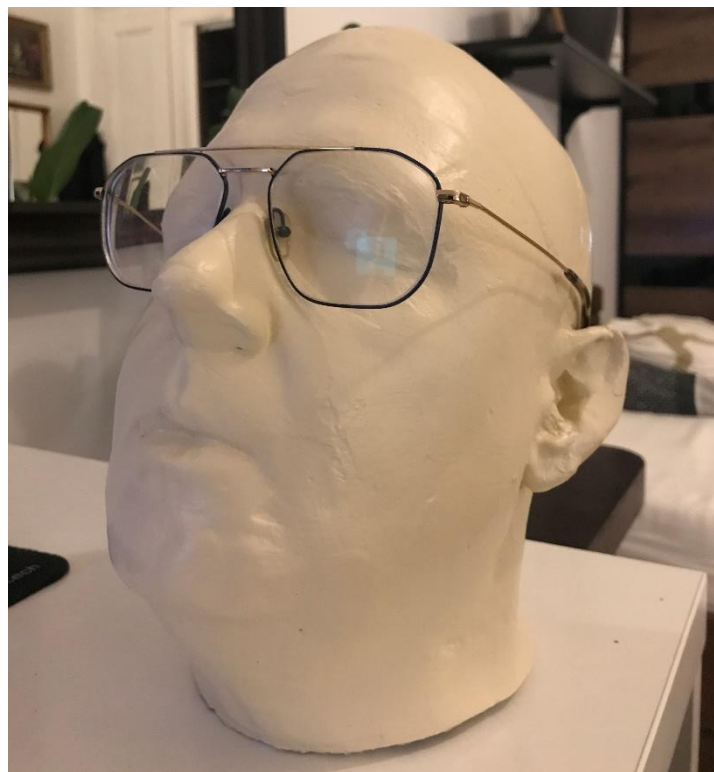


Obrázek 56: Obličejový detail modelu



Obrázek 55: Hlava modelu před úpravou

Bylo nutné si helmu nastavit do pozice, která by simulovala pozici při jízdě na kole, mírný předklon obličejové části jsem vytvořil pomocí speciálně navrženého a sestaveného prototypu držáku s podpěrou ve správném úhlu předklonu.



Obrázek 57: Upravený model obličeje

V úvodní fázi jsem začal aplikovat keramickou hlínu tak abych si vytvořil a definoval celkový rozměr materiálu na hlavě. Přidával jsem materiál podle označení tloušťky na jednotlivých samostatných částech hlavy tak, aby mi proporčně helma seděla. Hlína užitá pro tvorbu tohoto návrhu neslouží k přesnému detailnímu modelování návrhu, šlo spíše o studii tvaru samotného. V rámci zpracování jsem si definoval odstup helmy od uší a oblasti očí, a pozici kam až bude zasahovat část na temeni a ke krku. Následně jsem si helmu návrhově rozčlenil na několik oblastí, u kterých jsem si vyměřil středové dělení helmy, oblast pokrývající horní část hlavy, zkosení zadních a bočních ploch, ubírání materiálu a návaznost tvarových změn na sebe.



Obrázek 58: Počáteční tvarování

U odlitku jsem si definoval kde se budou vyskytovat upínací popruhy a jak na ně bude helma navazovat. Od této definice se odvíjelo tvarování spodního tvaru helmy ve vztahu k boční straně obličeje. Tvar helmy by měl obepínat ušní část a navazovat na část přecházející nad čelem obličeje a krýt co nejvíce plochy hlavy. Zároveň by však helma neměla přesahovat do těchto částí, které potřebují být z důvodu sluchového vnímání co nejvíce otevřené. Pro získání co nejlepšího ověření u jednotlivých krycích ploch hlavy jsem jednotlivé plochy převedl do ostrých geometrických ploch navazujících na sebe. Zde jsem mohl pozorovat jak na sebe plochy navazují, jaké potenciální úhly mezi nimi vznikají a shledával jsem nedostatky v jejich

tvarování. Problematická část spočívala především ve změně tloušťky materiálu a tvarové návaznosti mezi zadní částí helmy chránící oblast mezi temenem a týlem a ploch bočních navazujících od ucha. Zde bylo důležité navrhnout takové řešení, kterým se na sebe plochy napojí, aniž by byl znehodnocen celkový tvar helmy. Helma totiž získávala netypické rozměry a vizuálně se rozbíjela.



Obrázek 59: Zaznačení konstrukčních linií



Obrázek 60: Vytyčení ploch modelu

V rámci modelové studie jsem přišel na další problematiku, kterou bylo přehnané nakumulování tvarové hmoty ve přední části helmy, konkrétně na přední části lebeční. Tato varianta byla původně zamýšlena ke zvýraznění ochranné charakteristiky helmy a předpřípravě prostoru pro umístění doplňkových prvků pro helmu. Horní část navíc měla být po celé délce zploštělá tak, aby se helma dala dobře ukládat. Helma se však tvarově příliš vzdalovala od obecné charakteristiky cyklistické helmy určené do městského prostředí a tvarově začínala více připomínat spíše helmu vojenskou, případně stavební. U těchto helem je důraz kladen na co největší ochranu přední části hlavy. Mé představě však tvar nevyhovoval. Byl příliš masivní a neotesaný.



Obrázek 62: Proces tvorby v pohledu zepředu



Obrázek 61: Proces tvorby v pohledu zezadu

Po fázi měření a určování pozic jednotlivě rozdělených ploch jsem tvar helmy v plochách začal opětovně změkčovat abych docílil sjenodcennosti tvaru. Zaměřil jsem se na vytvarování boční strany, která simuluje umístění polystyrenové části helmy, zde jsem původně modeloval ostrý oblouk přímo za ušní částí, abych získal co nejoblíšší tvar zadní části helmy. Přechod byl však příliš výrazný a vizuálně se většinová část helmy přesunula do zadní části. Vznikl tak kontrast mezi přední zkrácenou a zadní zbytečně prodlouženou a zaoblenou částí helmy.



Obrázek 64: Měření tloušťky vrstvy



Obrázek 63: Měření tloušťky vrstvy v pohledu z boku

V procesu ideového tvoření návrhu bylo nutné v rámci tvarování počítat s mnoha faktory. Tvar helmy sám o sobě neměl podléhat přehnané změně tvaru. Tvarové odlišnosti od více klasického tvaru byly vynuceny skrze potřebu umístit důležité prvky do tvaru helmy pro zvýšení funkční charakteristiky. V návrhu jsem vymodeloval prvotní představu o ventilačním systému helmy. Původní záměr byl umístit vzduchové otvory jak po celé délce helmy v boční části, tak i otvor jako vyústění v zadní boční části helmy po obou stranách v trojúhelníkovém tvaru. Snaha byla vytvořit pomyslnou šipku, předpoklad byl totiž umístit po stranách této ventilace LED páskové osvětlení. Podélný úzký ventilační otvor měl zároveň sloužit jako dělicí složka horní a spodní části helmy. V čele helmy byl vymodelován výřez, který úzce navazoval na boční ventilaci s cílem vytvořit plochu pod úhlem pro přední zdroj světla u helmy. Tento design byl však přehnaně tvarově nestálý. Trojúhelníkový tvar ventilačního výstupu byl moc velký a potlačoval myšlenku čistého sjednocení všech částí helmy. Nápad použít osvětlení po stranách ventilace s návazností z boční strany a dělicí složka helmy však byly dále rozpracovány. Přední část helmy díky výřezu vypadala příliš zkráceně, tvarově nesouměrně se zbytkem těla helmy. Zalíbila se mi šak idea světelného prvku v přední části helmy zabudovaného do materiálu samotného a umístěného pod úhlem, tak aby svítil uživateli rovně v předklonu a tuto variantu jsem začal rozpracovávat.



Obrázek 65: Varianta návrhu z bočního pohledu



Obrázek 67: Proces modelování v pohledu z leva



Obrázek 66: Proces modelování v pohledu z prava

Model jsem dále upravoval abych docílil požadovaného tvaru pro přechod k detailnějšímu zpracování návrhu. V rámci modelování jsem se zaměřil na tvorbu ochranného kšiltu v přední části helmy. Z boční strany jsem zvýšil úhel přechodu od ušní části k čelu a navázal na spánkovou část. Horní část helmy začala dostávat mnou požadovaný tvar a začal jsem modelovat překrytí horní části nad bočními stranami. V této fázi návrhu jsem ukončil práci s keramickou hlinou, jelikož jsem měl již definovány základní tvary a detaily zaměření a keramická hlína již nebyla dostačující v modelovacím procesu. U helmy jsem si ještě stanovil odstup bočního přechodu od spodní části helmy a snížil zaoblení na zátylku

6. Prototypování a testování

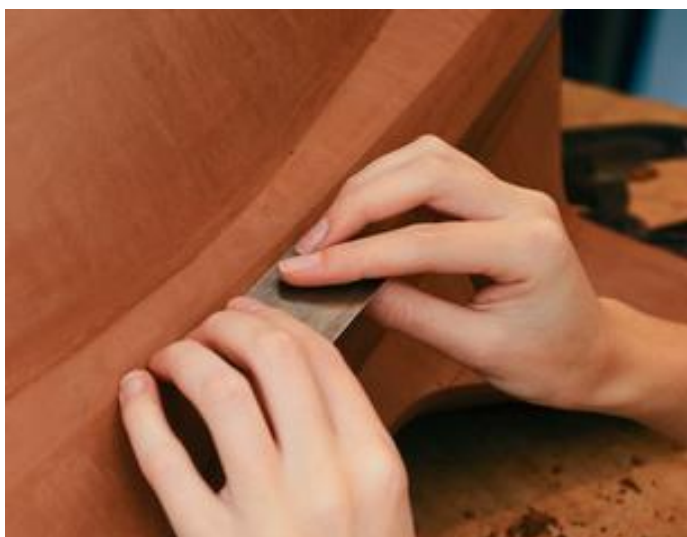
Fáze prototypování a testování je nejdůležitějším bodem v rámci navrhování. Tvaroslovní objektu a design jsou neustále měněny za neustálého pracovního procesu. To, čeho jako návrhář nemohu docílit v rámci prototypování, mi umožňují 3D grafické nástroje s absolutní přesností. Fáze těchto bodů je popsána následovně.

6.1 Ověřování variant

Výstup jednotlivých návrhů v modelářské hlíně jsem završil zkonstruováním přesného modelu v měřítku 1:1 pro které jsem zvolil proces 3d modelace materiálu Marsclay Medium. Jedná se o speciální modelovací hmotu určenou pro designéry průmyslového designu. Tato hmota je ideálním materiálem pro tvorbu splňující vysoké požadavky v návrhářském procesu. Tato hmota nepraská, je bez zápachu. Má vysokou adhezivní složku, a tudíž ji lze aplikovat na různé povrchy jako dřevo, kov, nebo jako v případě tohoto návrhářského procesu, na sádrový odlitek. Hmota je nevysychající a je možné ji opětovně použít i po řadě let. V procesu práce je ji potřeba předeřhát na alespoň 60 stupňů celsia, následně se stává tvárnou. Po vychladnutí získává velmi pevné skupenství, které lze pomocí adekvátního příslušenství dobře opracovávat do nejmenších detailů. (Clay Modelling im Kunst-und Werkunterricht, 2023)



Obrázek 69: Modelovací clay



Obrázek 68: Modelování claye, zdroj: (lehrplanplus.bayern.de, 2023)

Postup práce s touto hmotou byl prvotní rozehrání materiálu ve specializované sušárně, následně jsem vrstvy po částech nanášel na model hlavy. Po dostatečném nánosu, který převyšoval předpokládané rozměry helmy, jsem postupně, za pomoci speciálních Cidlin a nožů, materiál odebíral, dokud nebylo docíleno předustanovených rozměrů. Po důkladném vychladnutí jsem zpevněný povrch uvedl do základních geometrických ploch. Podle potřeby byly postupně přidávány překrývající se vrstvy materiálu, abych docílil stanovených tvarů ploch.



Obrázek 71: Postup návrhu



Obrázek 70: Postup návrhu

Po vypracování základního rozměru jsem se zaměřil na délku přední části helmy. Kšilt helmy, do kterého bylo v úmyslu zapracovat světlo, bylo v původním návrhu příliš krátké, ideálním rozměrem odstupu konce kšiltu bylo 50 mm. V modelu jsem se zaměřil na návaznost spodní hrany na část horní spojující pomyslný polystyren s plochou tvořenou ABS materiálem. Navázání spodních hran je stanoveno tak, aby rozměr nad ušní částí byl 8 mm, tedy minimální rozměr, který je zapotřebí aby byla zachována dostatečná mezera pro komfort uživatele. Bylo stanoveno rozdělení části helmy na spodní, tedy nekrytou polystyrenovou část, a horní část horní polystyrenovou část helmy krytou vrstvou ABS plastu o tloušťce 2 mm. Tento rozměr byl stanoven na 28 mm ve své největší části tak, aby horní rozdělovací část přímo navazovala na umístěnou ventilaci v bočních stranách návrhu a zároveň navazovala na překrytí v části kšiltu. Postupným ubíráním spodní části ploch jsem stanovil úhel sklonu bočních částí tak, aby helma získala zeštíhlení.

Při předpokladu, že uživatel při jízdě na kole bude udržovat hlavu v rovinné poloze, bylo zapotřebí určit úhel světla směřujícího před něj. V případě předních světel se předpokládá mírný úhel směřující dolů, tak aby dostatečně osvětloval vozovku před uživatelem. Rozptyl tohoto svícení by měl být minimálně 2 metry do šířky a 3 metry do dálky. Záleží samozřejmě na intenzitě osvětlení a síle lumenů světelného prvku.



Obrázek 72: Postup návrhu

V mnoha případech je světelný prvek řešen formou svítliny umístěné na řídítkách kola, případně snímatelná svítlna umístěná na přední straně helmy. V případě mého návrhu se jedná o zakomponování světla do těla helmy. Vzhledem k charakteristice návrhu nebylo mým úmyslem umísťovat světelné prvky nadstandardně na produkt samotný. Pro toto osvětlení bylo zapotřebí počítat se sklonem přední části, aby dostatečně osvětlovala prostor, kam směřuje hlava a především zrak uživatele.

Sklon přední části jsem definoval jak z návaznosti na boční strany a především spodní část kšiltu, tak i s ohledem na potřebný úhel pro svícení. Prvotním určením sklonu byl úhel 30°, tento sklon svícení jsem zkoumal pomocí světelného prvku, který jsem si na model umístil. Úhel sklonu jsem následně upravoval podle potřeby, dokud jsem nedocílil ideálního poměru mezi tímto úhlem sklonu a rozptylem svícení. Úhel tohoto sklonu jsem následně tvaroval v návaznosti na boční části helmy, aby vznikla sjednocená plocha. Následně jsem se zaměřil na dotvarování horní plochy helmy. Tvar této plochy měl odpovídat mé snaze o pokrytí celé horní části helmy tak aby byl ponechán dostatečný rozměr pro odsazení.



Obrázek 73: Postup návrhu

Záměrem bylo vytvořit krycí složku helmy pokrývající co největší plochu lebeční části hlavy s důrazem na odsazení této horní plochy s plochou chránící temenní část. Plocha pro odsazení mi zároveň definovala umístění světelných prvků pro signalizaci, jinak známé pod termínem směrovky. Umístění ventilace jsem na modelu definoval právě tímto odstupem ploch, kde boční části jsou zafrézované do plochy pod hlavním krycím štítem a hlavní ventilační oblast je umístěna do prostřední části zadní plochy mezi předdefinované směrovky. Původním záměrem stanoveným podle skic a ideových modelů, bylo vytvořit ostřejší přechody spodních hran tak, aby její tvarování co nejvíce napomáhalo získat zakulacený tvar zadní části helmy. Zadní část helmy však byla díky této úpravě příliš hmotná a bylo zapotřebí ji tvarově odlehčit. Spodní hrany helmy jsem tudíž tvaroval do více organických křivek s citlivější návazností jak na přední část helmy, tak na zaoblenou zadní část helmy. Z původního tvaru, který byl více zaoblen jsem díky úpravě přední části a nastavení jemnějších ploch získal protáhlejší tvar.



Obrázek 74: Postup návrhu



Obrázek 75: Postup návrhu

Toto tvarosloví více odpovídalo mé představě o designu helmy do městského prostředí. U helem sportovního charakteru je kladen důraz ve tvarování co nejvíce zaoblené a materiálově odlehčené helmy s co největším podílem ventilačních otvorů pro větší provzdušnění. Tvar mého návrhu je více konzervativní. Snaha o co nejmenší odpor vzduchu je potlačena s důrazem na větší krycí plochu hlavy. Tloušťku bočních částí helmy jsem odvodil dle analýzy helem z tržního prostředí a díky tvarování sklonu bočních ploch k hlavě. Tloušťka bočních stěn je 20 mm. V modelu bylo počítáno s potřebným prostorem pro hlavu uživatele a vázacího nastavitelného mechanismu pro lepší upevnění helmy na hlavě a zvýšení komfortu.



Obrázek 76: Postup návrhu

Zásadní problematikou bylo vytvarovat boční prolnutí ventilačních otvorů do plochy, aby byly tyto plochy chráněny před zanesením částic z vnějšího prostředí, nebo v případě pohybu na kole v dešti od kapek vody, které by vystavily uživatele promočení hlavové části. Z obsáhlého tvarového hledání jak ve skicové, tak v ideové fázi jsem vyvodil ideální tvar ventilace jako otvor pokoseného obdélníkového tvaru, který je umístěn ve vytvarovaném prostoru pod horní krycí maskou helmy. Tuto plochu jsem definoval s délkou zahloubení 3 mm. Plocha, která kryje tuto ventilaci zároveň navazuje na odsazenou část rozdělující horní krycí plochu temene hlavy a část chránící zátylek. Tyto tvary byly navrženy v souladu s bezpečnostními požadavky na helmu. Je zde ponechána dostatečná tloušťka polystyrenu, krytá 2 mm vrstvou plastu ABS.

Při modelaci zadní části jsem se zaměřil na problematiku umístěných bezpečnostních a ochranných prvků helmy, tvar jsem definoval podle potřeby zakrýt co nejvíce oblasti zátylku a šíje a zároveň vytvořit ideální poměr hmoty potřebný k této ochraně. Důležitým aspektem bylo rovněž navázat tvar zadní části tak, aby celkový tvar helmy postupně přecházel v jemnou organickou strukturu od počátku přední části až po její konec. Zároveň aby vznikla co nejelegantnější spojovací plocha s bočními částmi.



Obrázek 77: Postup návrhu

Vytvaroval jsem mírně zkosený oblouk, který pomocí tvarové křivky průběžně naváže na zadní plochu v oblasti šíje. V této části jsem vzhledem k příliš vizuálně hmotnému tvaru odstranil část plochy, kterou sem zarovnal. Ostrý přechod mezi rovnou plochou a zaoblenou částí byl příliš strohý a neúčelný. Tvar jsem zjemnil pomocí obloukové plochy, do které jsem umístil zadní bezpečnostní osvětlení. Na této ploše jsem zároveň definoval i umístění senzoru pro snímání slepého úhlu. Tyto technologie následně zpracovávám v další fázi prototypování.

Ve fázi ověřování variací návrhu jsem se zaměřil také na umístění upevňovacího mechanismu. Tento mechanismus je součástí většiny cyklistických helm a slouží k nastavení

a upnutí na hlavu uživatele, tento mechanismus zajišťuje uživateli bezpečné držení helmy na hlavě a uživatel si pomocí tohoto upínání nastavuje vnitřní obvod helmy, případně i výšku uvnitř skořepiny. Uživatel si může individuálně nastavit velikost tak, aby byla helma na hlavě co nejkomfortněji usazena, zároveň aby byl ponechán dostatečný prostor pro přidání adekvátního příslušenství v závislosti na enviromentálních podmínkách.



Obrázek 78: Postup návrhu

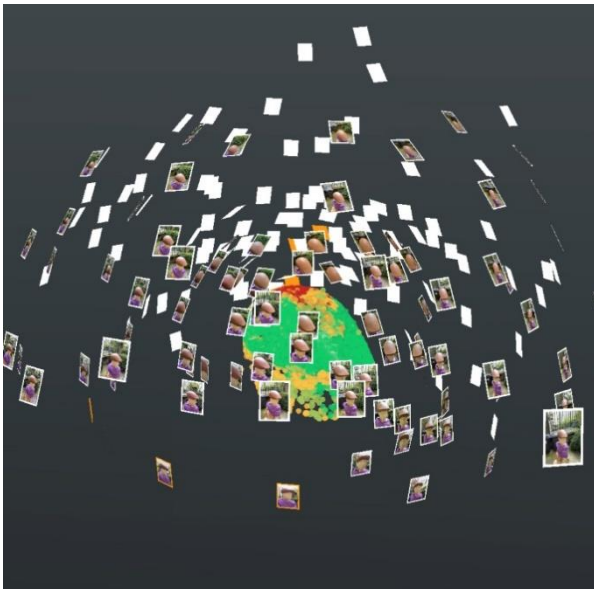
Příkladem je například čepice v zimním období. Mechanismus je složen z tvrdých částí – (úponů), spojujících jej se skořepinou a z měkkých částí (popruhů), sloužících k připoutání helmy k hlavě. Původním záměrem bylo umístit v modelu upínací mechanismus pod úroveň skořepiny, tudíž ve spodní části šíje, jak je tomu ostatně u většiny helem jak sportovního, tak městského typu. V tomto případě bylo nutné počítat s výřezem do zadní části skořepiny. Tato varianta však neodpovídala mé představě jednotného tvaru helmy, který se v závislosti na této

variantě měnil. Další možností bylo vytvořit mechanismus úplně nový a ten umístit jako přímou součást skořepiny. Tento systém by fungoval na principu „push-to-use“, tedy stlačením kolečka mechanismu, který by se tímto způsobem vysunul ze skořepiny a bylo by možné s ním manipulovat pro změnu vnitřního obvodu. Tato varianta, přestože je z teoretického hlediska přínosná pro zachování čistého vnějšího tvaru skořepiny, není z praktického hlediska použitelná. Mechanismus by musel být pevně nainstalován přímo do polystyrenového těla helmy a nebyla by zajištěna dostatečná funkčnost. Další variantou bylo umístit celý mechanismus do vnitřního obvodu helmy, tak aby byl skrytý pod skořepinou, ale zároveň plnil svou funkci. Pro tuto variantu bylo nutné snížit tloušťku ve spodní části skořepiny tak, aby byl vytvořen dostatečný prostor pro umístění. Tloušťku helmy v oblasti šíje jsem tudíž snížil o požadovaný rozměr na 10 mm. Změna tloušťky v oblasti šíje nesnižuje zabezpečení uživatele při potencionálním pádu z kola. Přední popruhy mechanismu bylo nutné připevnit do přední části helmy tak, aby vznikl dostatečný úchyt pro mechanismus ke skořepině. Spoj popruhů se skořepinou jsem umístil ze spodní části po obou stranách helmy ve spánkové oblasti. Umístění se nabízelo vzhledem k tvaru helmy i potřebě oddálení popruhů pro dostatečný prostor na ušní část.

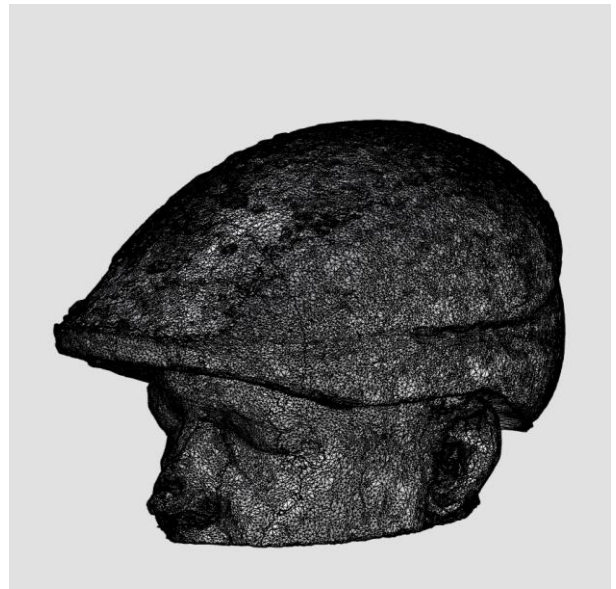
6.2 Modelování finálního modelu

Výstupem z tvarového hledání a ověřováním variant prototypů byl model helmy v měřítku 1:1 v industriálním clayi. Většina návrhů a změn vznikla v procesu modelování hlínou. Výstupem jsem získal poměrně přesnou představu o tvaru návrhu a umístění mnou zamýšlených nadstandardních prvků, o celkových rozměrech návrhu i základní koncept materiálové skladby.

V další fázi modelování jsem využil systém, který slouží k zaznamenávání a 3D skenování objektů. Jedná se o takzvaný proces fotogrammetrie. Objekt je snímkován pomocí kamery ze všech pohledových úhlů skenovaného objektu. Vznikne soubor se stovkami snímkováných pohledů na objekt. Pohledy se ukládají do virtuálního prostoru, který si lze jednoduše upravovat podle potřeby a účelu skenovaného modelu s následnou digitální rekonstrukcí. Vzniklý model se skládá ze sítě polygonů, která vytváří digitální model povrchu modelu. Vzniká tak kompletní síťový 3D model s využitím interpolace plochy.

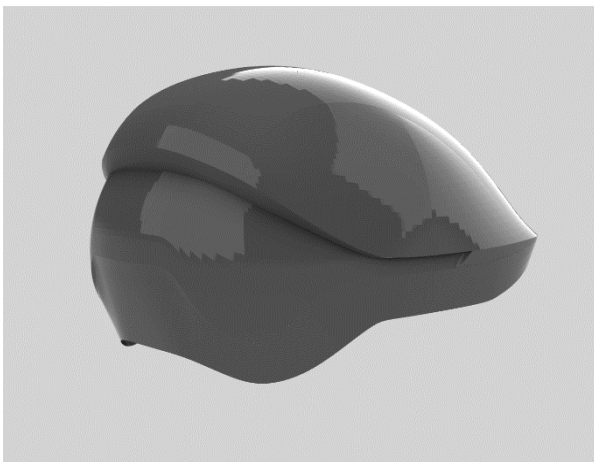


Obrázek 79: 3d skenování

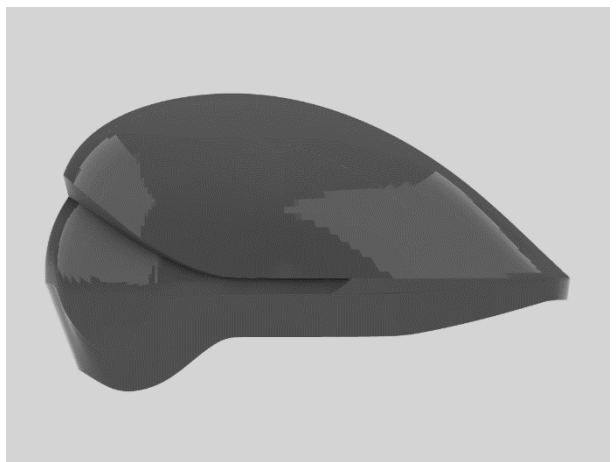


Obrázek 80: skenovaný model hlavy

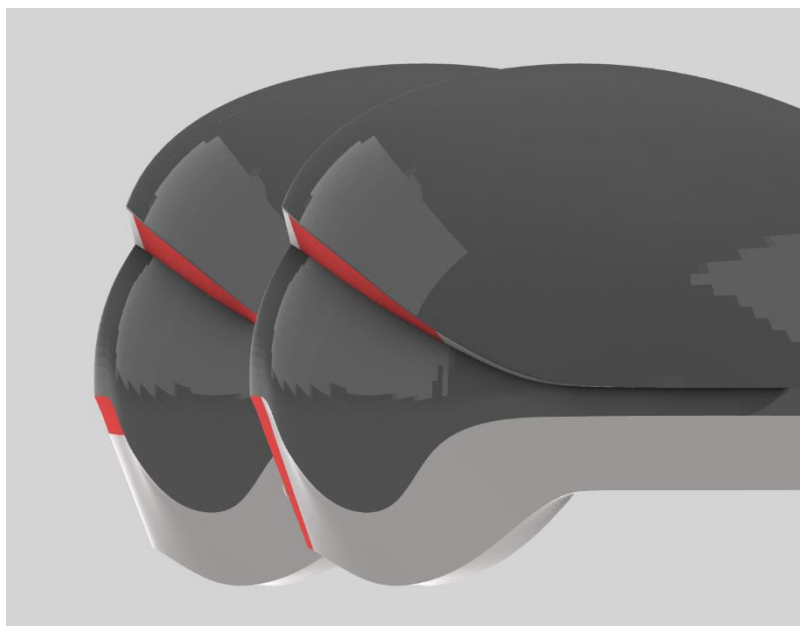
Pomocí tohoto systému jsem si vytvořil kopii modelu mé helmy ve 3D grafice. Sken však vykazoval stopy nedokonalých ploch a nerovností. Sken jsem využil jako podklad pro určení modelace ploch. Pomocí modelu jsem si vytvořil síť křivek jako základní kostru pro plochy mého modelu. Tyto křivky jsem upravoval a modeloval tak, abych docílil čisté organické vnější plochy modelu. Pomocí matematického modelu pro vygenerování ploch a křivek NURB jsem tvaroval mnou navržené tvary a záhyby a tím si definoval povrchový tvar objektu. V této fázi bylo nutné počítat s dělením modelu dle materiálové skladby. Většina modelu se skládá z polystyrenové skořepiny, která tvoří většinu materiálu helmy. Části temene, šíje i přední a boční části lebeční jsou následně opláštěny vrstvou tvrzeného plastu ABS.



Obrázek 82: 3D modelace



Obrázek 81: 3D modelace



Obrázek 83: 3D modelace

V průběhu modelace se měnily určité předdefinované parametry. Původní plocha spodní části helmy měla nedostatečný úhel sklonu a předěl této plochy s horní vrstvou byl příliš ostrý. Vytvaroval jsem rovinnou plochu dělicí horní část krunýře, která měla stejnou šířku jako umístění bočních ventilací. Tato plocha se postupně zužuje až do oblasti kšiltu, kde navazuje na dělicí hranu odsazení ABS vrstvy od polystyrenu.

Postupně v modelaci dochází ke snížení zaoblení prostoru mezi boční a zadní částí modelu. Křivka, která definuje spojení odsazené plochy pro ventilaci, je nahrazena tvarováním sklonu zadních částí přechodu mezi plochou v oblasti temene a týlní oblasti, pod kterou je umístěn upevňovací mechanismus.

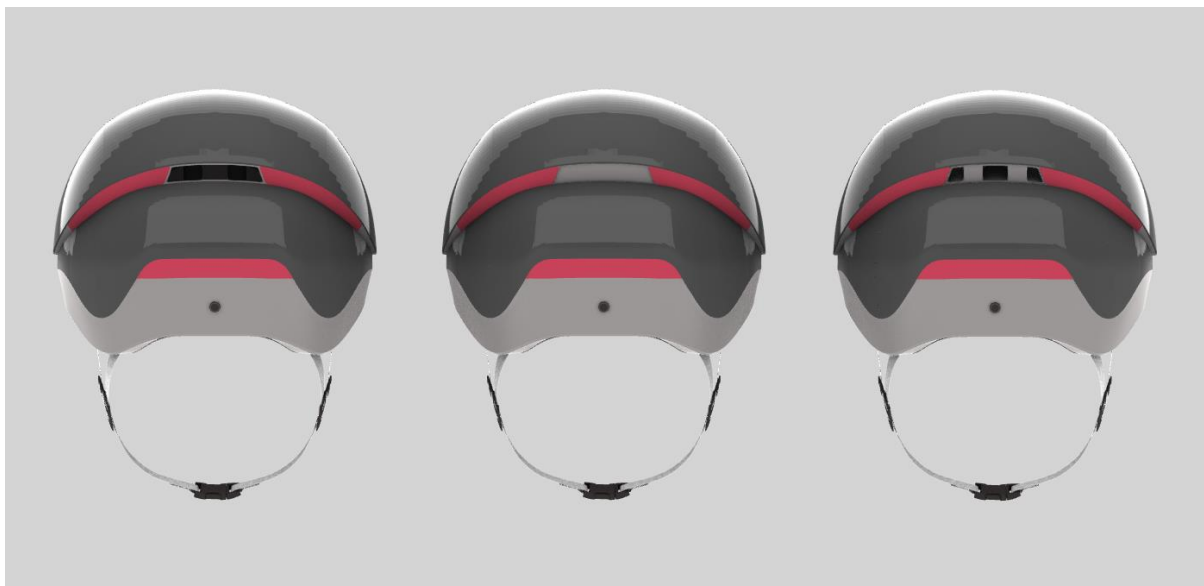


Obrázek 84: 3D modelace



Obrázek 85: 3D modelace

U modelace světelných prvků jsem se zaměřil na co nejlepší umístění světel do plochy. Tvar a velikost světelných prvků byla definována vytvořenými plochami a umístění bylo řešeno tak, aby byly prvky co nejvíce přehledné. V předpokladu, že je cyklista vyvýšen při jízdě na kole bylo potřebné počítat se sklonem světel k pozici řidiče automobilu.

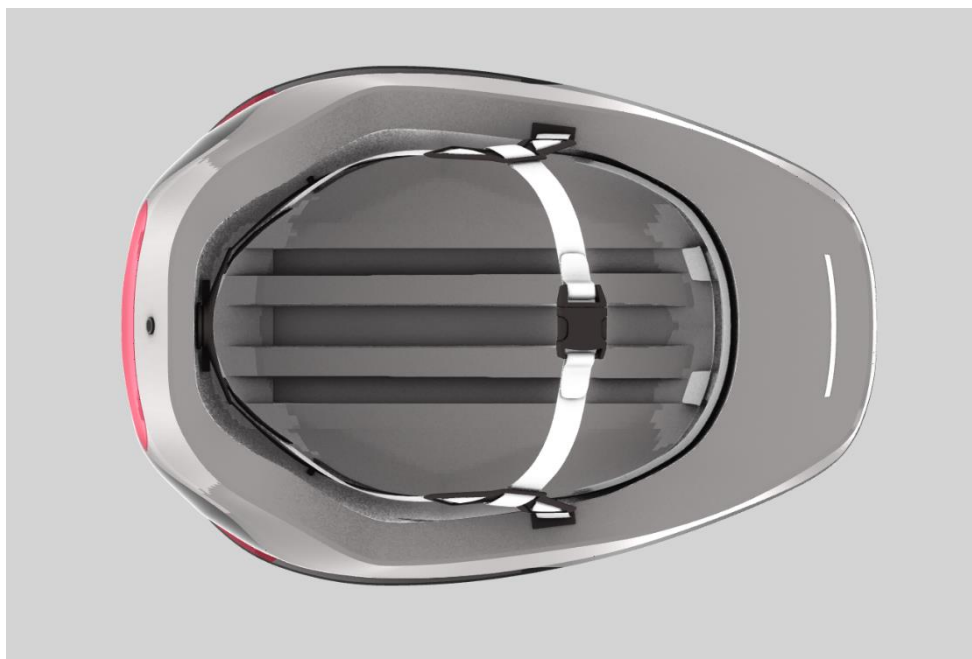


Obrázek 86: Varianty ventilačního vyústění

Z původního záměru tvarovat světla do užších a více promodelovaných ploch jsem ustoupil a volil jsem varianty, kde světla sice dostávaly organickou strukturu, jejich základní tvar však zůstal rovný a jednoduchý. Díky této úpravě zůstává tvar helmy více charakteristický do městského prostředí.

Prvotní návrh směrovek po celé délce odsazené plochy jsem redukoval na kratší tvar, který kopíruje plochu, ve které jsou směrovky umístěny. Přední a zadní tvar světla je vycentrován, aby se docílila kontinuita osvětlení.

Pro uzpůsobení vnitřní plochy pro hlavu jsem opětovně využil 3D sken pro vytvoření modelu odlitku sádry v měřítku odpovídajícím reálným rozměrům hlavy. Po kontrole, že rozměr vnitřní části skořepiny odpovídá prostoru potřebnému pro umístění hlavy i s vázáním a vystýlkou, jsem vymodeloval průduchy potřebné k ventilačním otvorům po délce vnitřního rozměru helmy.



Obrázek 88: 3D modelace

V poslední fázi modelování pomocí 3D grafických programů jsem se zaměřil na příslušné funkční prvky jako je upínací systém, jeho nasazení a umístění do skořepiny a navázání na tvar modelu. Definoval jsem si tvar a umístění snímače pohybu do zadní části pod úhlem, aby bylo ujištěno v dostatečném rozložení snímací plochy. Následně jsem si definoval a vytvářel průduchy v těle helmy, s navázáním na zadní a boční strany skořepiny. Model jsem následně doplnil o umístění nabíjecího mechanismus a centrální elektronické krabičky s napájením.



Obrázek 87: 3D rekonstrukce umístění zdroje pro světelnou techniku

7. Výsledný návrh

Výsledkem navrhování je cyklistická helma do města určená primárně pro uživatele pohybující se na nemotorových vozidlech jako je kolo, koloběžka, skateboard a další dopravní prostředky používané pro pohyb v městském prostředí. Návrh vyplývá ze standardních rozměrů helem vyskytujících se na trhu pro tento sortiment ochranných pomůcek. Helma není určena primárně pro sportovní využití. Tvar a design návrhu je směřován k více formálnímu využití, jako je doprava do práce, přesun na dopravním prostředku z místa na místo nebo rekreačním projíždkám.



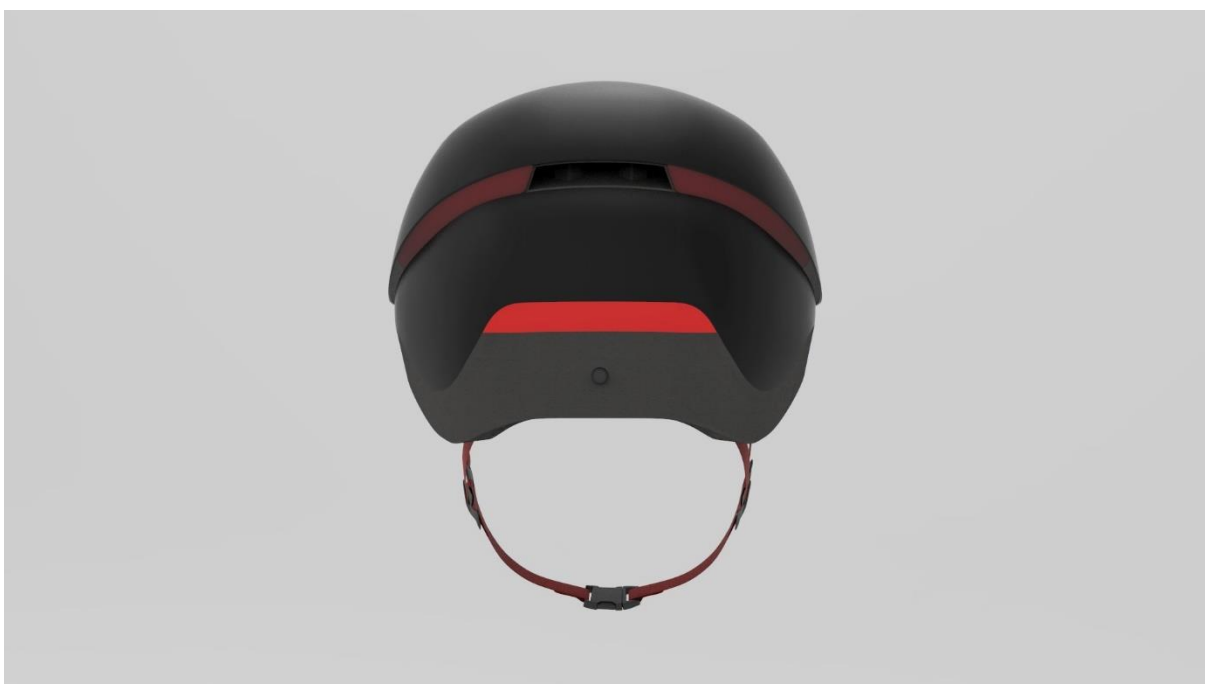
Obrázek 89: Výsledný návrh

Hlavní myšlenkou návrhu, podle které je definován tvar samotný a další detailní prvky návrhu, je odstup od klasického monotónního zpracování helmy jako prvku, který slouží primárně jako ochranný prostředek proti zranění uživatele, a je tak brán více jako sportovní vybavení. Záměrem návrhu bylo vygenerovat takový tvar, který bude více elegantní a organický. U tohoto návrhu není kladen důraz na co největší odstranění hmoty pro získání nižší váhy a vyšší aerodynamiky, ale jedná se spíše o zdobný prvek atypického tvaru, který bude kombinovatelný jak například s volnočasovým oděvem, tak i s formálním pracovním oděvem uživatele různé barevnosti za jakéhokoliv počasí.



Obrázek 91: Přední svítilna a kontrolka

V procesu vznikl návrh, který v základu splňuje všechny předpoklady bezpečnostní ochrany uživatele, jak z materiálového, tak tvarového hlediska. Všechny plochy pokrývající hlavu uživatele jsou dostatečně kryté a zároveň navrženy tak, aby byl vnitřní prostor co nejkomfortnější při používání. Tvar helmy se v základu neliší od běžně užívaných helem. Oblast temenní, spánková, týlní i oblast šíje jsou kryté pod skořepinou z polystyrenu, kritické části hlavy jsou chráněny další vrstvou ABS plastu naloženého na skořepině.



Obrázek 90: Zadní implementovaná svítilna

Tvar se následně mění v závislosti na využitém příslušenství a na podmínkách, které jsem si definoval v úvodu návrhářského procesu, a se kterými jsem celou dobu pracoval. Základní elipsový tvar helmy je protáhlý a nekončí jako u většiny helem v oblasti čelní, ale protahuje se do přední části nad limit obličeje. Z tohoto tvaru vychází přirozená ochrana zraku uživatele pomocí stínění před slunečními paprsky, u helmy tudíž není potřeba přidávat nadstandardně plastový nebo textilový kšilt. Ve skořepině čelní části helmy je důsledně zakomponována přední svítlna, která umožňuje uživateli lepší přehlednost na vozovce převážně v podmínkách, kdy je přehlednost snížena, jako například ve večerních hodinách při setmění. Ve vnější oblasti kšiltové části je zároveň implementován diodový pásek, který reaguje na pohyb okolo uživatele při jízdě a v případě, že kolem uživatele při pohybu na kole projíždí automobil nebo jiný cyklista ho tato kontrolka upozorní zablikáním. Kontrolka reaguje na slepý úhel pomocí vestavného pohybového čidla se snímačem pohybové intenzity, umístěného v zadní části helmy. Toto čidlo snímá pohyb za cyklistou a při projíždění uživatele upozorní na pohybující se objekt za ním. Uživateli tak usnadňuje kontrolu jeho okolí a cyklista se tudíž nemusí neustále otáčet za sebe a kontrolovat, zdali mu nehrozí nebezpečí.



Obrázek 92: Boční pohled



Obrázek 98: Barevná varianta



Obrázek 97: Barevná varianta



Obrázek 96: Barevná varianta



Obrázek 95: Barevná varianta



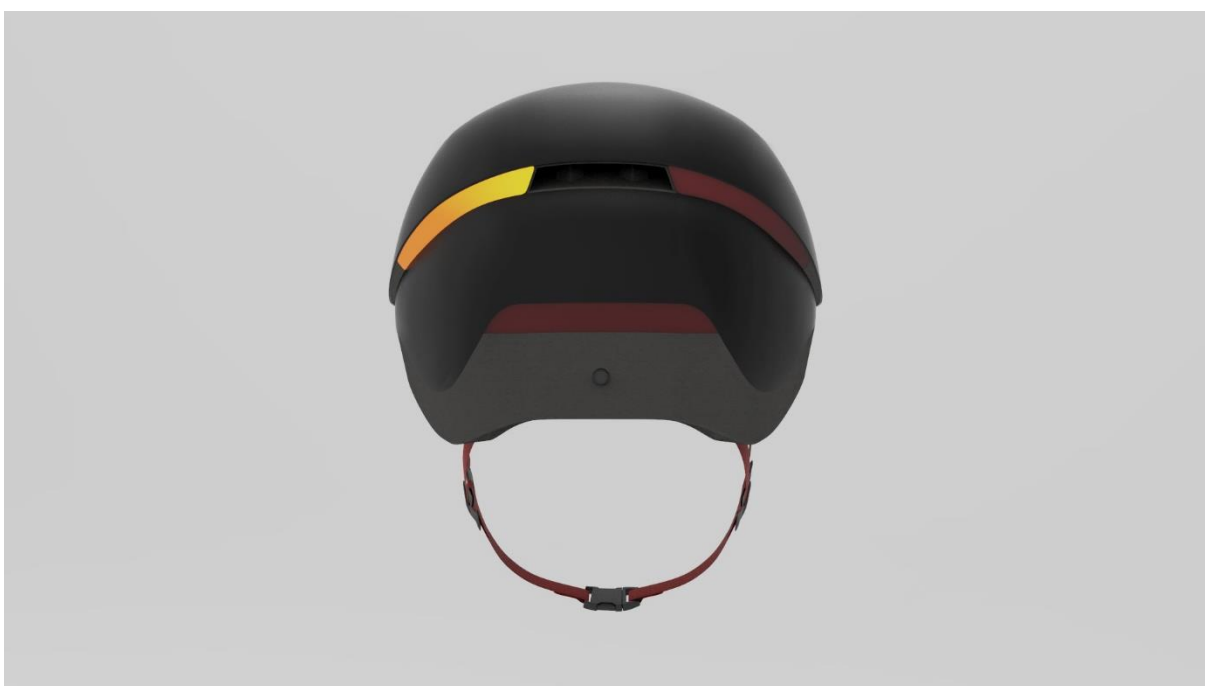
Obrázek 93: Barevná varianta



Obrázek 94: Barevná varianta



Obrázek 99: Pravý směrový ukazatel



Obrázek 100: Levý směrový ukazatel

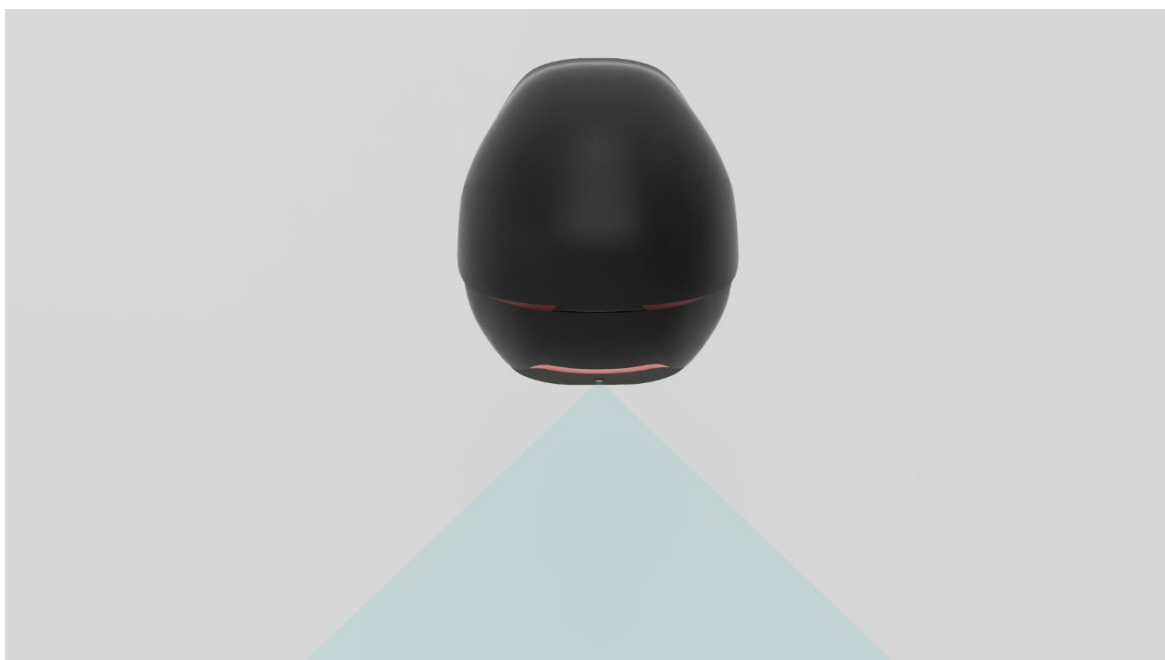
Přední hrana helmy je zkosená tak aby uživatel viděl před sebe s dostatečným rozptylem světla. Toto zkosení volně navazuje na boční strany helmy chránící uživateli spánkovou oblast a oblast v ušní části. Tvar helmy je zeštíhlen pomocí zkosení bočních hran tak, aby helma nevytvářela dojem tvaru klobouku.



Obrázek 101: Návrh kontroloru směrových ukazatelů

Zde se dělí helma na část polystyrenovou a část s krytím vrstvy ABS materiálu. V bočních stranách helmy je umístěn průduch pro ventilování vzduchu při pohybu na kole, tento průduch je tvořen s návazností na vybranou plochu, kterou překrývá odsazení horní části helmy. Toto odsazení prochází po celém obvodu zadní části helmy a stanovuje pozici pro umístění dalších implementovaných směrových ukazatelů. Tato směrová světla kopírují tvar odsazení, postupně se zužují až po počátek ventilačních bočních otvorů. Uživatel může pomocí dálkově ovládaného zařízení umístěného na řídítkách kola navíc s těmito prvky pohodlně disponovat a ovládat je. V centrální části je umístěn hlavní ventilační odtah, který je navázán na vnitřní průduchy helmy.

Z bočního tvarosloví je vymodelována zaoblená plocha s úkosem pro vizuální zeštíhlení části, která opláštíuje temeno hlavy a část šíje. Celý tvar je podkreslen jemnou linií hran přecházející od spodní části hlavy v oblasti šíje, obepínající část kolem uší a volně směřující k části nad čelem hlavy, kde jsou hrany oblené a kosené pro větší komfort uživatele. Ze zaobleného tvaru zadní částí přechází tvar ke zkosené ploše, v jejímž středu je umístěno čidlo snímající pohyb za cyklistou. V přechodu mezi touto zkosenou plochou a bočními a zadními



Obrázek 102: Ukázka snímání pohybu

částmi skořepiny je umístěno poslední, rovinné osvětlení označující cyklistu na silniční komunikaci. Touto plochou je zároveň tvar rozbíjen, nevzniká tak pocit, že je zadní část příliš vyboulená a odtažená od hlavy uživatele. Centrální nabíjení a elektrické vedení světelných prvků je umístěno ve těle skořepiny. Výstup napájecího mechanismu a spínače je umístěn ve vnitřním prostoru helmy nad upínacím mechanismem. Napájení funguje na principu magnetického konektoru, takže je nabíjení velice jednoduché, stačí odklopit silikonový chránič a konektor přiložit k nabíjecímu mechanismus helmy. Vázání a upevňovací mechanismus jsou umístěny ve vnitřní oblasti helmy. Uživatel si pomocí mechanismu snadno zvětšuje nebo zmenšuje obvod kolem hlavové části. Vázání je částečně zaimplementováno do skořepiny z vnitřní části pomocí kolíkových spojů a ve spodních hranách skořepiny díky vsazení úchytek pro nylonové pásky.

Na helmu se může v případě potřeby nainstalovat například pláštěnka pro zvýšení ochrany proti dešti s upnutím na vnitřní vázací mechanismus helmy. Vnitřní prostor je vybaven polstrováním pro vyšší komfort uživatele. Toto polstrování zabraňuje otlačení plastových částí helmy na pokožce.



Obrázek 103: Spodní pohled

Výsledný návrh je výsledkem souvislého zkoumání materiálů, technologií, bezpečnostních vlastností a principů ochrany uživatele při pohybu v prostředí, kde je zvýšena intenzita jiných jednotek silničního provozu.

7.1 Definice nadstandartních prvků helmy

Veškeré definované prvky mého návrhu jsou již prvky existující a v tržním prostředí se již vyskytují. Jelikož mým primárním záměrem bylo řešení tvarosloví helmy, neměl jsem v úmyslu vytvářet koncept nové technologie, ale existující technologie zakomponovat do mého návrhu. Funkční princip osvětlovacích prvků je popsán jak v analytické, tak praktické části mé práce. Níže je upřesněný souhrn použitých technologických prvků návrhu a jejich charakteristika a funkce zvolené pro můj návrh. Většina osvětlovacích prvků na návrhu je tvořena LED pásy napájenými pomocí instalovaného nabíjecího akumulátoru na lithiové baterie. Tyto LED pásy jsou kryté buďto čirým, nebo zabarveným částečně transparentním plexisklem.

7.1.1 Směrová svítidla

Směrová svítidla slouží k informování okolí uživatele při změně trasy. Pomocí dálkového ovladače umístěného na řídicích dopravního prostředku vyšle uživatel signál do přijímače, který následně reaguje světelným zvýrazněním buďto pravého nebo levého směrového ukazatele. Barva LED pásku je definována, podle již existujících směrových svítidel, aby byl dosah tohoto značení vizuálně co největší.

7.1.2 Přední světlo

Přední světlo napomáhá uživateli v orientaci ve snížených viditelnostních podmínkách při pohybu na kole. Zvolená intenzita a teplota chromatičnosti dodává uživateli dostatečný přehled a zároveň slouží jako orientační prvek pro okolí, v němž se cyklista pohybuje. To vše při předpokladu, že u většiny technologických prvků tohoto zaměření je zvolená barva světla okolo 6000 Kelvinů.

7.1.3 Zadní světlo

Zadní světlo obdobně jako přední světelný prvek plní svou funkci pro osvětlení. Na rozdíl od předního světla však neslouží k zvýraznění dohledové vzdálenosti uživatele, ale jako světelný ukazatel osoby pohybující se na kole. Barva světla plní funkci upozornění a zároveň elegantně dokresluje tvarové promodelování zadní části helmy.

7.1.4 Upevňovací mechanismus

Upevňovací mechanismus je standartním systémem pro úpravu vnitřního obvodu pro umístění na hlavu uživatele. Pomocí regulačního kolečka se upevňovací části po vnitřních stranách stahují a zmenšují, případně zvětšují prostor. Je na každém uživateli, jak volný nebo naopak stáhnutý chce vnitřní obvod kolem hlavy mít. V rámci bezpečnosti je však doporučeno, aby byla helma co nejvíce soudržná v pozici na hlavě uživatele a v případě pádu tak nedošlo k jejímu otočení, případně odpadnutí z hlavy a zvýšení rizika úrazu. Nylonové popruhy spojené s mechanismem plní upínací funkci kolem krku a držení helmy na hlavě. Tyto popruhy i mechanismus samotný mohou být barevně upraveny pro zlepšení vizuálního charakteru helmy.

7.1.5 Senzor pohybu

Tento prvek funguje na principu snímání okolního pohybu uživatele. V případě že je za uživatelem zvýšený pohyb, senzor tento pohyb zachytí a vyšle signál pro spuštění kontrolky instalované do vnitřní oblasti kšiltu. Záběrný úhel senzoru je výšeč do úhlu 180° s dosahem do 5 metrů. V případě, že uživatel nechce prvek na helmě využívat, může čidlo zakrýt pomocí gumové krytky. Senzor detekce pohybu usnadňuje uživateli kontrolu jeho okolí, především pohyb automobilů, které nemá uživatel ve svém zorném poli. Uživatel díky této detekci může omezit otáčení hlavy za sebe pro kontrolu pohybu za ním a orientovat se na vozovku před ním.

7.1.6 Polstrování

Toto příslušenství osahuje sadu pěnových polštářků o různých rozměrech v obdélníkového tvaru. Ze strany je na polštářcích umístěn samolepící suchý zip, který se lepí do vnitřní části skořepiny. Část polstrování se přikládá přímo na mechanismus pro úpravu vnitřního obvodu helmy. Tyto polštářky slouží po zvýšení komfortu uživatele, zabraňuje otlakům a vytváří membránu mezi pokožkou a polystyrenem helmy. Materiálové složení tohoto polstrování je 100% polyuretanová laminovaná látka, pěna a polyesterové lepidlo.



Obrázek 105: Výsledný návrh



Obrázek 104: Výsledný návrh

7.2 Technologie výroby a tvorba prototypu

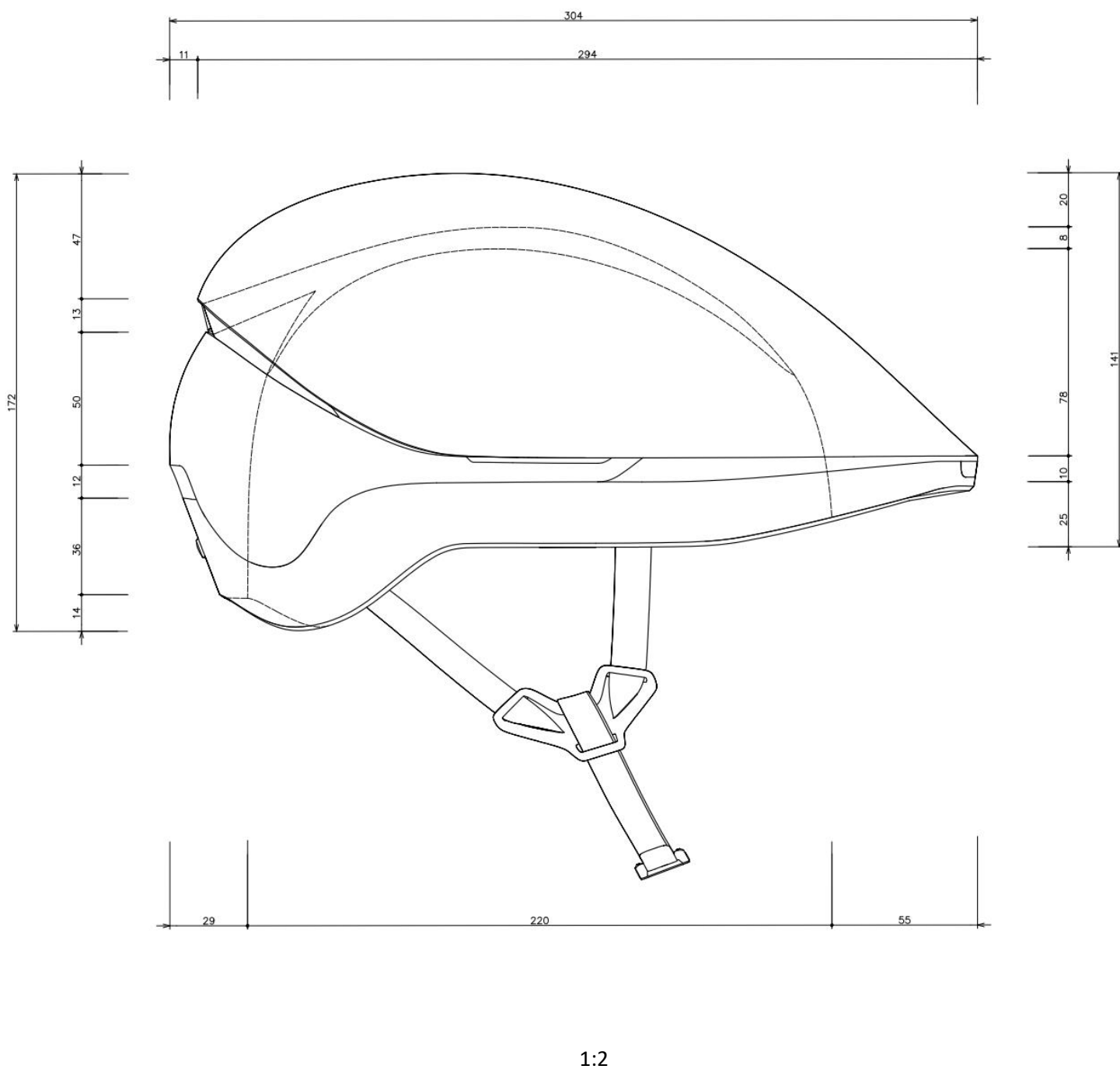
V procesu výroby návrhu jsem stanovil technologii výroby odpovídající běžným technologiím zaměřujícím se na výrobu skořepin cyklistických helem. V úvodní fázi jsou vytvořeny formy z hliníkové nebo ocelové slitiny, s přesným výřezem pro odpovědnou kopii tvaru návrhu. Tyto formy se využívají pro vstřikování materiálu. Jak je již popsáno v materiálovém členění, pro výrobu skořepin se používá termoplastický materiál ABS a expandovaný polyester EPS. Materiál je rozehříván na vysokou teplotu a vstřikován do tvaru formy. Materiál chladne a zasychá a vzniká tím pevná skořepina. Obdobnou formou se vytváří i vnitřní polystyrenové jádro helmy. Granule polystyrenu se pomocí nahřátí taví a následně se vystříkávají do forem.

Po vytvoření vnější a vnitřní skořepiny helmy se vytvořené části upravují, ořezávají, případně se doplňují o požadované prvky, které jsou umístěné do těla skořepiny. Ve většině výrobních procesů se používá technologie In-mold, tedy spojení vnější skořepiny s jádrem helmy. Polystyrenové jádro se opětovně umístí na formu a přiloží se na ni vnější skořepina z ABS plastu, popřípadě polykarbonátu. Forma je uzavřena a opětovně zahřívána a při tomto procesu dochází ke spojení materiálů. Následuje chlazení formy ve speciální chladicí komoře. Chlazení zajišťuje dostatečné ztuhnutí a spojení jednotlivých materiálů a jejich soudržnost.

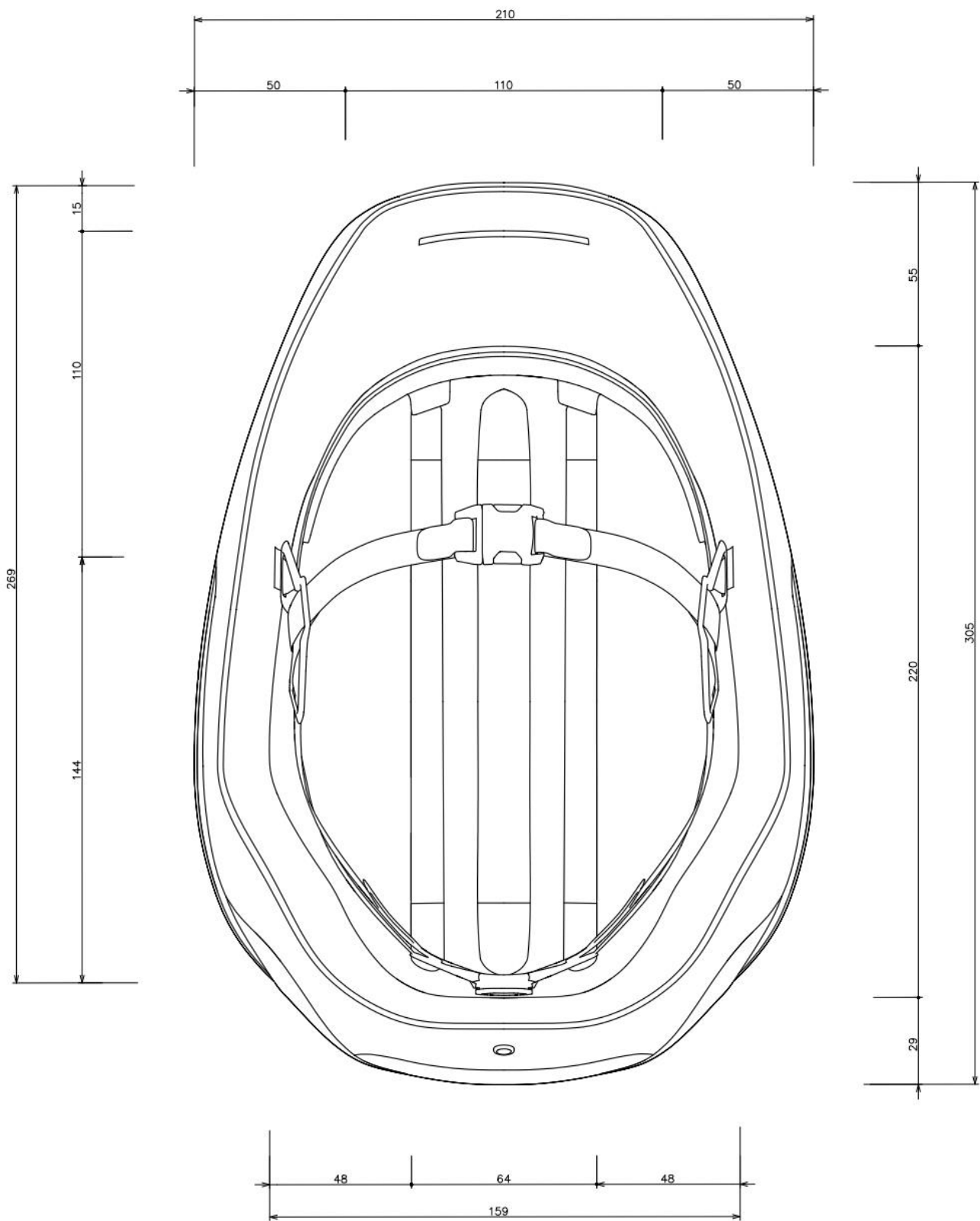
Spojené skořepiny se následně vyjmou z formy a dodatečně se upravují o doplňující prvky jako je osvětlení, upevňovací mechanismus, polstrování, případně polepy.

V případě výroby ověřovacího prototypu není postup výroby pomocí forem a strojového mechanismu z finančního a logistického hlediska možný. Na trhu v oblasti výroby cyklistických helem figuruje omezený počet firem a nákladnost pro vytvoření podkladů pro výrobu je vysoká. Vytvořením vlastních podkladů a materiálů odpovídajícím návrhu bych nedocílil předem stanovených tvarů a zamýšleného designu, jelikož je výroba skořepin a příslušenství zcela závislá na výrobních technologiích a strojích. Pro ověření tvaru a splnění navrhovaných požadavků proto využívám technologie 3D tisku. Tato technologie je v dnešní době hojně využívána pro tvorbu kopií navrhovaných produktů pro ověření tvarů a umožňuje mi vytvořit i složité tvarování skořepiny.

8. Technická dokumentace

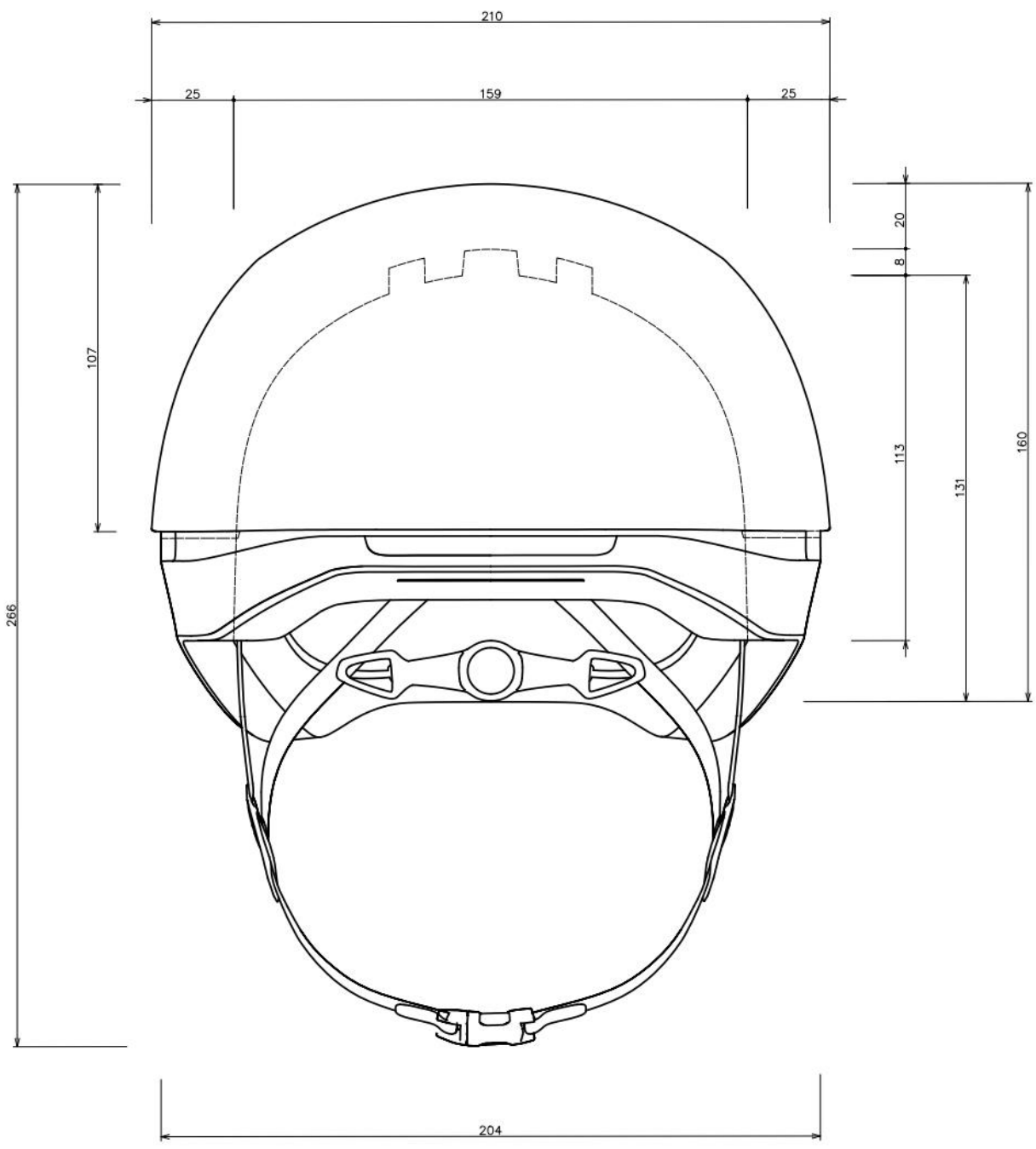


Obrázek 106: Technický výkres z bočního pohledu



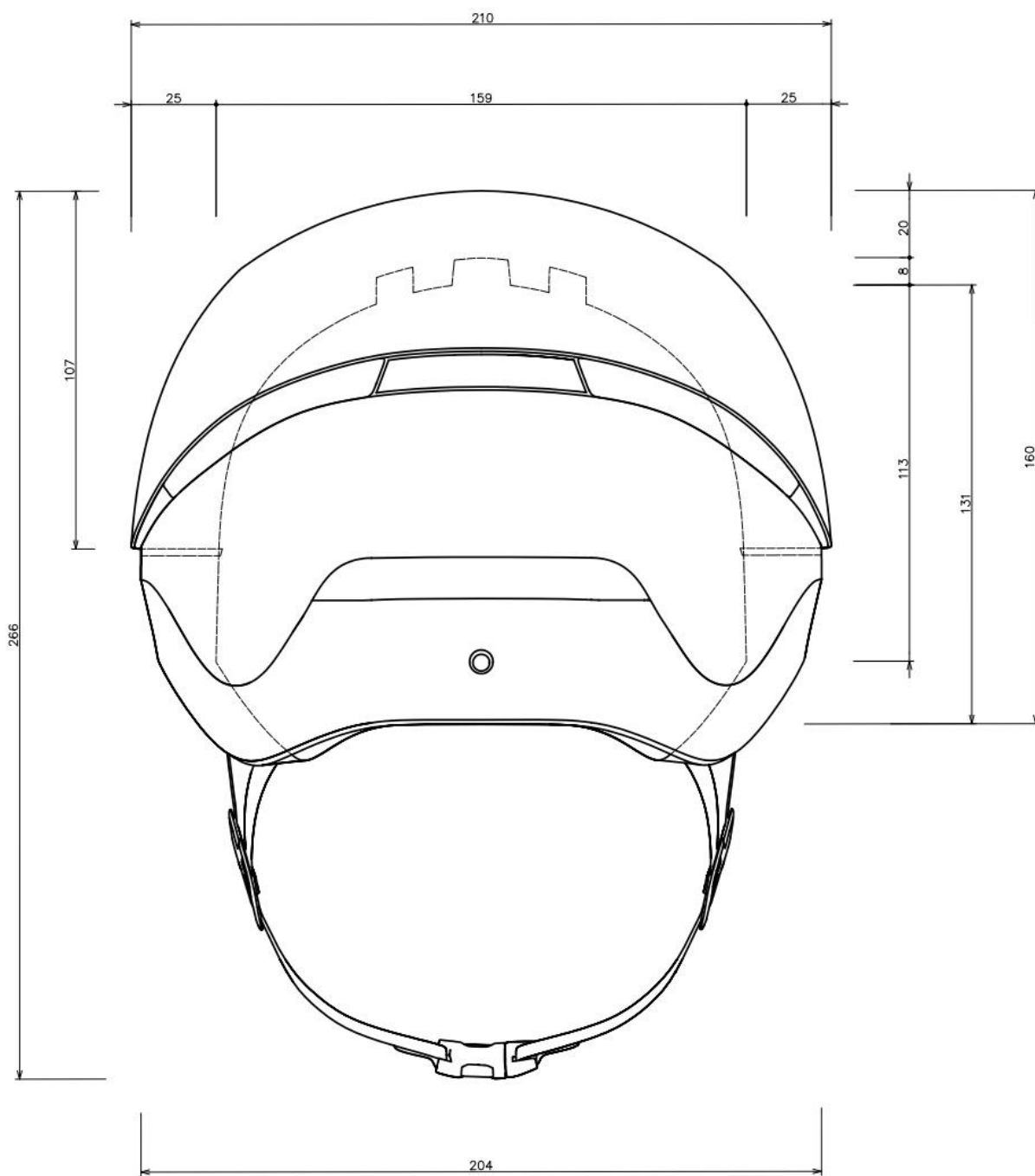
1:2

Obrázek 107: Technický výkres ze spodního pohledu



1:2

Obrázek 108: Technický výkres z předního pohledu



1:2

Obrázek 109: Technický výkres ze zadního pohledu

9. Závěr a reflexe

Cílem mé práce bylo vytvořit návrh cyklistické helmy do městského prostředí, která bude svým tvarem a příslušenstvím odpovídat předpokládaným standardům pro ochranné pomůcky u nemotorových dopravních prostředků.

Hlavním záměrem bylo vytvořit takový typ helmy, u které si na první pohled jako uživatel uvědomím, že neslouží pro sportovní účel, její tvar a rozmístění prvků není vytvořeno tak, aby byla co nejmenší a nejlehčí, promodelována do organické sítě ploch a ventilací, ale aby byl tvar elegantní, čistý, a takový, aby se hodil k uživateli, ať už provádí na kolech činnost buďto rekreační, tedy pohyb na kole za účelem klidné projížďky, případně cestování do práce nebo jiné volnočasové aktivity. Mou snahou bylo vytvořit elegantní a funkční doplněk pro jízdu na kole, kterou nebude brát uživatel jen jako nutnou součást pro ochranu při jízdě, ale jako nadstandardní vizuál pro jízdu na kole, nebo jiném dopravním prostředku. V počáteční tvorbě jsem si stanoval, jaké požadavky bych na helmu jako uživatel měl, podrobně jsem zkoumal nabízený sortiment na trhu s daným příslušenstvím jak z tvarového hlediska, tak z nabízených nadstandardních prvků na produktech. Zaměřil jsem výzkum na ergonomické a legislativní požadavky spojené s ochrannými prostředky pro jízdu na kolech, finanční dostupnost, bezpečnost helem, výrobní a materiálové a technologické možnosti a definice.

Veškeré zkoumané oblasti jsou začleněny v analytické části práce. Tato část byla nejvíce přínosná z hlediska zkoumání produktového zaměření, které vybočuje mimo mou oblast tvorby. Ve výstupu jsem si definoval veškeré podstatné podněty pro vytvoření vlastního návrhu, tedy klíčové požadavky jak z tvarového, tak z materiálového i bezpečnostního hlediska. Důležitou součástí práce byla právě analýza tržního prostředí, ze které jsem čerpal nápady na provedení, především z hlediska ventilačních vlastností a prvků pro zvýšení komfortu a bezpečnosti uživatele při používání navrhnutého designu. Nezbytnou částí pro analytickou definici byly také informace z historie a vývoj ochranných prostředků hlavy. Je totiž známým pravidlem, že právě z historie a zkušeností našich předků čerpáme nezbytné vědomosti a poznatky, které se dají získat pouze roky zkoumání a praxe.

V počáteční fázi modelování jsem počítal s tím, že práce bude zahrnovat velkou část plastického tvarování a sochařiny. Každý kousek povrchové plochy mi projde pod rukou, a proto jsem se zaměřil na konzultování problematiky s odborníky na modelace v hlíně a clayi. Získal jsem mnoho cenných rad, jak pracovat s objektem, jak tvořit i jak zacházet s materiálem samotným. Z pracovního postupu se tedy stala z velké části ukázka mých schopností v kreativním a uměleckém prostředí.

Při finálním modelování jsem se zaměřoval na detaily, které se často měnily a měnily i koncept práce samotné. V procesu jsem získával nápady na provedení, které, přesto že jsem je neuplatnil, mi byly přínosným informačním zdrojem do kreativního pracovního procesu. Finální návrh dal vzniku nového konceptu helmy do prostředí, pro které je tato pomůcka tak důrazná. Helma se stává pomocníkem uživatele, jeho ochranným, bezpečnostním a zároveň i okrasným prvkem, který je pro cyklisty v městech a příměstských oblastech tak důležitý. Všechny prvky na helmě i tvar samotný je navrhován tak, aby si uživatel užil komfort z používaného designu bez namáhavých podnětů pro jeho uplatnění a mohl se tak především věnovat tomu, k čemu je design návrhu určen, a to k poklidnému a bezpečnému pohybu na kole.

Finálním výstupem práce je návrh helmy do městského prostředí. Jedná se o typ práce, se kterou jsem ve své dosavadní tvorbě neměl žádné zkušenosti, jak z kreativního, tak tvůrčího hlediska. Nejzásadnější změnou pro mou dosavadní návrhářskou činnost pro mě byla modelace s industriální hlinou. Toto modelování je jak časově, tak manuálně velmi náročné a donutí návrháře v procesu přemýšlet nad každým úhlem plochy, nad každým detailem, o chybách, i o množství času, který stojí za každým návrhem a nedá se obejít nebo falšovat. Navrhování tak pro mě bylo jakýmsi testem a výzvou, zda-li se dokážu vyčlenit ze svého tvůrčího zaměření a dokážu vytvořit návrh, který bude svou koncepcí vytvářet produkt plnící požadované funkce a zároveň bude modelově velice elegantní. Při zpětném pohledu na celý tvůrčí proces se domnívám, že jsem tuto výzvu splnil.

Na návrhu samotném by se samozřejmě dalo dále pracovat. V případě, že bych měl možnost návrh dále rozvíjet, zaměřil bych se na detailnější zpracování osvětlovací techniky, Vytvořil bych vlastní unikátní systém pro využívání bezpečnostních prvků helmy i umístění příslušenství, jako je upevňovací mechanismus nebo senzor pohybu, případně více rozvíjel tvarosloví ventilačních otvorů a jejich provázání skořepinou.

Zda-li se mi cíl práce z hlediska funkčnosti navrhovaného produktu podařilo splnit, mohu tvrdit pouze v teoretické rovině. Pro skutečné uplatnění požadavků z hlediska funkčnosti implementovaných prvků, či bezpečnostních požadavků na helmu při jízdě by bylo zapotřebí vytvořit ověřovací prototyp ze skutečných materiálů a tento produkt zkusit v praktické rovině ověřovací strojovou technikou. S návrhem bych rád dále pracoval a dokončil ho výrobou z definovaných materiálů a za pomoci definovaných výrobních technologií oslovením firem zaměřujících se na výrobu ochranných pomůcek a nabídnutím návrhu pro zařazení do výrobního procesu.

10. Seznam zdrojů

- (2023). Načteno z Hardloop: https://www.hardloop.cz/produkt/32182-bern-watts-20-helma-na-kolo?id_product_attribute=400283&gad=1&gclid=Cj0KCQjwyLGjBhDKARIsAFRNgW_fq0dQdr4Kf0oImstYe7YXjrMw6ZG8boAwuDWNQYTr5TG4vXL6FxYaAgLMEALw_wcB
- (2023). Načteno z GIRO: <https://www.giro.com/p/caden-led-mips-bike-helmet/100000001800000028.html>
- (2023). Načteno z unit1gear: <https://unit1gear.com/en-eu>
- (2023). Načteno z bike24: <https://www.bike24.com/p2396001.html>
- (2023). Načteno z closca: https://closca.com/collections/closca-helmets?gad=1&gclid=Cj0KCQjwyLGjBhDKARIsAFRNgW_W705rYko-9GbfujU5VUfVBTGtGfvi3jHU6l1uGXgitJuQAow0gKQaApsHEALw_wcB
- (2023). Načteno z eu.lumoshelmet: <https://eu.lumoshelmet.co/products/lumos-matrix>
- (2023). Načteno z ABUS: <https://www.abus.cz/hud-y-ace-titan>
- (2023). Načteno z sweetprotection: <https://www.sweetprotection.com/en/ascender-mips-helmet/840084.html>
- (2023). Načteno z lumoshelmet: <https://lumoshelmet.co/products/lumos-ultra>
- (2023). Načteno z smithoptics: https://www.smithoptics.com/en_US/express-bike.html
- (2023). Načteno z Specialized:
<https://www.specialized.com/us/en/tone/p/220797?color=361500-220797>
- (2023). Načteno z lehrplanplus.bayern.de:
https://www.lehrplanplus.bayern.de/sixcms/media.php/71/20180518_Clay%20Modelling%20im%20Kunst-%20und%20Werkunterricht_LehrplanPlusBayern.pdf
- ABS plasty. (25. 9 2022). Načteno z renovablesverdes.com:
<https://www.renovablesverdes.com/cs/abs-plasty/>
- ABS plasty. (2022). Načteno z www.renovablesverdes.com:
<https://www.renovablesverdes.com/cs/abs-plasty/>
- Adobe stock. (2023). Načteno z stock.adobe.com:
https://stock.adobe.com/cz/search/images?filters%5Bcontent_type%3Aphoto%5D=1

&filters%5Bcontent_type%3Aillustration%5D=1&filters%5Bcontent_type%3Azip_vector%5D=1&filters%5Bcontent_type%3Avideo%5D=0&filters%5Bcontent_type%3Atemplate%5D=0&filters%5Bcontent_t

Adobe Stock. (2023). Načteno z stock.adobe.com:

https://stock.adobe.com/cz/search/images?filters%5Bcontent_type%3Aphoto%5D=1&filters%5Bcontent_type%3Aillustration%5D=1&filters%5Bcontent_type%3Azip_vector%5D=1&filters%5Bcontent_type%3Aimage%5D=1&filters%5Bcontent_type%3Avideo%5D=0&filters%5Bcontent_type

Bicycle Helmet Safety Institute. (15. 4 2023). Načteno z Bicycle Helmet Types:

<https://helmets.org/types.htm>

Bicycle Helmet Safety Institute. (12. 4 2023). Načteno z The History of Bicycle Helmets:

<https://helmets.org/history.htm>

Bicycle Helmet Types. (15. 5 2023). Načteno z Bicycle Helmet Safety Institute:

<https://helmets.org/types.htm>

Clay Modelling im Kunst-und Werkunterricht. (23. 4 2023). Načteno z

[lehrplanplus.bayern.de:](https://www.lehrplanplus.bayern.de)

https://www.lehrplanplus.bayern.de/sixcms/media.php/71/20180518_Clay%20Modelling%20im%20Kunst-%20und%20Werkunterricht_LehrplanPlusBayern.pdf

Cyklistika pro města. (2002). Načteno z Ministerstvo životního prostředí v Praze:

[https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/4ABAD89823636280C1256FD4002682F7/\\$file/cykli.pdf](https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/4ABAD89823636280C1256FD4002682F7/$file/cykli.pdf)

Český normalizační institut. (2013). ČSN EN 1078+A1 (832166) - Přilby pro cyklisty a pro uživatele skateboardů a kolečkových bruslí. Praha.

EPS IN-MOLD TECHNOLOGY. (23. 4 2023). Načteno z aurorahelmets.com:

<https://www.aurorahelmets.com/eps-in-mold-technology/>

General Electric & Koroyd. (12. 5 2023). Načteno z koroyd.com: <https://koroyd.com/blog/ge-koroyd-industrial-helmet>

Helmets: How they Work,. (15. 4 2023). Načteno z Bicycle Helmet Safety Institute:

<https://helmets.org/general.htm>

HEXR. (15. 5 2023). Načteno z hexr.com: <https://hexr.com/>

Impact Protection Material. (19. 3 2023). Načteno z news.thomasnet.com:

<https://news.thomasnet.com/fullstory/impact-protection-material-is-soft-lightweight-flexible-561793>

- Jiří Musil, S. ú. (2020). Načteno z Sociologická encyklopedie:
[https://encyklopedie.soc.cas.cz/w/M%C4%9Bsto_\(MSgS\)](https://encyklopedie.soc.cas.cz/w/M%C4%9Bsto_(MSgS))
- kola-radotin.cz. (24. 3 2023). Načteno z Jak vybrat cyklistickou helmu: <https://www.kola-radotin.cz/nakupni-radce/jak-vybrat-cyklistickou-helmu>
- louthianlaw.com. (2023). Načteno z SOUTH CAROLINA BICYCLE HELMET LAWS:
<https://www.louthianlaw.com/bicycle-helmet-south-carolina/>
- Materiály: Nylon a vše o něm. (18. 6 2022). Načteno z modniblog.cz:
<https://modniblog.cz/pruvodce-materialy-vse-o-nylonu/>
- Mips – Safety for helmets. (20. 5 2023). Načteno z mipsprotection.com:
<https://mipsprotection.com/>
- Musil, J. (1967). Sociologie soudobého města. Praha: Soicologická knihnice (Svoboda).
- Nejlepší helmy na kolo: TOP 6 +3 produktů podle recenzí a testů. (21. 2 2023). Načteno z rankito.cz: <https://www.rankito.cz/nejlepsi-helmy-na-kolo/>
- New Legislation Banning Polystyrene Drives Interest in Styrofoam Substitutes. (2023). Načteno z thomasnet.com: <https://www.thomasnet.com/insights/new-legislation-banning-polystyrene-drives-interest-in-styrofoam-substitutes/>
- POC sports: cycling helmets. (2023). Načteno z POC sports:
<https://www.pocsports.com/collections/cycling-helmets>
- Ptáček, L. (2003). Nauka o materiálu I. Praha: Akademické nakladatelství CERM. Načteno z <https://stavimbydlim.cz/extrudovany-vs-expandovany-polystyren-kde-jsou-rozdily/>
- Senzor pádu ANGi. (12. 4 2023). Načteno z zeusbike.cz:
<https://www.zeusbike.cz/blog/senzor-padu-angi>
- TECHNOLOGIE PŘÍLEB GIRO, BELL, UVEX. (3. 5 2023). Načteno z jumpsport.cz:
<https://jumpsport.cz/poradna/technologie-prileb-giro-bell-uvex>
- The summit register. (6. 8 2019). Načteno z msrgear.com:
<https://www.msrgear.com/blog/msr-created-the-first-modern-bike-helmet/>
- TOPEAK MicroShock – TEST. (29. 4 2023). Načteno z bikeandride.cz:
<https://www.bikeandride.cz/2011/04/topeak-microshock-test/>
- What Is MIPS Helmet Technology? (11. 4 2021). Načteno z rosaneov.life:
https://rosaneov.life/product_details/23349374.html

11. Seznam obrázkových příloh

Obrázek 1: Ilustrační obrázek cyklisty, zdroj: (louthianlaw.com, 2023).....	13
Obrázek 2: Helma z kožených přezek, zdroj: (Bicycle Helmet Safety Institute, 2023).....	17
Obrázek 3: Helma Bell biker, zdroj: (The summit register, 2019).....	18
Obrázek 4: ukázka moderní helmy, zdroj: (Bicycle Helmet Safety Institute, 2023).....	20
Obrázek 5: helma Giro, zdroj: (Bicycle Helmet Safety Institute, 2023).....	20
Obrázek 6: 3D tisk helmy HEXR, zdroj: (HEXR, 2023).....	21
Obrázek 7: Testovací procesy cyklistických helem, zdroj: (Český normalizační institut, 2013).....	22
Obrázek 8: Zorné pole uživatele, zdroj: (Český normalizační institut, 2013).....	23
Obrázek 9: Technologie In-mold, zdroj: (EPS IN-MOLD TECHNOLOGY, 2023).....	24
Obrázek 10: Technologie MIPS, zdroj: (What Is MIPS Helmet Technology?, 2021).....	25
Obrázek 11: Technologie ANGI, zdroj: (Senzor pádu ANGI, 2023).....	25
Obrázek 12: Technologie Koroyd, zdroj: (General Electric & Koroyd, 2023).....	26
Obrázek 13: Expandovaný polystyren, zdroj: (Adobe stock, 2023).....	27
Obrázek 14: Abs plast, zdroj: (ABS plasty, 2022).....	28
Obrázek 15: Nylon, zdroj: (Adobe Stock, 2023).....	29
Obrázek 16: MicroSHOCK materiál, zdroj: (Impact Protection Material, 2023).....	30
Obrázek 17: Helma POC MYELIN, zdroj: (POC sports: cycling helmets, 2023).....	31
Obrázek 18: Helma POC Omne Air MIPS zdroj: (POC sports: cycling helmets, 2023).....	31
Obrázek 19: Helma Bern Watts 2.0, zdroj: (Hardloop, 2023).....	32
Obrázek 20: Helma Bern Watts 2.0, zdroj: (Hardloop, 2023).....	32
Obrázek 21: helma GIRO Caden LED, zdroj: (GIRO, 2023).....	33
Obrázek 22: helma GIRO Caden LED, zdroj: (GIRO, 2023).....	33
Obrázek 23: Helma Faro UNIT1, zdroj: (unit1gear, 2023).....	33
Obrázek 24: Helma Faro UNIT1, zdroj: (unit1gear, 2023).....	33
Obrázek 25: Helma Alpina Brooklyn Bike, zdroj: (bike24, 2023).....	34
Obrázek 26: Helma Alpina Brooklyn Bike, zdroj: (bike24, 2023).....	34
Obrázek 27: skládatelná helma Closca loop, zdroj: (closca, 2023).....	35
Obrázek 28: Helma LUMOS Matrix, zdroj: (eu.lumoshelmet, 2023).....	35
Obrázek 29: Helma LUMOS Matrix, zdroj: (eu.lumoshelmet, 2023).....	35
Obrázek 30: Helma ABUS Hud-Y, zdroj: (ABUS, 2023).....	36
Obrázek 31: : Helma ABUS Hud-Y, zdroj: (ABUS, 2023).....	36
Obrázek 32: Helma LUMOS Ultra, zdroj: (eu.lumoshelmet, 2023).....	37

Obrázek 33: Helma LUMOS Ultra, zdroj: (eu.lumoshelmet, 2023)	37
Obrázek 34: Helma ASCENDER Sweet protection, zdroj: (sweetprotection, 2023).....	37
Obrázek 35: Helma ASCENDER Sweet protection, zdroj: (sweetprotection, 2023).....	37
Obrázek 36: Helma Smith Express, zdroj: (smithoptics, 2023)	38
Obrázek 37: Helma Smith Express, zdroj: (smithoptics, 2023)	38
Obrázek 38: Helma Specialized Tone, zdroj: (Specialized, 2023).....	39
Obrázek 39: Helma Specialized Tone, zdroj: (Specialized, 2023).....	39
Obrázek 40: Archiv autora.....	43
Obrázek 41: Archiv autora.....	43
Obrázek 42: Archiv autora.....	44
Obrázek 43: Archiv autora.....	44
Obrázek 44: Archiv autora.....	45
Obrázek 45: Archiv autora.....	46
Obrázek 46: Archiv autora.....	46
Obrázek 47: Archiv autora.....	46
Obrázek 48: Archiv autora.....	47
Obrázek 49: Archiv autora.....	48
Obrázek 50: Archiv autora.....	49
Obrázek 51: Nanášení sádrové vrstvy na obličej.....	50
Obrázek 52: Odlévání hlavy do sádry	50
Obrázek 53: Vytesávání modelu z formy	51
Obrázek 54: Úprava přední části formy	51
Obrázek 55: Hlava modelu před úpravou	52
Obrázek 56: Obličejový detail modelu	52
Obrázek 57: Upravený model obličeje	52
Obrázek 58: Počáteční tvarování	53
Obrázek 59: Zaznačení konstrukčních linií	54
Obrázek 60: Vytyčení ploch modelu	54
Obrázek 61: Proces tvorby v pohledu zezadu	55
Obrázek 62: Proces tvorby v pohledu zepředu	55
Obrázek 63: Měření tloušťky vrstvy v pohledu z boku.....	55
Obrázek 64: Měření tloušťky vrstvy	55
Obrázek 65: Varianta návrhu z bočního pohledu.....	56
Obrázek 66: Proces modelování v pohledu z prava	57
Obrázek 67: Proces modelování v pohledu z leva.....	57

Obrázek 68: Modelování claye, zdroj: (lehrplanplus.bayern.de, 2023)	58
Obrázek 69: Modelovací clay	58
Obrázek 70: Postup návrhu	59
Obrázek 71: Postup návrhu	59
Obrázek 72: Postup návrhu	60
Obrázek 73: Postup návrhu	61
Obrázek 74: Postup návrhu	62
Obrázek 75: Postup návrhu	62
Obrázek 76: Postup návrhu	63
Obrázek 77: Postup návrhu	64
Obrázek 78: Postup návrhu	65
Obrázek 79: 3d skenování	67
Obrázek 80: skenovaný model hlavy	67
Obrázek 81: 3D modelace	67
Obrázek 82: 3D modelace	67
Obrázek 83: 3D modelace	68
Obrázek 84: 3D modelace	68
Obrázek 85: 3D modelace	68
Obrázek 86: Varianty ventilačního vyústění	69
Obrázek 87: 3D rekonstrukce umístění zdroje pro světelnou techniku	70
Obrázek 88: 3D modelace	70
Obrázek 89: Výsledný návrh	71
Obrázek 90: Zadní implementovaná svítilna	72
Obrázek 91: Přední svítilna a kontrolka	72
Obrázek 92: Boční pohled	73
Obrázek 93: Barevná varianta	74
Obrázek 94: Barevná varianta	74
Obrázek 95: Barevná varianta	74
Obrázek 96: Barevná varianta	74
Obrázek 97: Barevná varianta	74
Obrázek 98: Barevná varianta	74
Obrázek 99: Pravý směrový ukazatel	75
Obrázek 100: Levý směrový ukazatel	75
Obrázek 101: Návrh kontroloru směrových ukazatelů	76
Obrázek 103: Ukázka snímání pohybu	77

Obrázek 102: Spodní pohled	78
Obrázek 104: Výsledný návrh.....	81
Obrázek 105: Výsledný návrh.....	81
Obrázek 106: Technický výkres z bočního pohledu	83
Obrázek 107: Technický výkres ze spodního pohledu	84
Obrázek 108: Technický výkres z předního pohledu.....	85
Obrázek 109: Technický výkres ze zadního pohledu.....	86