



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

DESIGN STŘEŠNÍHO BOXU NA OSOBNÍ AUTOMOBIL

DESIGN OF CAR ROOF BOX

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ondřej Tureček

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

akad. soch. Josef Sládek, ArtD.

BRNO 2025

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav konstruování
Student:	Ondřej Tureček
Studijní program:	Průmyslový design ve strojírenství
Studijní obor:	bez specializace
Vedoucí práce:	akad. soch. Josef Sládek, ArtD.
Akademický rok:	2024/25

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

Design střešního boxu na osobní automobil

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Jedná se o praktické příslušenství pro osobní automobil, které významně zvětšuje užitkový prostor a umožňuje efektivnější přepravu sportovního vybavení (lyže, snowboardy, hole). Střešní box by měl reflektovat trendy v automobilovém průmyslu, zejména důraz na minimalizování pasivních odporů. Také by měl nabídnout praktická řešení pro ukotvení na střechu i pro fixaci nákladu.

Typ práce: vývojová – designéřská

Cíle bakalářské práce:

Hlavním cílem je design střešního boxu pro osobní automobil zohledňující aerodynamiku, tuhost a stabilitu boxu. Důležitou součástí řešení jsou praktické kotvící prvky a vnitřní řadiče.

Dílčí cíle bakalářské práce:

- identifikovat hlavní designéřské přístupy a charakteristické prvky střešních boxů pro osobní automobily,
- prokázat funkčnost, aerodynamičnost a vyrobiteľnost návrhu,
- realizovat fyzický model ve zmenšeném měřítku.

Požadované výstupy: průvodní zpráva, sumarizační poster, fotografie modelu, fyzický model.

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

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

<https://www.ustavkonstruovani.cz/texty/bakalarske-studium-ukonceni/>

Seznam doporučené literatury:

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

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

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

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

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

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

KULA, Daniel, Elodie TERNAUX a Quentin HIRSINGER. c2012. Materiology: průvodce světem materiálů a technologií pro architekty a designéry. Praha: Happy Materials. ISBN 978-80-260-0538-4.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2024/25

V Brně, dne

L. S.

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

doc. Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tématem bakalářské práce je design střešního boxu pro osobní automobil. Hlavním cílem je vytvořit design produktu se zaměřením na funkčnost, aerodynamiku, tuhost a stabilitu boxu, Důležitou částí řešení budou také řešení vnitřních radičů a kotvících prvků. Práce vychází z dosavadního fyzikálního poznání s důrazem na respektování technických požadavků a potřebných parametrů pro funkčnost. Výsledný produkt nalezne uplatnění zejména při rozšiřování užitého prostoru elektromobilů, a u jiných osobních automobilů.

KLÍČOVÁ SLOVA

Střešní box, automobil, dynamika, aerodynamika, prostornost, praktičnost, design

ABSTRACT

The topic of the bachelor's thesis is the design of a roof box for a passenger car. The main goal is to create a product design with a focus on aerodynamics, rigidity, and stability of the box. An important part of the solution will also be the design of internal dividers and anchoring elements. The work is based on current physical knowledge, emphasizing compliance with technical requirements and necessary functional parameters. The final product will be particularly useful for expanding the utility space of electric vehicles and other passenger cars.

KEYWORDS

Roof box, car, dynamics, aerodynamic, space, practicality, design

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

TUREČEK, Ondřej. *Design střešního boxu na osobní automobil*. Bakalářská práce. Josef SLÁDEK (vedoucí práce). Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2025.

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval panu vedoucímu práce akad. soch. Josefu Sládkovi, ArtD. za odborné vedení práce a za cenné rady.

Také bych rád poděkoval přátelům a rodině za podporu a vytvoření dobrého zázemí pro tvorbu bakalářské práce.

PROHLÁŠENÍ AUTORA O PŮVODNOSTI PRÁCE

Prohlašuji, že diplomovou práci jsem vypracoval samostatně, pod odborným vedením akad. soch. Josefa Sládka, ArtD. Současně prohlašuji, že všechny zdroje obrazových a textových informací, ze kterých jsem čerpal, jsou řádně citovány v seznamu použitých zdrojů.

.....

Podpis autora

OBSAH

1	ÚVOD	13
2	PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	14
2.1	Designérská analýza	14
2.1.1	Přehled současných produktů na trhu	14
2.2	Technická analýza	20
2.2.1	Základní komponenty	21
3	ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE	26
3.1	Analýza problému	26
3.2	Analýza, interpretace a zhodnocení poznatků z rešerše	28
3.3	Cíle práce	28
3.4	Cílová skupina	29
3.5	Základní parametry a legislativní omezení	30
3.6	Použité výrobní technologie, možný trh a cena	30
4	VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU	32
4.1	Varianta I	33
4.2	Varianta II	34
4.3	Varianta III	36
4.4	Zhodnocení variant	37
4.4.1	Zhodnocení praktičnosti	37
4.4.2	Zhodnocení jízdních odporů	37
5	TVAROVÉ ŘEŠENÍ	41
5.1	Finální varianta	41
6	KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	46
6.1	Popis	46
6.1.1	Obecný popis	46
6.2	Rozměrové řešení	47
6.3	Vnitřní mechanismy a komponenty	47

6.3.1	Popis dílčích součástí	48
6.4	Materiálové řešení	53
6.5	Technologie	53
6.6	Ergonomie	54
6.7	Bezpečnost a hygiena	55
6.8	Udržitelnost	55
7	BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ	57
7.1	Barevné řešení	57
7.2	Grafické řešení	58
8	DISKUZE	60
8.1	Psychologická funkce	60
8.2	Sociální funkce	60
9	ZÁVĚR	61
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	62
11	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN	65
12	SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	66
13	SEZNEM PŘÍLOH	69
	ZMENŠENÝ SUMARIZAČNÍ POSTER	70
	FOTOGRAFIE MODELU	71

1 ÚVOD

Střešní box u osobních automobilů slouží pro rozšíření užitého a skladovacího prostoru. Používá se zejména tehdy, když vnitřní prostor osobního automobilu nestačí. Nejčastěji nachází uplatnění v sektoru rodinných automobilů, nebo při přepravě sportovního nebo campingového náčiní. V dnešní době začínající elektromobility a přísných emisních nařízení je třeba přemýšlet jak co nejlépe a nejelegantněji optimalizovat spotřebu osobních automobilů jak na fosilní, tak i na elektrický pohon. Střešní boxy se nejvíce využívají na dlouhých cestách mířících k rekreaci a sportu. Tudíž při správné tvarové optimalizaci střešního boxu můžeme prodloužit dojezd elektromobilů i spalovacích aut. Při prodloužení dojezdu nejen uděláme přepravu ekonomičtější, ale především ekologičtější, a také jakákoliv snaha pomoci životnímu prostředí snížením spotřeby přírodních zdrojů je prospěšná. Nosiče na střechách automobilů jsou však hlavně kvůli nutnosti bezpečného a pohodlného transportu jakéhokoliv nákladu, který se do interiéru auta nevešel, tudíž je potřeba klást při vývoji takového produktu prioritou zejména na funkčnost.

Současný trh nabízí širokou škálu těchto produktů. Na trhu se nachází produkty různých velikostí pro různé sektory osobních automobilů. I přesto je zde neustále prostor pro zlepšení a inovace zejména v oblasti snížení pasivních odporů.

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

Druhá kapitola se zabývá současným stavem poznání, a to z hlediska designerské a technické analýzy, kde jsou popsány již existující produkty na trhu a jejich podrobná řešení.

2.1 Designérská analýza

Střešní box je příslušenství k automobilu, které pomáhá s přepravou sportovního nebo campingového náčiní. Umisťuje se na střechu automobilu pomocí příčníků. [1]

Nedílnou součástí boxu jsou vnitřní řadiče a organizéry, které pomáhají uchytit sportovní náčiní, například lyže, při přepravě.

Automobilka Škoda Auto a.s. nazývá střešní boxy jako: „Praktické a elegantní řešení, jak jednoduše navýšit přepravní kapacitu vozu“ [2]

2.1.1 Přehled současných produktů na trhu

THULE Force XT XL

Tento střešní box je výrobkem švédské populární značky v oblasti automobilového příslušenství Thule. Box nabízí velký objem, a také minimalistický design, který je vytvořen jemnou střešní linií horního víka boxu. Výrobek má černý a matný povrch, který vytváří nenápadný a nerušivý charakter produktu. Graficky je box označen pouze bílým logem značky Thule.

Střešní box je určen pro velké osobní automobily, které mají větší povolené zatížení střechy automobilu, a to až na 75 kg. Box disponuje objemem 500 litrů a vnějšími rozměry (210 × 84 × 44) cm. Jeho nosnost činí 75 kg při vlastní hmotnosti 21 kg. Umožňuje přepravu 5–7 párů lyží s maximální délkou 195 cm. Box je vybaven rychloupínacím momentovým systémem, který pomáhá k jednoduché manipulaci při montování boxu na auto. Je otevíratelný z obou stran, což pomáhá při nakládání a vykládání náčiní do boxu. Box je uzamykatelný a je určený pro větší auta na trhu segment C a výš, vzhledově je čistý, jak barvou, tak tvarem a díky postavení značky THULE na trhu působí i prémiově.

Tento box značky Thule se na českém trhu prodává s cenou okolo 15 000 Kč. [3]



Obr. 2-1 Obrázek Střešního boxu Thule. [3]

NEUMANN Adventure 190 antracit

Tento střešní box od firmy NEUMANN patří k dostupnějším výrobkům na trhu, a právě proto je 3. nejprodávanějším boxem v této kategorii na největším e-shopu v Česku. Výrobek zaujme svou praktičností a nerušivým vzhledem, který je vytvořen minimálním počtem prolisů a tvarování na víku boxu, naopak dno boxu je tvarováno čistě funkčně. Box má matnou tmavě šedou povrchovou úpravu a po grafické stránce je opatřen pouze logem značky, a to na každé straně výrobku.

Střešní box je vyroben z UV stabilizovaného plastu, který zajišťuje jeho odolnost vůči slunečnímu záření a povětrnostním vlivům. Díky centrálnímu zamykání poskytuje bezpečné uložení přepravovaných věcí. Box se samovolně udrží v otevřeném stavu, což usnadňuje manipulaci s nákladem. Montáž je rychlá a snadná díky použití rychloupínacího systému. Jedná se o produkt v budgetovém provedení, určený především pro segmenty B/C, ale může být namontován i na větší automobily. Produkt má objem 330 litrů a rozměry (190 × 67 × 43) cm. Jeho nosnost činí 75 kg při vlastní hmotnosti 14 kg. Pojme až 5 párů lyží s maximální délkou 175 cm.

Box má cenu na českém trhu přibližně 7 000 Kč. [4]



Obr. 2-2 Obrázek Střešního boxu NEUMANN. [4]

Hakr Magic Line 400

Střešní box od společnosti Hakr patří k levnějším produktům na trhu ve své kategorii, a díky tomu je na českém největším internetovém cenovém srovnávači nejoblíbenější volbou, a to hlavně díky svému dobrému poměru cena/objem. Produkt působí stabilně, ale nijak designově zajímavě. Vrchní víko produktu má leskle černý povrch a po bocích umístěné malé logo značky.

Střešní box je vybaven podélnými kovovými výztuhami dna, které zajišťují vyšší stabilitu a pevnost. Box se dokáže otevírat z obou stran a díky tomu je manipulace se sportovním náčiním pohodlnější. Pro upínání k příčnicům používá box U profilu s matkami, přičemž zámek má třibodový systém zamykání pro vyšší bezpečnost. Rychloupínací mechanismus je kompatibilní s širokou škálou příčniců. Box má objem 400 litrů a je určen pro segment automobilů C a vyšší, vnější rozměry (199 × 74 × 42) cm. Jeho nosnost je 50 kg, přičemž váží 15 kg. Navíc umožňuje přepravu lyžařského vybavení až pro 6 lidí, přičemž maximální délka lyží, které box pojme je 190 cm.

Střešní box se na českém trhu prodává s cenou přibližně 8 000 Kč. [5][1]



Obr. 2-3 Obrázek Střešního boxu Hakr. [5]

Střešní box Mercedes-Benz AMG

Automobilka Mercedes-Benz je známá především prodejem automobilů, ale zároveň prodává i příslušenství ke svým automobilům. Jedním z takových produktů je i střešní box určený pro automobily řady AMG. Box je tak vyvinut s důrazem na co nejlepší jízdní vlastnosti sportovního automobilu. Box má dynamický design, který je výrazný velkým množstvím prolisů a tvarování, které produktu dávají ostré hrany, které korespondují s použitím na sportovních automobilech. Šedé odstíny produktu jsou ne příliš výrazné, ale působí na výrobku prémiově.

Box lze použít i pro jakýkoliv jiný automobil. Nabízí parametry velmi podobné veškerým ostatním alternativám na trhu. Pro co nejlepší proudění okolního vzduchu má v zadní části difuzor. Dá se otevřít z obou stran, sám o sobě váží 26 kg, prostor činí 410 litrů a maximálně

ho můžete zatížit 70 kilogramy. S nasazeným boxem lze bez problému dosáhnout i dálničních rychlostí. [6]



Obr. 2-4 Obrázek Střešního boxu Mercedes-Benz AMG. [6]

Packline NX Premium

Střešní box od firmy Packline je designovým výrobkem určeným zejména pro elektromobily, kombinuje jemný minimalistický design s tvarovou optimalizací pro co nejmenší jízdní odpory a pro co největší dojezd. Jeho spodní linie dna boxu jemně kopíruje křivku střechy automobilu, na kterém je výrobek upevněn.

Box disponuje nižší hlučností při jízdě v dálničních rychlostech. Jedná se o prémiový produkt, který je dražší než konvenční řešení ovšem i tak nabízí dostatečný prostor pro sportovní a campingové příslušenství. Střešní box má rozměry (215 × 87 × 31) cm a váží 29 kg. Jeho objem činí 430 litrů a je vyroben z odolného sklolaminátu. Nabízí dostatek prostoru pro minimálně 4 páry lyží. [7]



Obr. 2-5 Obrázek Střešního boxu Packline. [7]

Škoda střešní box 512 I

Automobilka Škoda Auto prodává mimo automobilů také příslušenství pro své osobní automobily. Střešní boxy jsou tak perfektně kompatibilní a optimalizované s jejími ostatními produkty a automobily. Tento střešní box je kompatibilní i s vozy z minulého století jako je například Škoda Fabia první generace. Střešní box je přitom po designové stránce velmi strohý. Dno boxu je tvarováno tak, aby co nejlépe zakrylo příčnický při jízdě. Horní víko

výrobku má leskle černou povrchovou úpravu a je doplněno o nenápadné bílé logo značky Škoda.

Střešní box disponuje oboustranným otevíráním, které umožňuje jednoduchou manipulaci s nákladem. Montáž boxu je zajištěna rychloupínacím systémem PowerClick. Náklad uvnitř boxu může být zajištěn trojicí upevňovacích popruhů. Střešní box je vyroben z odolného materiálu ABS a má elegantní černou barvu. Jeho rozměry jsou (228 × 95 × 38) cm a nabízí úložný prostor o objemu 512 litrů. Maximální nosnost boxu činí 75 kg.

Střešní box se na stránkách Škoda E-shop prodává s cenovkou 19 499 Kč. [2]



Obr. 2-6 Obrázek Střešního boxu Škoda. [2]

Rhino PipeTube Pro

Tento střešní nosič je příbuzným produktem k standartním střešním boxům. Jeho funkce je pohodlný transport podlouhlého stavebního materiálu jako jsou třeba topenářské měděné a plastové trubky. Produkt dovoluje přepravu delšího materiálu, než je samotná užitná délka vnitřního prostoru automobilu, či dodávky. Tento výrobek je designově čistě funkční, což odpovídá jeho profesionálnímu použití. Díky kompaktním rozměrům je možné na střechu automobilu umístit více nosičů PipeTube Pro pro ještě větší rozšíření užitné plochy pracovních dodávek. Nosič má zlepšenou aerodynamiku díky špičaté přední i zadní části.

Otevírání střešního nosiče bylo vyřešeno odnímatelnou přední a zadní částí pro pohodlné nakládání různě dlouhého stavebního materiálu. Nosič je uzamykatelný konvenčním zámekem. Nosič dokáže pojmout materiál až v délce 3 m. Nosič PipeTube Pro je vyroben z kombinací prémiových materiálů, jako jsou hliník, nerezová ocel a polyamid. [8]



Obr. 2-7 Obrázek střešního nosiče Rhino PipeTube Pro. [8]

Porsche Roof Tent

Střešní stan od značky Porsche je designový campingový produkt, který umožňuje využít střešního prostoru automobilu k vytvoření spací plochy. Jedná se o produkt příbuzný střešním boxům, protože jeho umístění na automobilu je podobné, a také slouží jako příslušenství k automobilu. Střešní stan je výrazný díky svým ostrým hranám, díky kterým působí mohutně. Lesklá stříbrno šedá povrchová úprava působí na stanu prémiově. Na výrobku si můžeme všimnout minimalistického designu, který navazuje na prvky automobilů značky Porsche. Takové campingové řešení se také používá při delších cestách mířených za rekreací, stejně jako střešní boxy.

Střešní stan ovšem není vůbec optimalizovaný vůči jízdním odporům a jeho tvar se přibližuje kvádru, který není opticky dynamický.



Obr. 2-8 Obrázek střešního stanu automobilky Porsche. [9]

Shrnutí Současných produktů

Konvenční řešení jsou na trhu s automobilovým příslušenstvím nejpobulárnější. Uživatelé dávají přednost praktičnosti před estetickými výrobky. Nejpobulárnější barvy střešních boxů jsou černá a veškeré odstíny šedé. Jako u automobilů, tak i u příslušenství mají své místo na trhu veškeré cenové kategorie, tudíž cena střešního boxu není nejhlavnějším parametrem. Na českém trhu jsou pobulární i prémiové a dražší produkty.

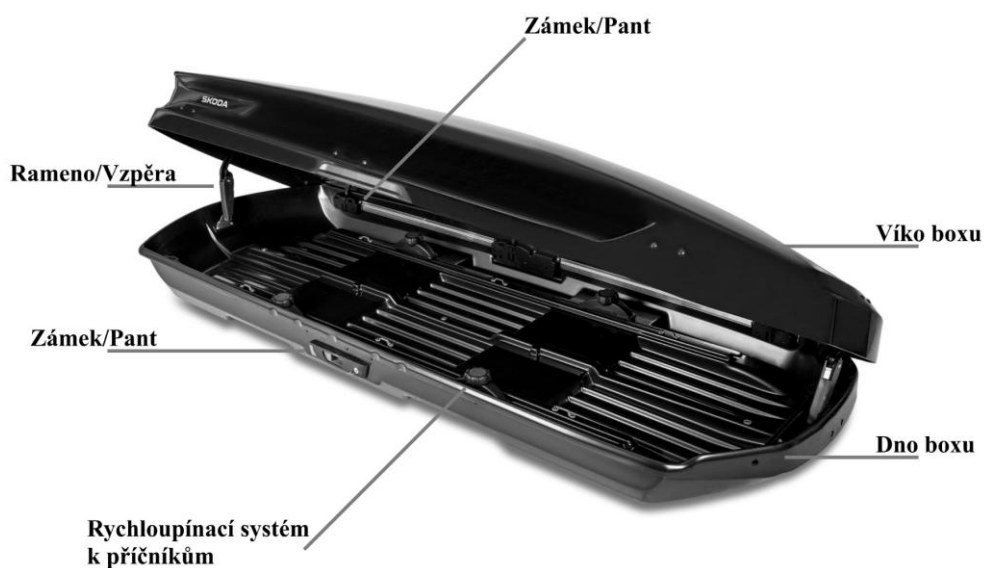
2.2 Technická analýza

Střešních boxů je na trhu spousta, mají různé tvary a velikosti, ale jejich komponenty se zásadně neodlišují a mají vesměs stejnou funkci.

Každý Střešní box se skládá ze dvou velkých plastových skořepin, spodní dno a horní víko. Tyto dvě hlavní komponenty jsou spojeny dalšími mechanickými součástmi. Spodní a horní část je spojená panty, pro umožnění vzájemného pohybu a také rameny, nebo vzpěrami, které drží box v otevřené poloze. Dále na boxu vždy najdeme bezpečnostní prvky, jako rychloupínáky pro snadné a bezpečné upevnění střešního boxu ke příčnícím na střeše automobilu a také zámek, který uzamyká nákladový prostor boxu. Zámek chrání box před samovolným otevřením při jízdě a také před krádeží nákladu. Při konstrukci střešního boxu je prioritou co nejmenší hmotnost produktu, protože nosnost střechy automobilu nebývá vysoká, a při vysoké hmotnosti boxu by došlo k velké změně těžiště automobilu, což by mohlo vést k horším jízdním vlastnostem a ke snazší ztrátě stability automobilu. [10][1]

Kategorie základních komponent:

- Nosné plastové víko a dno
- Mechanické komponenty
- Bezpečnostní komponenty
- Vnitřní řadiče



Obr. 2-9 Schéma komponentů střešního boxu. [3]

2.2.1 Základní komponenty

Plastové víko a dno

Téměř každý střešní box na trhu má dvě hlavní komponenty, a to spodní dno a vrchní víko boxu. Tyto dvě velké části jsou zpravidla vyrobené z UV stabilního plastu, například ABS. Tento materiál se používá, protože je odolný vůči venkovním světelným a povětrnostním podmínkám. Dokáže odolávat slunečnímu záření bez viditelného měnění struktury a barvy.

Materiál lze díky moderním technologiím natvarovat do téměř jakékoliv geometrie, díky tomu jsou na trhu varianty všech tvarů, jak amorfních, tak geometrických. Technologie umožňuje plastu dávat jak ostré hrany, tak oblé navazující plochy.

Vrchní víko boxu zpravidla musí být lehké, pro jednoduchou manipulaci při nakládání. Spodní dno boxu naopak musí být tuhé a musí zvládat zatížení od nákladu a také musí zajistit bezpečnou tuhost kvůli kontaktu s příčnicí. Dno boxu někteří výrobci vyztužují hliníkovými profily anebo hlubokými prolisy, které pomáhají zvýšit tuhost a stabilitu a také je lze použít jako radiče pro sportovní náčiní.

Jednotlivé plastové části bývají jednobarevné, kvůli technologii výroby. Veškeré grafické prvky, loga a polepy bývají přidány v pozdější části výroby produktu.



Obr. 2-10 Ukázka jednobarevnosti a spodní profilace boxu Neumann.[11]

Rameno, Vzpěra

Tato komponenta může mít u střešních boxů mnoho podob, avšak funkci má vždy stejnou. Propojuje vrchní a spodní plastový díl k sobě, a zároveň drží horní víko v otevřené poloze při nakládání a vykládání nákladu. Na trhu je trendem oboustranné otevírání boxu, tudíž rameno musí umožnit pohyb víka do obou stran. Na druhé straně existují boxy, které se

otevívají ne do boku ale zezadu, tudíž je možné nahradit rameno obyčejným pístem, která v jednom směru dokáže perfektně nahradit funkci ramene.

U levnějších produktů na trhu je rameno vyrobeno z vysokopevnostního plastu, který je levnější, ovšem většina boxů má ramena vyrobená z kovu, pro větší tuhost a nosnost.



Obr. 2-11 Obrázek ramene boxu Absolute 3G v otevřené poloze.[12]



Obr. 2-12 Obrázek tlumičů v boxu Packline, které fungují jako vzpěra.[7]

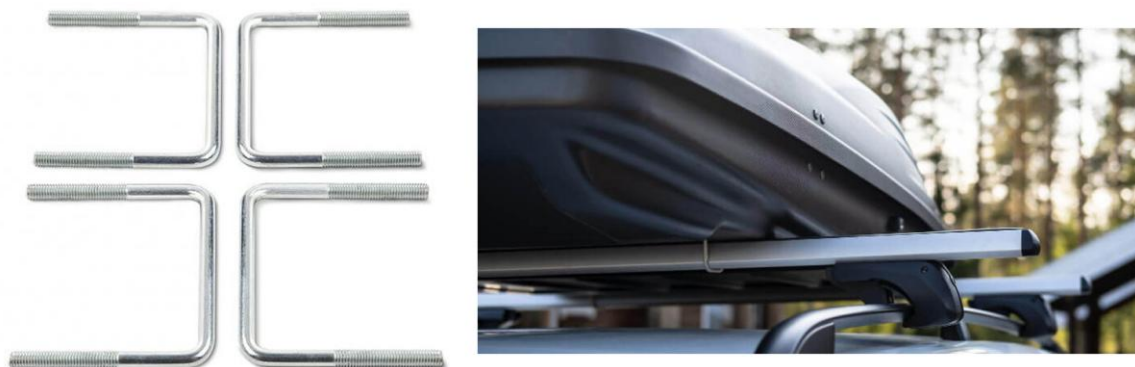
Mechanismus upínání k příčnícím

Upínací komponenta u většiny střešních boxů má naprosto stejnou funkci, a to bezpečně a rychle uchytit střešní box k příčnícím, které bývají různými způsoby připevněné ke střeše automobilu. Střešní boxy na trhu používají různá řešení, jak docílit rychlého a pevného spojení. Značka Thule používá rychloupínací prvek, který otáčivým pohybem šroubu v prostoru střešního boxu utahuje packy, které objímají příčník z vnější strany dna boxu. Většina ostatních výrobců používá ekvivalentní rychloupínací systémy. Aby box byl zajištěn pevně, tak je vždy použita čtveřice těchto komponent.



Obr. 2-13 Obrázek rychloupínacího systému Thule. [13]

Výrobci levnějších boxů na trhu používají trochu jiné řešení, které plní stejnou práci, avšak není tak pohodlné pro uživatele boxu. Používají jednoduchý U profil, který je na koncích vybaven závity, na které jsou poté našroubované matky. Tento styl upínání nepotřebuje komplikovaný komponent k mechanickému propojení boxu s příčnicí, proto se jedná o velmi dostupné řešení. Tvar u profilu, ale nemůže být přizpůsobovaný tvaru příčnicku, tudíž při tomto provedení není zaručená úplná kompatibilita boxů a příčnicků. Tento systém uchycení je mnohem náročnější na montáž.



Obr. 2-14 Obrázek levného řešení upínacího systému.[14]

Zámek střešního boxu

Bezpečnostní zámek střešního boxu je velmi důležitá komponenta výrobku. Nejen že udržuje přepravovaný obsah v boxu v bezpečí a brání samovolnému otevření boxu za jízdy,

ale také u oboustranně otevíratelných boxů má dvojí funkci. Zámek slouží zároveň jako pant a i obráceně. Jednoduše když je jedna strana boxu zamknutá, tak se zámek chová jako pant a je osou otáčení víka při otevření boxu na druhé straně. Zamknutím obou stran se box neotevře ani na jednu stranu. Kvůli této funkci musí zámek zajistit víko boxu na vícero místech. Většinou na dvou až třech, dle velikosti boxu.

K zamykání je pak potřeba běžného klíče, který otočením v zámku zafixuje pant do zamknuté polohy. Fyzické zámky bývají po obou stranách boxu, kvůli oboustrannému otevírání.

Již vymyšlený systém je elegantní, avšak může se naskytnout problém, když pant zavadí o náklad či příslušenství v boxu. Tímto kontaktem může být zamykání znepříjemněno.



Obr. 2-15 Obrázek Zámku/Pantu střešního boxu Thule.[15]

Vnitřní řadiče

Sportovní náčiní, které přepravujeme v boxech musíme nějak uchytit, ať za jízdy nemění polohu. Kdyby sportovní vybavení, jako třeba lyže, nebylo uchyceno mohlo by dělat hluk, anebo by mohlo poškodit jak box, tak sportovní příslušenství samotné. Výrobci mají na tento problém různá řešení.

Většina střešních boxů má pastové dno vyrobené již s hlubokými prolisy, do kterých lze lyže vložit jejich ostrou hranou, tyto prolisy mohou pojmout klidně i hůlky, či jiné podlouhlé náčiní. Tyto profilace mají i druhotnou funkci a to takovou, že dodávají dnu střešního boxu potřebnou tuhost, protože materiál samotný nemá tak dobré mechanické vlastnosti.



Obr. 2-16 Obrázek Prolisů u dna střešního boxu Neumann. [4]

Pro některé značky střešních boxů lze na trhu dokoupit příslušenství v podobě vyvýšeného držáku na lyže a snowboardy. Tahový držák umožňuje sportovní náčiní klást vedle sebe, bez rizika poškození. Ve většině střešních boxů na trhu bývá několik popruhů, které slouží k zajištění jakéhokoliv nákladu. Touto aretací zabráníme vzájemnému pohybu nákladu o sebe a tím i přebytečnému poškození.



Obr. 2-17 Obrázek přidavného držáku Thule s popruhem.[16]

Závěr technické analýzy

Při konstrukci střešních boxů se všichni výrobci snaží udržovat nízké výrobní náklady. Ušetřit při vývoji lze zejména, když použitá komponenta má vícero funkcí. Například když dno boxu je tvarováno jako řadič pro lyže, tak šetříme množství použitých komponent i celkové náklady na výrobu. Druhým příkladem, kde můžeme pozorovat tento trend je použití pantů, které slouží jako zámek, což pomáhá s jednoduchou konstrukcí boxu s oboustranným otevíráním.

3 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍL PRÁCE

Třetí kapitola se zabývá problémy, na které jsme narazili v designerské a technické analýze. Při eliminaci těchto problémů dospějeme k lepšímu produktu při vývoji. Po kompletní analýze lépe najdeme cílovou skupinu našeho výrobku.

3.1 Analýza problému

Střešní boxy pro osobní automobily v dnešní podobě jsou na trhu už několik desetiletí. Jejichž předchůdci v polovině minulého století se vyráběli ze dřeva a plechu, tato řešení ovšem nebyla vhodná a bezpečná. Odvětví střešních boxů z lehkých a odolných materiálů začala inovovat až značka Thule v 70. letech minulého století. Toto řešení pro zvětšení užitého prostoru osobního automobilu se stalo velmi populární. V některých případech mohl střešní box nahradit i vozík za automobilem. Ovšem současné střešní boxy jsou tvarově velmi podobné a vzhledem ne příliš zajímavé. U tohoto odvětví příslušenství pro osobní automobily lze očekávat, že boxy musí dbát na co nejnižší cenu a na co největší užitný prostor. Ovšem na parametry jako je dojezd automobilu s boxem a na estetiku se vůbec nepoukazuje. Přitom technologie výroby a současné vědecké poznání nám umožňuje pomocí pár jednoduchých úprav zlepšit všechny výše uvedené parametry. Současnou výrobou lze dosáhnout téměř jakéhokoliv tvaru bez výrazného zvýšení nákladů na výrobu.



Obr. 3-1 Ukázka staršího populárního střešního boxu Thule CombiBox 250.[17]

Největší smysl v dnešní době dává optimalizovat střešní boxy pro použití elektromobilů, které díky své vnitřní konstrukci mají menší zavazadelník i kabinu. Tento problém nastává, protože pod podlahou a kufrem automobilu na elektrický či hybridní pohon se nachází trakční autobaterie, která ubírá z vnitřního prostoru automobilu. Tudíž rozšířit vnitřní prostor použitím střešního boxu dává největší smysl. Při použití konvenčního střešního boxu u elektromobilu můžeme očekávat výrazně snížený dojezd, kvůli zvýšeným jízdním odporům. U dnešních střešních boxů můžeme vidět prioritu vnitřního prostoru oproti aerodynamice, a










to zejména proto, že nosiče nám řeší problém s nedostatkem prostoru v zavazadelníku. Současné střešní boxy nejsou aerodynamicky špatné, ale lze je pomocí malých úprav v tvarování výrazně vylepšit.

Aby střešní box zásadně nesnižoval dojezd elektromobilu, musí jeho tvar být dobře promyšlený. V tomto případě nejde pouze o to, aby samotný tvar boxu byl co nejaerodynamičtější, ale střešní box musí respektovat i tvar daného automobilu a být co v největší harmonii s ním. Při vybavení auta střešním boxem bychom měli zabránit zbytečnému vzduchovému víření mezi dnem boxu a střechou auta. Toto nechtěné vzduchové víření, které zvyšuje jízdní odpor, se vyskytuje také za střešním boxem, respektive za autem. Dobré aerodynamice dopomůžeme také tím, když výrazně nezvětšíme čelní průřeznou plochu automobilu samotného. [18]

Pro nejlepší ilustraci dobré aerodynamiky lze použít tvar kapky. Spojením střešního boxu a automobilu bychom se měli co nejvíce přiblížit kapkovitému tvaru, jak z bočního, tak horního pohledu. V historii jsme se s podobným tvarováním produktů a dopravních prostředků mohli setkat v 30. letech minulého století v architektonickém a designovém stylu Streamline Moderne. V tomto stylu vznikaly ikonicky tvarované dopravní prostředky, jako třeba lokomotivy a osobní automobily, které respektovali aerodynamický tvar a linii.[19][18]



Obr. 3-2 Obrázek stylu Streamline Moderne na dopravních prostředcích. Tatra 77 a lokomotiva LMS Coronation Class. [19]

Shape	Drag Coefficient
Sphere → 	0.47
Half-sphere → 	0.42
Cone → 	0.50
Cube → 	1.05
Angled Cube → 	0.80
Long Cylinder → 	0.82
Short Cylinder → 	1.15
Streamlined Body → 	0.04
Streamlined Half-body → 	0.09

Obr. 3-3 Obrázek elementárních těles a jejich součinitelů odporu v prostředí.[18]

3.2 Analýza, interpretace a zhodnocení poznatků z rešerše

Střešní boxy mají několik klíčových parametrů, které jsou důležité pro zákazníka, tudíž je vhodné se na ně primárně zaměřit. Nejdůležitějším parametrem je užitný prostor boxu. Můžeme ho měřit v litrech anebo počtem sportovního náčiní, které se do boxu vleze. Nejpopulárnější jsou boxy pro alespoň 4 páry lyží.

Pro běžného uživatele je také velmi důležitá jednoduchá manipulace s boxem. Na trhu jsou populární rychloupínací systémy, které zjednodušují montáž střešního boxu na automobil. K snadné manipulaci také patří oboustranné otevírání boxu, které je již skoro samozřejmostí na jakémkoliv boxu s bočním otevíráním. Boxy otevírané zezadu jsou také na trhu, ovšem ne v takovém množství.

3.3 Cíle práce

Hlavním cílem práce je vytvořit design střešního boxu na osobní automobil zohledňující aerodynamiku, praktičnost, tuhost a stabilitu boxu. Důležitou součástí řešení jsou také vnitřní kotvící prvky a řadiče

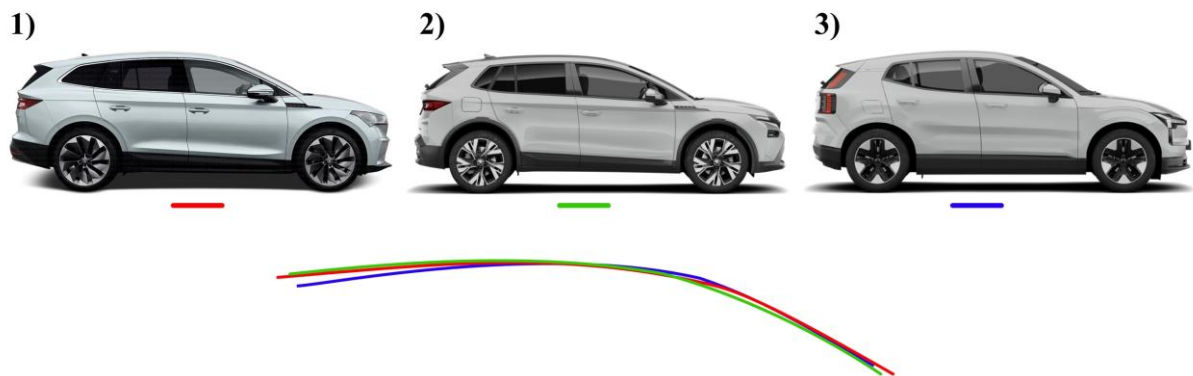
Dílčí cíle jsou:

- Tvarová inovace
- Identifikovat hlavní designerské přístupy a charakteristické prvky střešních boxů pro osobní automobily
- Prokázat funkčnost, aerodynamičnost a vyrobiteľnosť návrhu
- Realizovat fyzický model ve zmenšeném měřítku

3.4 Cílová skupina

Na cílovou skupinu se u střešních boxů pro osobní automobil můžeme nahlížet ze dvou pohledů. Už z názvu vyplývá, že střešní box je příslušenství pro automobily, proto jako první cílovou skupinu musíme určit pro jakou kategorii aut má smysl střešní box vyvíjet. Box má ale hlavně uspokojovat nároky lidí. Tudíž abychom našly finální a komplexní cílovou skupinu musíme dát dohromady požadavky uživatelů dané kategorie automobilů, kterou si zvolíme.

Největší smysl v dnešní době má vyvíjet nový střešní box pro sektor rodinných elektromobilů. Optimálním tvarem boxu prodloužíme dojezd vozidla, například za sportovní rekreací, oproti konvenčním produktům na trhu. Také při rodinném použití potřebujeme rozšířit užitný prostor automobilu co nejvíce. Pro optimalizaci nám pomáhá tvarová podobnost střešní linie nejprodávanějších elektromobilů na českém trhu, přesněji Škoda Enyaq, Škoda Elroq a Volvo EX30. Při tvarování nosiče nás nebude zajímat jenom tvar střešní linie, ale i vzdálenosti mezi čelním sklem a začátkem pátých dveří automobilu, a to proto, ať nosič nepřesahuje do zorného pole od řidiče, a aby nezamezil otevírání dveří od zavazadelníku.



Obr. 3-4 Obrázek elektromobilů 1) Škoda Enyaq, 2) Škoda Elroq, 3) Volvo EX30, a jejich střešních linií. [20][21][22]

Přesněji cílovou skupinou budou lidé užívající tyto elektromobily pro své každodenní a rodinné použití. Této cílové skupině záleží více na životním prostředí. Také můžeme usoudit, že elektromobily nejsou nejlevnějším sektorem u automobilů, tudíž uživatelům nemusí vadit vyšší pořizovací cena.

3.5 Základní parametry a legislativní omezení

Mezi základní parametry střešních boxů patří jejich objem, možná ale důležitějším parametrem je, kolik sportovního náčiní, respektive lyží a snowboardů, dokáže střešní box pojmout. Dle trhu je potřeba aby se do střešního boxu vešly alespoň 4 páry lyží. Co se týče velikosti celkové, tak střešní box by měl umět pojmout lyže délky alespoň 180 cm. Střešní box by také neměl vyčnívat ani z přední ani zadní strany automobilu, a to hlavně kvůli bezpečnosti a omezené viditelnosti z vozidla.

Moderní střešní boxy jsou konstruovány podle německé normy DIN 75302, která se specializuje na střešní nosiče zavazadel. Střešní nosiče také musí splňovat bezpečnostní standardy, jako je například tzv. CityCrash test. V tomto testu jsou střešní boxy vystavovány opakovaným nárazům při přetížení boxu.

Jedním z omezení Střešních boxů je také nosnost střechy automobilu. Ta je uváděna ve velkém technickém průkazu vozidla a při převozu náčiní v boxu by nemělo dojít k jejímu překročení. Do celkového zatížení střechy se započítává i hmotnost samotného boxu a příčníků. Obvyklá nosnost střechy u automobilu je 50–75 kg.

3.6 Použité výrobní technologie, možný trh a cena

Nejdůležitější součástí střešního boxu je jeho plastové víko a dno. Pro výrobu těchto součástí se používá nejvíce materiál ABS a polykarbonát. Díky charakteristickému tvaru připomínající vanu se střešní boxy vyrábějí pomocí technologie vakuového tvarování neboli termoformingem. Tato technologie nevyžaduje extrémně vysoké počáteční náklady na výrobu a je relativně rychlá. Odformování jednoho velkého střešního boxu tak trvá maximálně několik jednotek minut. Pro menší a komplikovanější plastové součásti se používá technologie vstřikování. Obě technologie dobře slouží pro velkovýrobu. [23]



Obr. 3-5 Obrázek ukazující technologii výroby Termoforming. [23]

Nový produkt bude na trhu směřovat na majitele a provozovatele elektromobilů. Tento trh se v Evropě rychle rozšiřuje díky čím dál tím víc populární elektromobilitě.

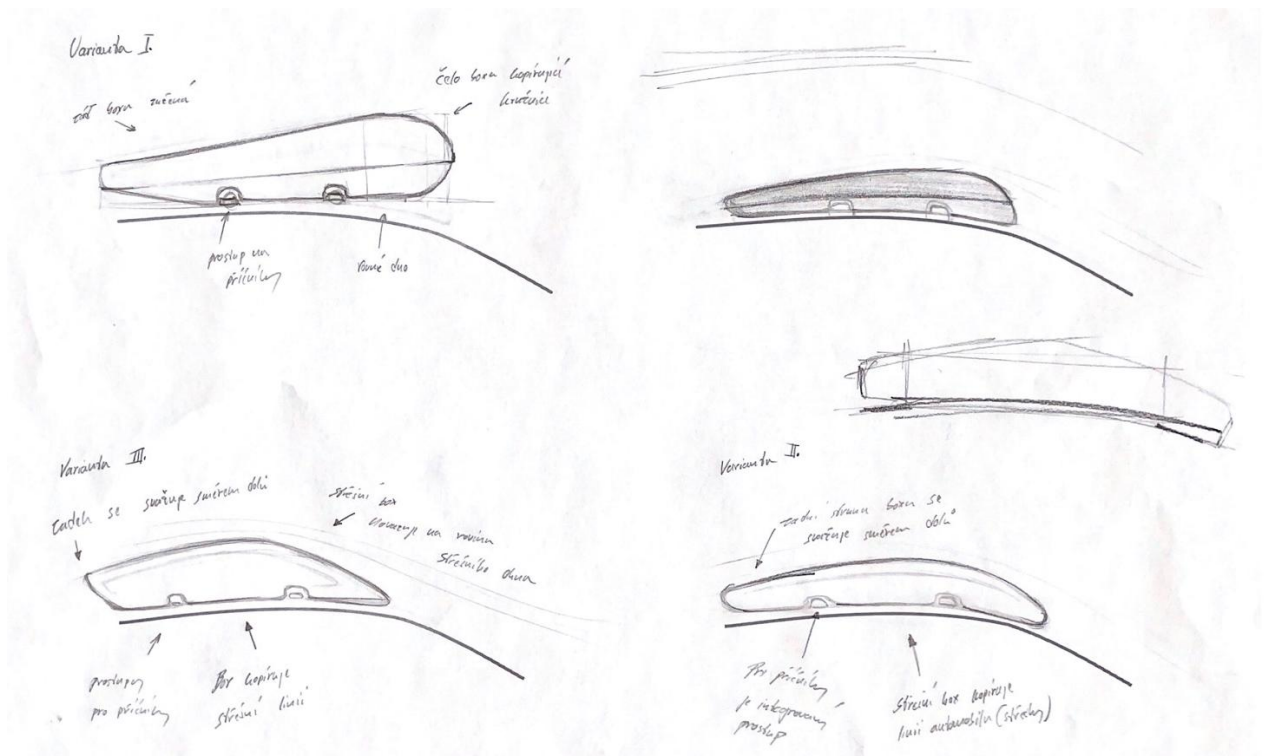
Možná cena by se neměla výrazně lišit od cen konvenčních střešních boxů, a to díky použití konvenčních technologií a již používaných materiálů. Výsledná dostupnost by se odvíjela až od množství vyrobených a prodaných kusů střešních boxů.

4 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

Tato kapitola se zabývá jednotlivými variantními návrhy, které slouží jako předloha, nebo inspirace pro vytvoření konečného produktu, na konci této kapitoly zhodnotíme jednotlivé přístupy k designu variant a z nich vybereme optimální finální řešení. Jako úvod do jednotlivých návrhů a řešení nám pomůže moodboard s podněty, které mě inspirovaly v tvorbě.



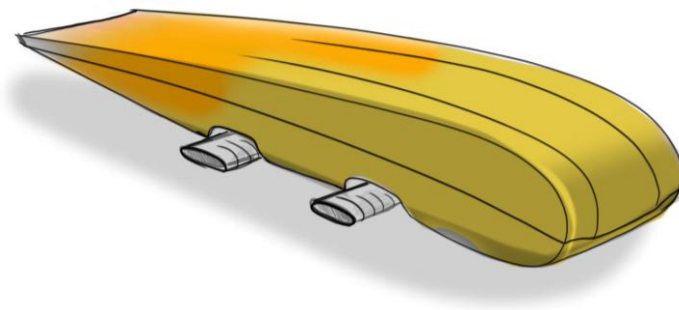
Obr. 4-1 Inspirační koláž.



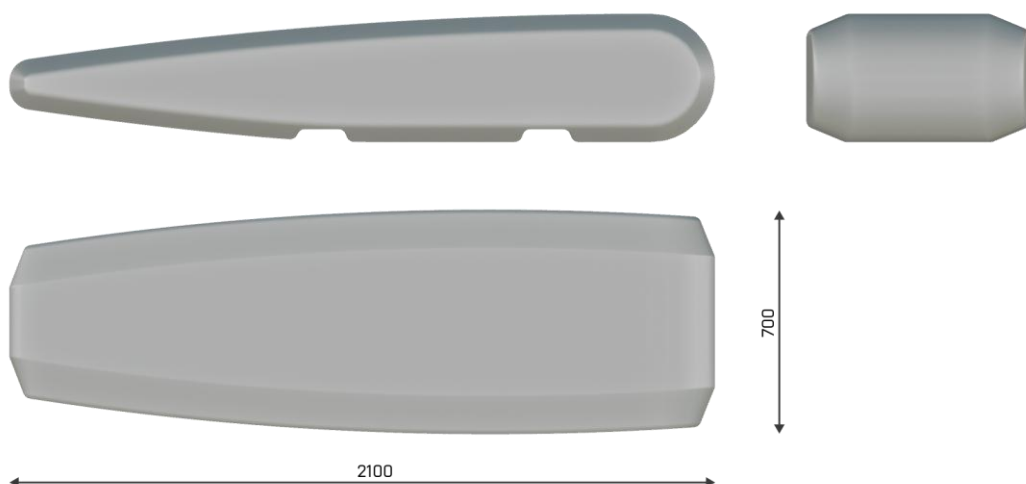
Obr. 4-2 Ilustrační skica předcházející finálním variantám.

4.1 Varianta I

Varianta I byla vytvořena tak, aby kopírovala aerodynamické tvarování kapky. Tento tvar dodává tělesu dynamiku a jednoznačnou směrnost, která je při pohybu automobilu důležitá. Tvar kapky má také nejlepší součinitel odporu v prostředí, jakého lze vůbec dosáhnout. Tato forma se také výrazně neliší od konvenčních tvarů a také je z pohledu vnitřního prostoru praktický. Čelo střešního boxu tedy kopíruje kružnici. Zád' boxu se naopak zužuje, což pomáhá plynulosti tvaru. Dále jsem ve své designu začlenil prostupy pro příčnicku, které sníží celkovou výšku auta s boxem a zamezí rozbití rovné linie dna boxu auta příčnicku.



Obr. 4-3 Digitální skica prvního variantního designu.

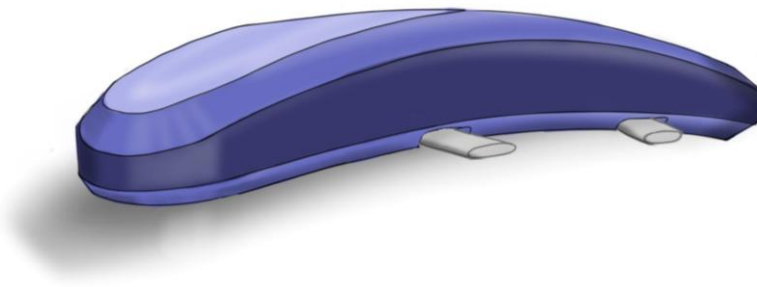


Obr. 4-4 Pohledy 3D modelu první varianty.

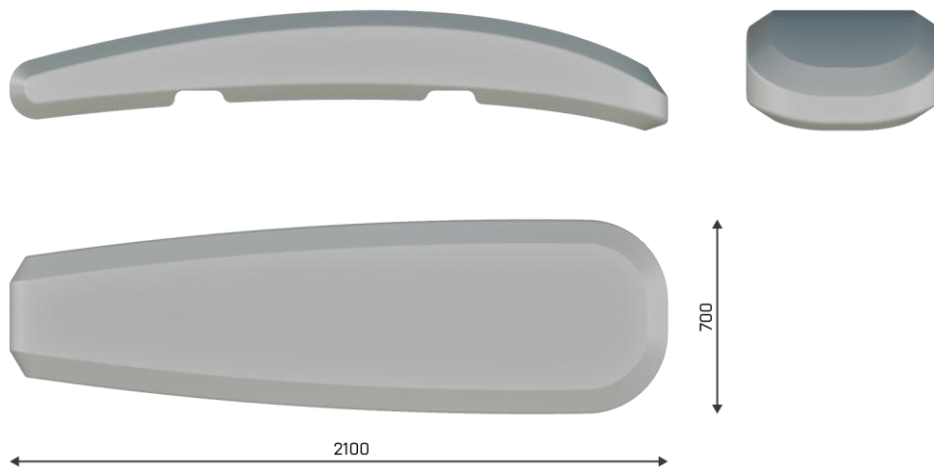
První variantní návrh nenabízí výrazné kompromisní zmenšení úložného prostoru na úkor aerodynamiky. Finální tvar vypadá velmi dynamicky a ostré hrany podporují směrovost výrobku. Vnitřní kapacita boxu je 250 litrů při celkové délce boxu 210 cm.

4.2 Varianta II

Varianta II respektuje více tvar auta a to tak, že dno boxu kopíruje střechu automobilu. Pro definování finální křivky, kterou dno boxu kopíruje jsem použil křivku, která se nejvíce podobá střešním liniím na populárních elektromobilech v Česku. Plynulým navázáním dna boxu na střešní linii automobilu zlepšíme obtékání vzduchu a touto optimalizací také snížíme čelní průřeznou plochu automobilu s boxem, což napomáhá menším jízdním odporům. I tato varianta disponuje prostupy pro příčnky. Díky těmto prostupům, dokážeme eliminovat výraznou mezeru mezi boxem a autem a také zvýšit potřebnou tuhost boxu.



Obr. 4-5 Barevná digitální skica druhého variantního designu.

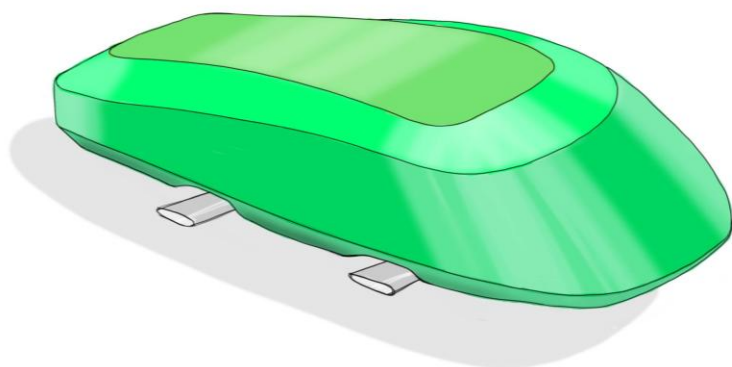


Obr. 4-6 Pohledy 3D modelu druhého variantního návrhu

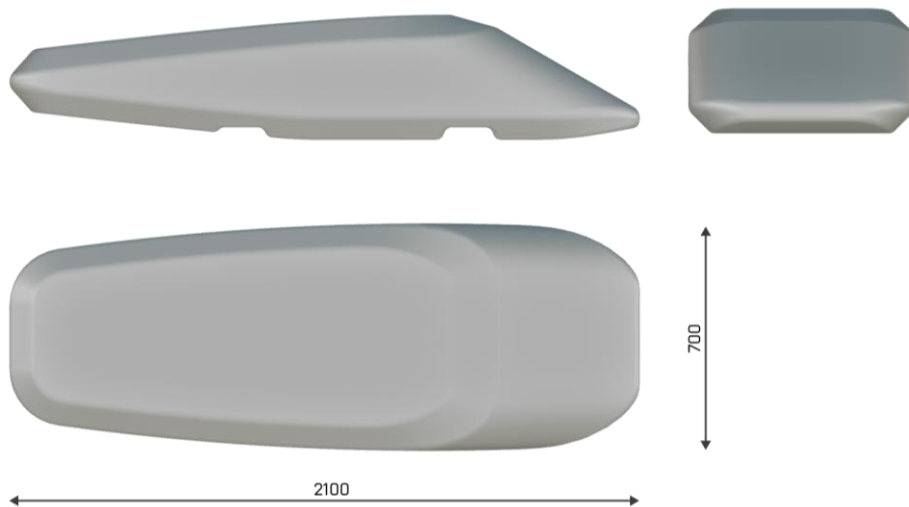
Druhý variantní návrh nabízí velmi dynamické tvarosloví, ale zároveň částečně omezuje praktičnost použití vnitřního prostoru. I přes výraznější tvarování střešní box nabízí místo až pro 4 páry lyží a další sportovní a campingové náčiní. Střešní box při celkové délce 210 cm nabízí vnitřní prostor o objemu 240 litrů.

4.3 Varianta III

Varianta III je principiálně podobná druhé variantě, akorát místo linie střechy střešní nosič navazuje na rovinu, kterou vytváří čelní sklo automobilu. Tento tvar nabízí větší prostornost než předešlé verze. Díky této návaznosti může být hmota automobilu a střešního boxu opticky spojena. Řešení dává z aerodynamického hlediska smysl a to, kvůli navazujícím rovinám a co nejplynulejším tvarům. Zadní část boxu je zúžená ve dvou rovinách, a to z horní a boční roviny. Takové tvarování pomáhá snížení odporů, při pohybu automobilu. Tato varianta je také doplněna o prostupy pro příčníky



Obr. 4-7 Barevná digitální skica třetího variantního designu.



Obr. 4-8 Pohledy 3D modelu třetího variantního návrhu.

Třetí variantní návrh působí nejpraktičtěji, protože při celkové délce 210 cm nabízí vnitřní prostor o objemu 350 litrů, tato zvýšená prostornost je ovšem způsobená vyšší výškou střešního boxu, která nemusí být při spojení s automobilem tvarově sympatická, a může opticky vytvořit nestabilitu.

4.4 Zhodnocení variant

Vytvoření různých verzí produktu nám pomohlo určit priority při vytváření jednotlivých variant, tyto poznatky a priority tak můžeme co nejvíce zhodnotit při vytváření finálního tvarového a designového řešení.

4.4.1 Zhodnocení praktičnosti

Střešní boxy pro automobily existují, protože řeší problém nedostatku úložného prostoru v interiéru auta. Proto praktičnosti nosičů pokládám největší prioritu.

Všechny tři varianty byly vytvořeny tak, ať jejich hlavní rozměry mohou být vepsány do kvádrů o rozměrech (210 × 40 × 70) cm. Tento rozměr je nejlepší pro danou kategorii aut, protože je dobrým kompromisem mezi praktičností a kompaktností.

Nejobjemnější z výše uvedených možností je třetí varianta. Ovšem i první varianta při menším objemu a menší průřezné čelní ploše boxu dokáže pojmout stejné množství sportovního náčiní. A to přesněji až 4 páry lyží o délce 185 cm. Druhá varianta dokáže pojmout stejné množství lyží, ale kvůli zakřivení je možné do boxu vložit jenom kratší sportovní náčiní.

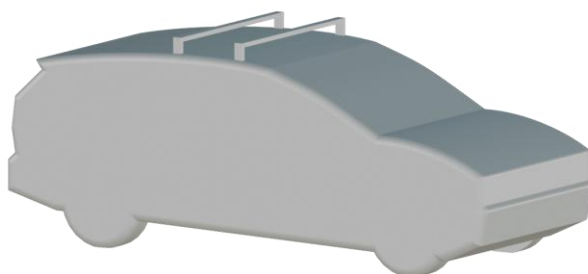
4.4.2 Zhodnocení jízdních odporů

Metodika měření

Pro vyhodnocení odporu vzduchu střešních boxů jsem si musel určit metodiku měření tak, ať dává co největší smysl a shoduje se co nejvíce s reálným používáním nosičů.

Pro určení odporu vzduchu v prostředí jsem používal program Ansys Discovery 2025, ve kterém jsem postupně prováděl „external flow simulation“, která mi na konci každé simulace změřila hodnotu odporu vzduchu při určité rychlosti. Měření jsem prováděl za rychlosti vzduchu 120 km/h a to, protože za vyšších rychlostí se odpor vzduchu stává nezanedbatelným. Navíc střešní boxy lidé používají na cestách za rekreací a můžeme předpokládat, že delší trasy s nosičem překonávají na rychlostních komunikacích při dálničních rychlostech.

Všechna měření aerodynamiky střešních nosičů byla prováděna již s boxem na střeše automobilu a to, protože nás nezajímá odpor samotného boxu, ale odpor celé soupravy auta s nosičem. Pro tyto simulace jsem tak musel vytvořit zjednodušený 3D model automobilu Škody Enyaq i se střešními příčnicí, na které jsem vždy umístil box. Tento model musel projít výrazným zjednodušením a to, protože jeho přílišná komplexnost by komplikovala a zvyšovala čas měření. Avšak veškeré hlavní rozměry, jak automobilu, tak použitých příčniců, byly zachovány pro co největší přesnost měření.



Obr. 4-9 Obrázek zjednodušeného 3D modelu Škody Enyaq pro simulaci.

Měření konvenčního boxu

Pro dobrou orientaci ve výsledcích jsem první vytvořil model automobilu s již existujícím boxem značky Thule, box jsem zvolil takový, aby se shodoval velikostí a použitím s mými koncepty nosičů.



Obr. 4-10 Obrázek simulace odporu vzduchu boxu Thule.

Při měření konvenčního boxu na autě jsme naměřili při rychlosti 120 km/h odporovou sílu 1700 N, pro mé ostatní měření tato hodnota bude sloužit jako výchozí, a při simulacích

s mými variantními návrhy budu počítat o kolik procent jsou mé koncepty aerodynamičtější. Při měření nebudu porovnávat součinitele odporu tvarů C_x , ale naměřenou hodnotu odporové síly F_d .

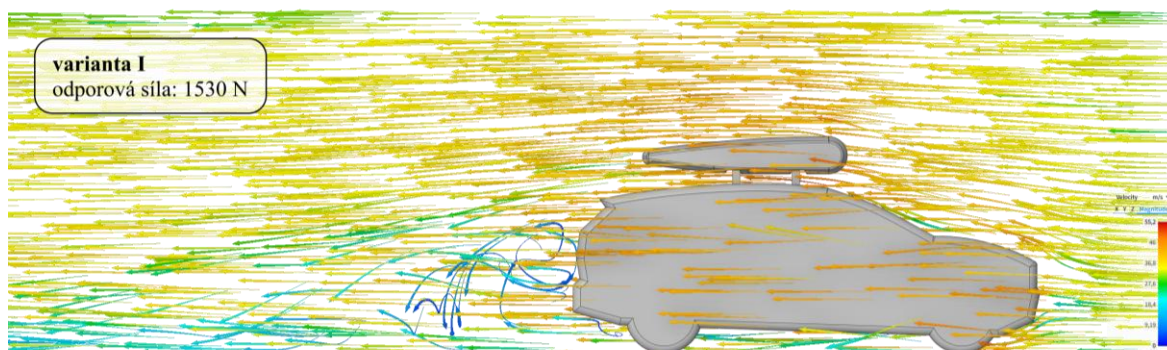
Vyhodnocení simulací variantních návrhů

Z výsledků měření jednotlivých variant vychází, že všechny verze konceptů podléhají nižší odporové síle než naměřená hodnota u boxu Thule. Nejmenší odpor vzduchu při rychlosti 120 km/h vykazovala druhá varianta, a to 1430 N. Této nízké hodnoty dosáhla, protože její navazující tvar na střechu automobilu vytvářel nejmenší víření vzduchu za automobilem. Tato varianta je ovšem nejméně praktická a můžeme vidět, že nízký odpor vzduchu je kompromisem vůči vnitřnímu prostoru.



Obr. 4-11 Obrázek simulace odporu vzduchu druhé varianty.

Varianta I a III naopak nabízí dobrý kompromis mezi dobře využitelným vnitřním prostorem a dobrými aerodynamickými vlastnostmi. Třetímu konceptu byla naměřena odporová síla 1630 N a první variantě dokonce 1530 N. K dobrým výsledkům prospělo kapkovité zúžení u obou verzí jak z bočního, tak horního pohledu. Varianta I dokonce nabízí až o 10,0 % nižší odporovou sílu soupravy automobilu s boxem jako nabízí konvenční nosič od značky Thule. Díky těmto poznatkům můžeme s jistotou použít tvarové prvky těchto konceptů pro vytvoření ideálního finálního tvarového řešení.



Obr. 4-12 Obrázek simulace odporu vzduchu první varianty.



Obr. 4-13 Obrázek simulace odporu vzduchu třetí varianty.

5 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

Pátá kapitola se zabývá finálním tvarovým řešením hotového produktu, který v mém případě vznikl spojením tvarových a funkčních prvků z prvního a druhého variantního návrhu.

Hlavní vizualizace modelu střešního boxu budou prezentovány společně s automobilem i s příčnicí, pro lepší prezentaci proporcí a tvarových souvislostí.

5.1 Finální varianta



Obr. 5-1 Obrázek finálního tvarového řešení střešního boxu na autě Škoda Enyaq.

Výsledné tvarové řešení vzniklo spojením první a druhé varianty, kde byly použity tvarové prvky kapky v obou hlavních pohledech boxu. Tvar skořepin boxu je podpořen výrazným zkosením v horní a dolní části boxu. Tato zkosení pomáhají vytvořit dynamické linie, které prochází celou délkou nosiče. Box se v zadní části symetricky zužuje, což napomáhá nízkým jízdním odporům.



Obr. 5-2 Pohledy finálního tvarového řešení.

Zhodnocení praktičnosti

Finální tvarové řešení je vepsáno do stejného rozměru, jako všechny vytvořené designové varianty, a to do kvádru o velikosti (210 × 40 × 70) cm. Tento rozměr je vhodný pro použití v kategorii rodinných elektromobilů. Nepřesahuje do výhledu řidiče, a po správné montáži nekoliduje s otevíráním pátých dveří. Celkový objem nosiče je 295 litrů.



Obr. 5-3 Vizualizace střešního boxu na elektromobilu Škoda Enyaq.



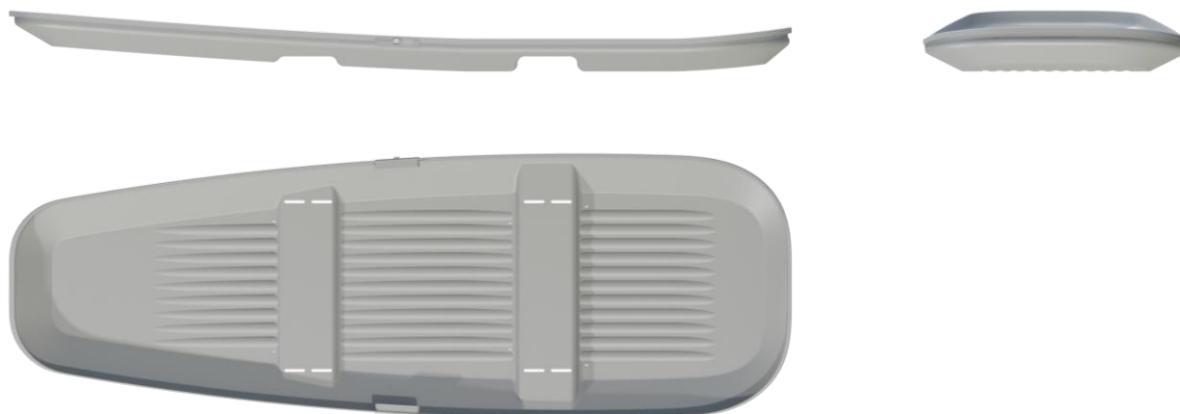
Obr. 5-4 Vizualizace střešního boxu na elektromobilu Volvo EX30

Tvarování dna boxu

Tvar spodního dílu skořepiny neboli dna boxu, vznikl s velkým důrazem na výslednou tuhost a pevnost, proto skořepina byla vybavena řadou zpevňujících prolisů a tvarování. Vybrání pro definování přesné pozice příčníků také pomáhá k výsledné tuhosti a jeho rozměr byl vybrán tak, aby pojmul velkou řadu příčníků na trhu, a také dodržel potřebnou předepsanou rozteč. Pro utěsnění prostoru má horní hrana dna boxu tvar oblouku.



Obr. 5-5 Tvarové řešení platového dna střešního nosiče.



Obr. 5-6 Obrázek základních pohledů dna boxu.

Tvarování víka boxu

Víko střešního boxu je uzpůsobeno tak, ať nabízí co největší a nejpraktičtější vnitřní prostor. Jeho horní linie je symetrická se spodním dílem boxu. Víko se také zužuje v zadní části pro co nejlepší jízdní odpory. Prolisy na plastové skořepině mají dvojitou funkci, zpevňují víko a také vytvářejí jemný liniový tvar. Spodní hrana komponenty byla tvarově uzpůsobena tak, ať společně s dolní částí vytváří mechanické utěsnění vnitřního prostoru boxu.



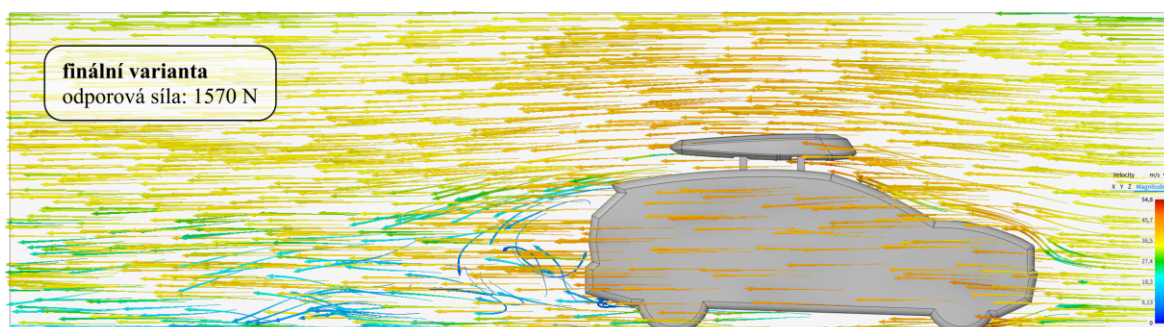
Obr. 5-7 Tvarové řešení plastového víka střešního boxu.



Obr. 5-8 Obrázek základních pohledů víka boxu.

Zhodnocení jízdních odporů

Finální tvarové řešení díky své tvarové podobnosti s ostatními variantními návrhy překonává odporovou sílu konvenčního produktu od značky Thule. Simulace v programu Ansys Discovery změřila velikost odporové síly při rychlosti 120 km/h přesně 1570 N. Této lepší hodnoty se podařilo dosáhnout symetrickým zúžením boxu v zadní části, a také díky přídi, která tvarem opisuje kružnici. Tímto tvarováním se povedlo dosáhnout zmenšení odporové síly soupravy automobilu se střešním nosičem o 7,4 % oproti podobně velkému boxu Thule.



Obr. 5-9 Obrázek simulace odporu vzduchu finální varianty.

Tímto zlepšením můžeme předpokládat snížení spotřeby elektrické energie a zvýšení dojezdu elektromobilu na jedno nabití nejen při dálničních rychlostech. Zároveň díky menší frekvenci nabíjení a tankování automobilu můžeme dosáhnout vyššího komfortu na cestě.

6 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

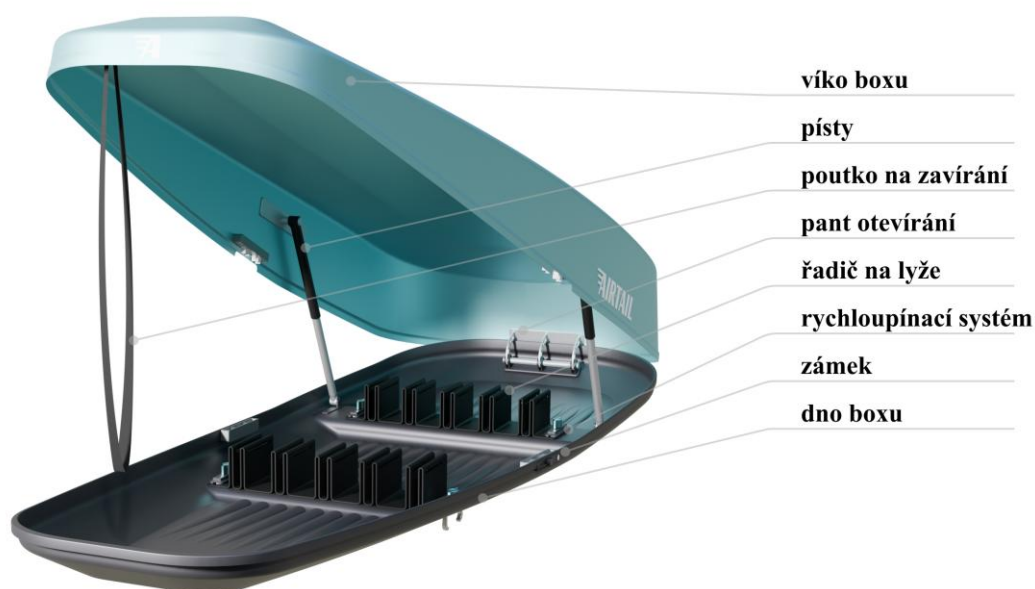
Šestá kapitola se zabývá veškerými funkčními, konstrukčními, technologickými a ergonomickými aspekty designu.

6.1 Popis

V této části se popisuje produkt jako celek a objasní se funkce jednotlivých dílčích komponent, které jsou součástí vytvořeného designu.

6.1.1 Obecný popis

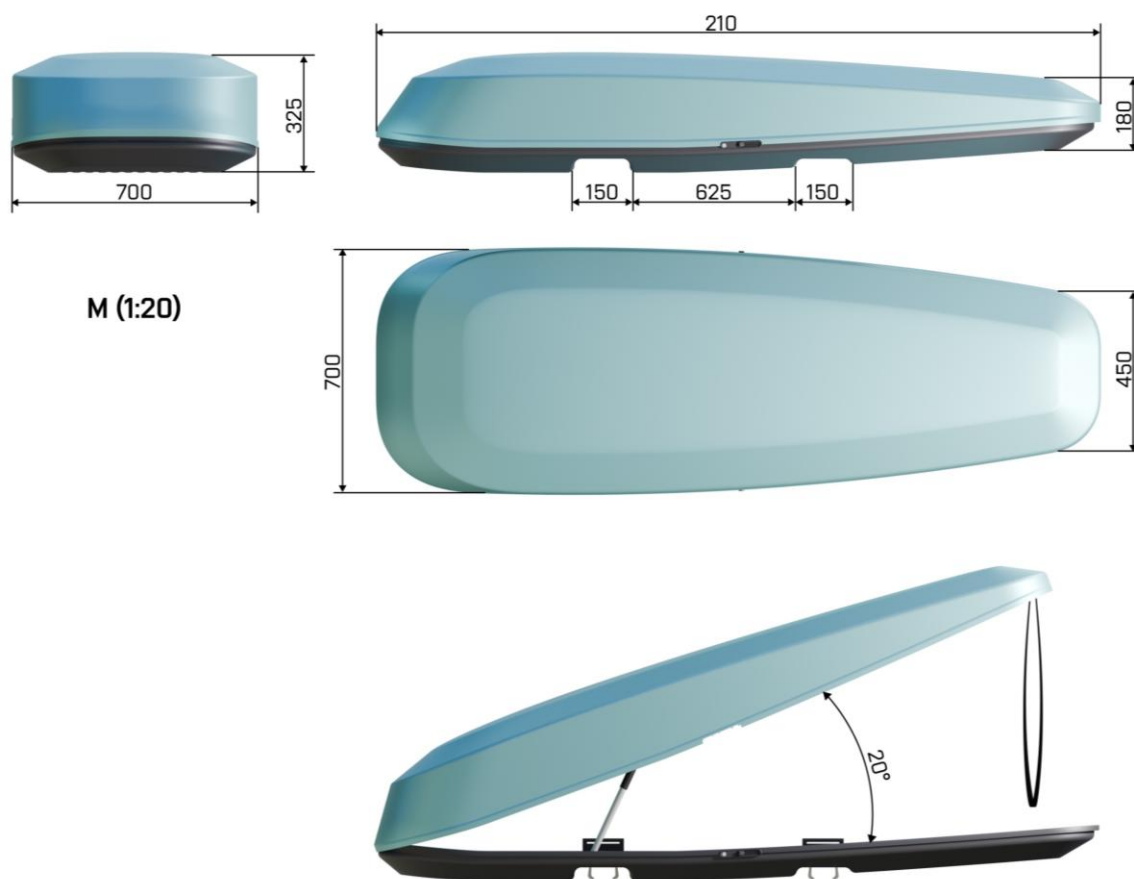
Střešní box na osobní automobil je složen ze dvou hlavních částí, a to z plastových skořepin, přesněji víka a dna. Dno nosiče slouží jako základní těleso, do kterého se montují a připevňují ostatní komponenty produktu. Víko a dno je spojeno pantem, který umožňuje vzájemný pohyb dvou dílů. Pro zajištění boxu v otevřeném stavu je nosič vybaven dvojicí pístů, které zároveň pomáhají při otevírání. Uzamykání vnitřního prostoru je vyřešeno standardním zámkem, který zamezí vzájemnému pohybu dvou skořepin. Celý nosič je k příčnicům automobilu připevněn rychloupínacím systémem, jedná se o standardní řešení, které pomocí čtyř součástí a jejich následným utáhnutím vytvoří pevný spoj mezi dnem boxu a příčnicí.



Obr. 6-1 Popis výrobku a jeho komponent.

6.2 Rozměrové řešení

Střešní box je konstruován a navrhován tak, aby je ho rozměry nepřesáhly kvádr o velikosti (210 × 40 × 70) cm. Tento rozměr je nejlepší volbou pro kategorii rodinných elektromobilů. Celkový objem nosiče byl CAD programem spočítán na 295 litrů.



M (1:20)

Obr. 6-2 Obrázek okótované finální varianty v základních pohledech.

6.3 Vnitřní mechanismy a komponenty

Vnitřní mechanismy boxu zajišťují pohodlný přístup do boxu, jednoduchou manipulaci s ním a bezpečné přepravování nákladu. Střešní box byl vybaven jednoduchými konstrukčními řešeními, aby jeho výrobní cena nebyla vysoká.



Obr. 6-3 Obrázek umístění kompozice vnitřních komponent nosiče.

6.3.1 Popis dílčích součástí

Tato podkapitola se věnuje podrobnějšímu popisu jednotlivých komponent, ze kterých se design střešního boxu skládá.

Plastové skořepiny

Skořepiny, největší plastové komponenty, jsou základními částmi každého boxu, definují celkový tvar a vytvářejí základnu pro všechny ostatní komponenty nosiče. Jejich tvarování je v tomto případě čistě funkční. Jsou vybaveny řadou technologických prolisů, které jsou nezbytné pro celkovou tuhost. Forma skořepin nám definuje také vnitřní užitný prostor. Spojením dvou vytvořených skořepin nám vznikne vnitřní prostor o velikosti 295 litrů. Do vytvořeného prostoru lze umístit minimálně 5 párů lyží a další sportovní vybavení.



Obr. 6-4 Obrázek plastových skořepin.

Mechanické komponenty

Vzájemné propojení a pohyb plastových skořepin je umožněn mechanickými komponenty boxu. Otáčivý pohyb víka okolo dna je zajištěn jednoduchým pantem, který můžeme najít i v jakémkoliv jiném otevíracím mechanismu.

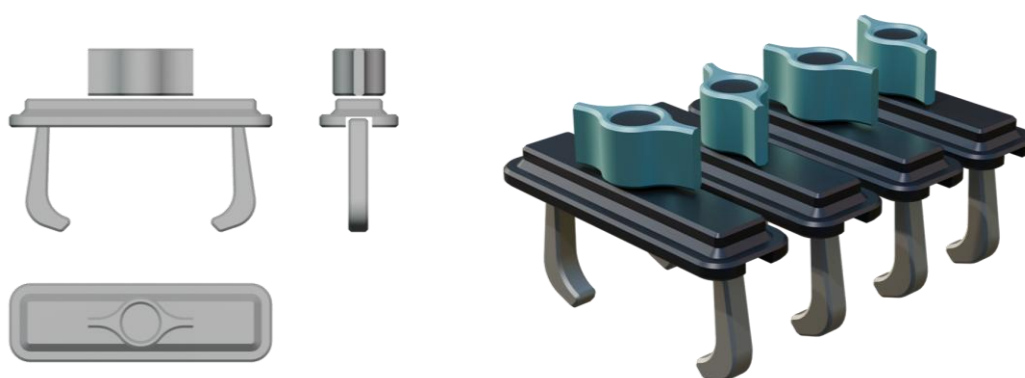
Dvojce pístů pomáhá se zvednutím víka boxu do otevřené polohy. Následně v otevřené poloze mezi sebou drží víko a dno úhel 20° . Tento úhel svírají dělicí roviny skořepin. Konce pístů přenáší sílu na základní těleso pomocí pantů. Tyto panty jsou strategicky umístěné v nejtěžších částech základního tělesa, aby bylo zabráněno velkým deformacím při otevírání.



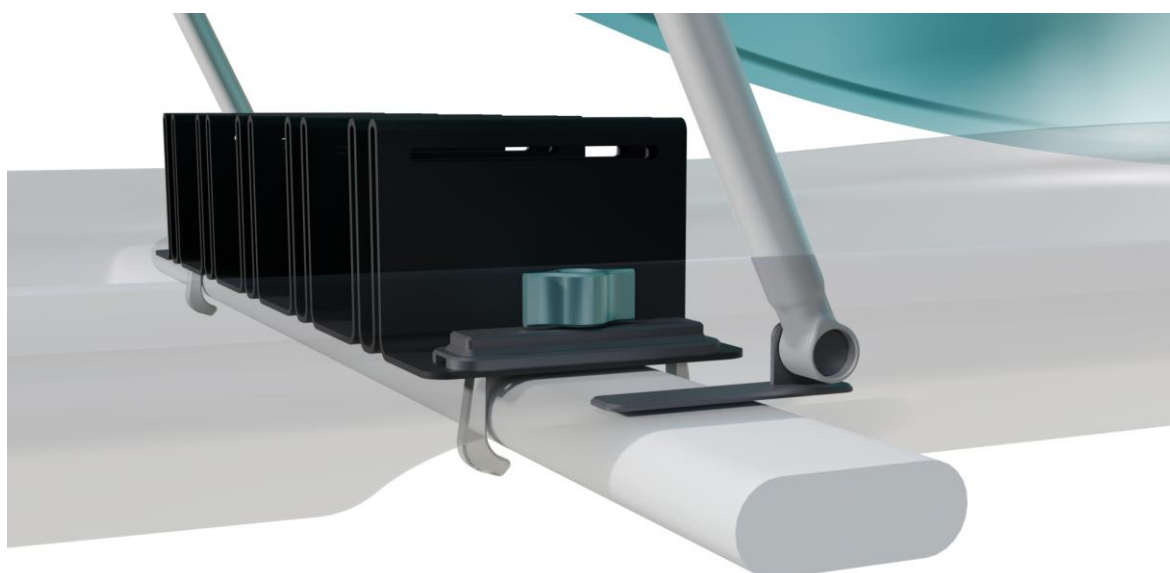
Obr. 6-5 Detail na mechanické komponenty boxu.

Rychloupínací systém

Tento systém slouží pro vytvoření snadno rozebíratelného spoje mezi nosičem a příčnicí, které jsou namontovány na střechu automobilu. Prostupy na dně boxu umožňují obejmout a otočným pohybem utáhnout objímky rychloupínacího systému okolo příčnicku. Toto spojení probíhá na 4 místech. Navržený rychloupínací systém má vylepšení také v tom, že lze použít i pro pevné uchycení vnitřního řadiče pro lyže, který má stejné prostupy jako dno boxu. Design komponentu byl vytvořen tak, aby navazuje na celkový vzhled produktu, jak po barevné, tak po designové stránce. Pro přenášení otočného pohybu bylo použito tvaru, kterým můžeme rukou přenést větší sílu než u konvenčních řešeních na trhu.



Obr. 6-6 Základní pohledy a obrázek celé sady rychloupínacího systému.



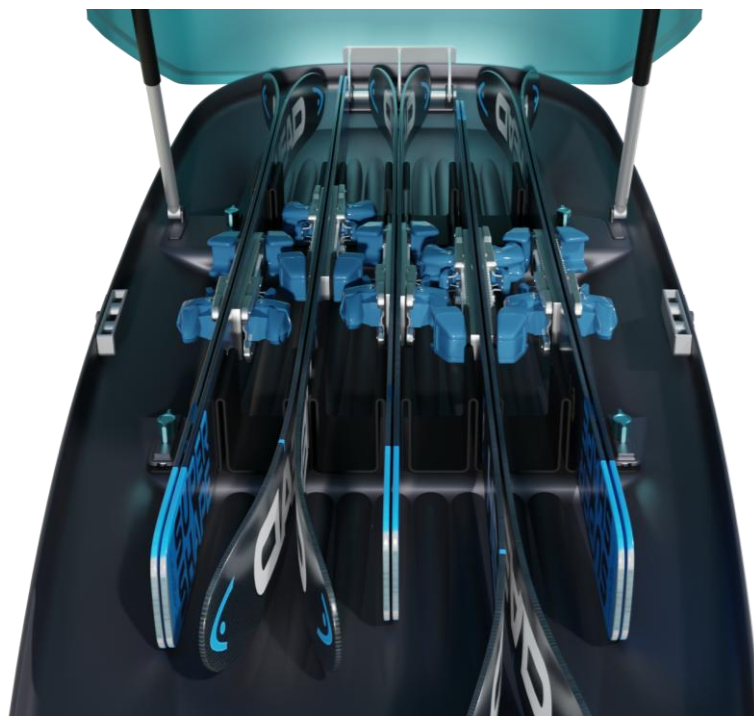
Obr. 6-7 Detail funkce rychloupínacího systému

Řadič na lyže

Tento komponent byl vytvořen pro zachycení lyží a jiného sportovního vybavení v prostoru boxu. Jedná se o gumový zvlněný plát sloužící jako opora pro lyže. Tvar řadiče omezuje pohyb lyží po vnitřní ploše nosiče, čímž zabráníme poškození sportovního vybavení a boxu samotného. V boxu se nachází dva řadiče, vždy nad prostupem pro příčnick na dně. Jsou vyrobeny z poddajné gumy, která se tvarem dokáže přizpůsobit nákladu, a tím jej i bezpečněji zajistit. Tento komponent lze vyndat pro případy, když box slouží k přepravě jiného nákladu. Jedná se o dva identické kusy, pro zmenšení výrobních nákladů. Řadič je ukotven ke dnu boxu současně rychloupínacím systémem. V horní části gumových podpor pro lyže je pomocná perforace pro umístění přídatného popruhu či lana, pro případné uchycení tvarově rozmanitějšího nákladu.

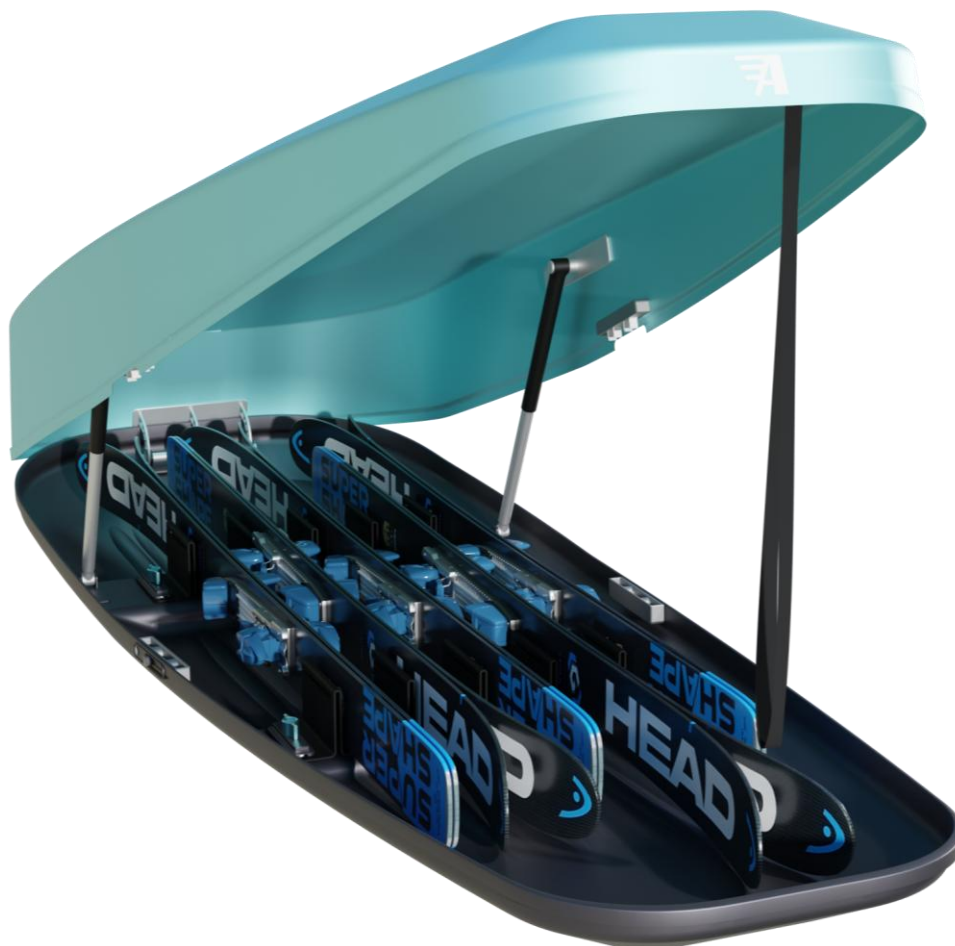


Obr. 6-8 Základní pohledy řadiče na lyže.



Obr. 6-9 Obrázek možného využití vnitřního prostoru

Finální varianta střešního boxu pojme minimálně 5 párů lyží o maximální délce 190 cm. Vizualizace nabízí pohled na box naložený lyžemi o délce 170 cm, zároveň jde vidět, že box nabízí velkou prostorovou kapacitu pro ostatní náklad.



Obr. 6-10 Vizualizace boxu naloženého 5 páry lyží.

Zámek boxu

Pro zajištění pohybu víka boxu a pro ochranu přepravovaného nákladu před odcizením je střešní nosič vybaven zámkem. Zámek se nachází v prostřední části boxu mezi prostupy pro příčníky. Spodní protikusy zámku jsou pevně spojeny se dnem boxu. Zámek pracuje na principu čtyř západek, které po uzamknutí pevně objímají 2 válce. Obě strany zámku jsou propojené táhlem, aby nosič bylo možné odemknout či zamknout z libovolné strany.



Obr. 6-11 Obrázek vnitřního umístění bezpečnostních zámků boxu.

6.4 Materiálové řešení

Hlavní komponenty víko a dno střešního nosiče je vyrobeno z materiálu ABS. Je tuhý, houževnatý a odolný vůči mechanickému namáhání. Jeho mechanické vlastnosti se zásadně nemění s teplotou v prostředí, ve kterém se bude produkt vyskytovat. Tento materiál se standardně používá pro výrobu střešních boxů, díky dobré návaznosti na technologii vakuového termoformingu.

6.5 Technologie

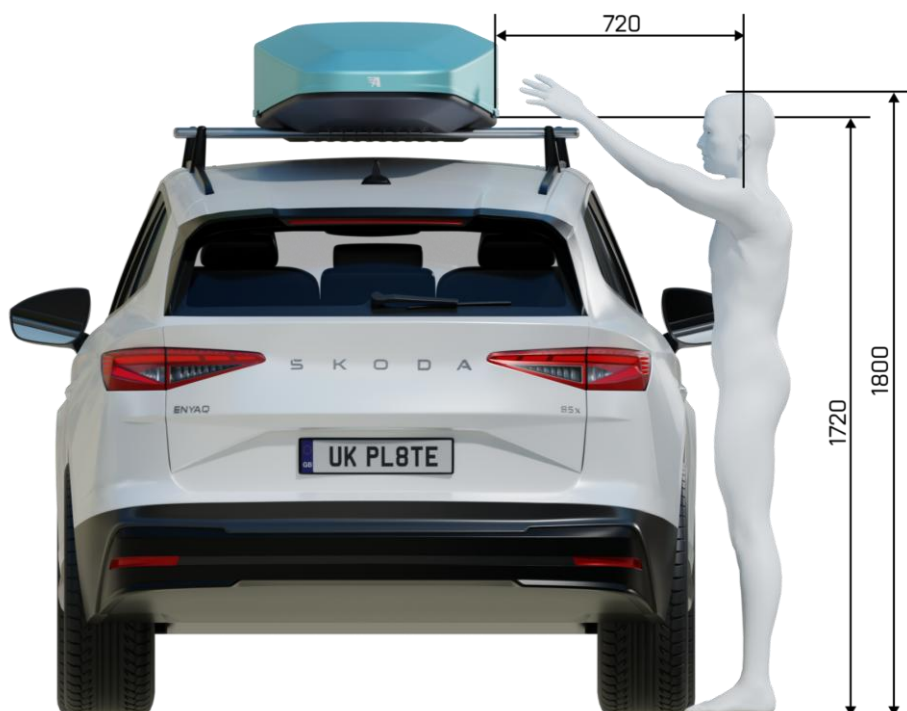
Skořepiny střešního boxu jsou konstruované tak, aby byly vyrobitelné technologií termoformingem, přesněji vakuovým formováním. Tato technologie je ideální, protože její pomocí jsme schopni vytvořit téměř jakékoliv tvary skořepin. Tento postup výroby nepotřebuje velké vstupní náklady na výrobu formy a příslušenství strojů. Technologie je vhodná i pro sériovou výrobu, protože odformování jedné skořepiny i s nahřátím ABS desky trvá přibližně osm minut.

6.6 Ergonomie

I přes to, že střešní box pro automobily není produktem, se kterým bychom manipulovali často, pořád je přínoprací s ním člověku udělat příjemnou a nekomplikovanou.

Ergonomii u střešního boxu můžeme chápat jako přizpůsobení podmínek při manipulaci a rozměrů boxu tak, ať otevírání a zavírání boxu zvládne co největší výškové rozmezí lidí. Manipulaci se střešním boxem komplikují velké rozměry elektromobilů, protože jejich výška bývá obvykle o několik centimetrů větší než u aut se spalovacím motorem stejné kategorie.

Při vkládání přepravovaného nákladu si většina menších lidí pomáhá stoupanutím na práh nebo kufr auta. Zavírání střešního boxu je, co se týče rozměrů, nejkomplicovanějším úkonem. Pro snadné zavření víka nosiče je nosič vybaven delším poutkem, kterým dokážeme horní víko boxu snadno přitáhnout a zajistit. Zámek střešního boxu je umístěn v prostřední části nosiče. Po namontování boxu na automobil se zámek bude nacházet mezi příčníky, a umožní nejlepší dostupnost uživatelům.



Obr. 6-12 Obrázek ergonomie odemykání střešního boxu



Obr. 6-13 Obrázek zavírání střešního boxu

Vizualizace zavírání boxu ukazuje situaci, kdy box zavírá průměrný muž o výšce 180 cm. Znamená to, že pro menší lidi může být tento úkon složitější na zvládnutí, což může být vyřešeno prodloužením poutka víka střešního boxu. Při odemykání a zamykání střešního boxu si lidé menšího vzrůstu mohou pomoci našlápnutím na práh zadních dveří automobilu.

6.7 Bezpečnost a hygiena

Po správné montáži střešního nosiče k automobilu se box stává nedílnou součástí automobilu samotného, a tudíž nemůže být v provozu hrozbou. Správná montáž střešního boxu je nutná a musí být dodržena. Důvodem je zajištění, aby nedocházelo k omezování výhledu z automobilu z pohledu řidiče. Tímto neohrozíme pasivní bezpečnost vozidla.

Plast ABS, ze kterého je box vyroben je po chemické optimalizaci UV stabilní a ani při zhoršených povětrnostních podmínkách se z něj neuvolňují nebezpečné látky. Materiál ABS se také používá v potravinovém průmyslu, protože je bezpečný v kontaktu s potravinami.

6.8 Udržitelnost

Střešní box Airtail je udržitelný už samotnou tvarovou koncepcí. Jeho tvar redukuje pasivní odpory při jízdě automobilu, tudíž snižuje spotřebu paliva či energie. Snížení spotřeby znamená snížení energetické náročnosti produktu, a také znamená šetrnost k životnímu

prostředí, protože jeho použitím snižujeme spotřebu fosilních paliv a jiných přírodních zdrojů.

Nosič je také konstruován s požadavkem na životní cyklus v řádu let až desítek let. Materiál ABS, ze kterého je box vyroben je plně recyklovatelný, takže může být využitý i po skončení životního cyklu. Recyklace plastů obecně pomáhá k šetření přírodních zdrojů a celkové udržitelnosti produktů.

7 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

7.1 Barevné řešení

Při vytváření barevných variant jsem se inspiroval barevností jiných příslušenství k automobilům. Při hledání správných barev pro příslušenství pro osobní automobil je potřeba brát ohled na to, ať barevná kombinace automobilu se střešním boxem není rušivá, a ani jedno z těles nepřebírá příliš pozornosti.

Barevná varianta I

RAL 210 80 25

RAL 000 20 00



Barevná varianta II

RAL 9003

RAL 300 20 05



Barevná varianta III

RAL 300 20 05

RAL 000 20 00



Obr. 7-1 Obrázek vybraných RAL barev.

Barvy a povrchové úpravy jsou navrhovány pro skořepiny, dno a víko boxu. Pro navození stability jsem barvy spodního dna boxu voleny tmavší a víko světlejší. Tato kombinace zvýrazní dělicí rovinu nosiče. Světlé barvy víka boxu dobře fungují s povrchovou úpravou karoserie auta. Tmavá varianta naopak působí neutrálně a může vytvářet přívětivou barevnou kompozici s téměř jakoukoliv barvou automobilu.

7.2 Grafické řešení

Finální grafické řešení produktu bylo vytvářeno s důrazem na směrovou orientaci střešního boxu. Logo a značka produktu vyjadřují rychlost a dynamiku. Název produktu Airtail je odvozen z charakteristického tvarování zadní části boxu. Zúžení zadní části může připomínat ocas ryby či ptáka, proto anglický název Airtail.

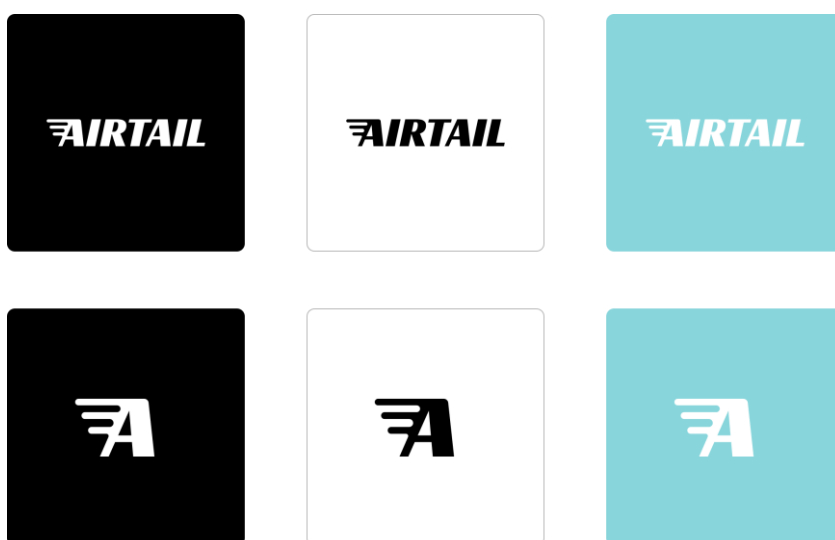


Obr. 7-2 Logo střešního boxu Airtail.

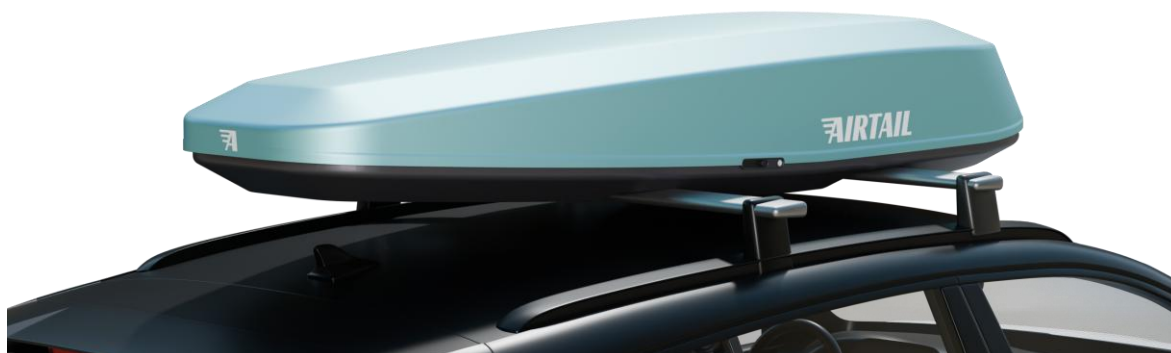


Obr. 7-3 Značka střešního boxu Airtail.

Při navrhování loga bylo použito fontu Racing Sans One, který je dobře čitelný i při pohybu produktu. První písmeno názvu bylo upraveno tak, ať za sebou zanechává linie podobné čarám v tunelové zkoušce při testování aerodynamiky. Linie také dodávají logu směrovost.



Obr. 7-4 Kompozice značky produktu v barevném prostředí.



Obr. 7-5 Obrázek umístění grafiky na produktu.

Logo výrobku bylo umístěno vodorovně na pravém boku střešního boxu. Na této straně souhlasí směr linií písmene A se směrem jízdy vozu. Na zádi nosiče bylo doprostřed volné plochy umístěno počáteční písmeno loga, pro lepší rozpoznatelnost produktu z pohledu zezadu. Logo u všech barevných variant má bílou barvu.

8 DISKUZE

8.1 Psychologická funkce

Základem celé práce bylo vytvořit střešní box, který bude stejně praktický jako všechny ostatní střešní boxy ve stejné kategorii, ale vynikne lepšími aerodynamickými parametry. Důležitým úkolem bylo vymyslet tvarování tak, aby vyhovovalo oběma požadavkům. Aby tvar nabídl dobře využitelný vnitřní prostor a inovativní netradiční vzhled a zároveň, aby nosič vykazoval nižší hodnoty odporové síly při měření v simulačním programu.

Při tvorbě konceptu střešního boxu na automobil je potřeba brát v úvahu to, že s tímto produktem má většina uživatelů, především řidičů už nějakou zkušenost. Proto je potřeba střešní box vytvořit tak, aby fungoval na podobných principech jako jiné konvenční produkty na trhu. Kdyby došlo k zásadní změně používání a ovládání produktu, mohlo by dojít ke zmatení uživatele a nedůvěře k funkčnosti a komfortu užívání.

K atraktivitě produktu přispívá tvarová odlišnost a inovativní přístup v porovnání se stávajícími výrobky. Použití výrazněji tvarovaného dna boxu po namontování na automobil, pomáhá vytvořit originální kompozici mezi linií střechy vozidla a spodní linií dna nosiče. V dané produktové kategorii se podobné tvarové prvky objevují jen zřídka, a proto je každé odlišení od běžných řešení vnímáno jako přínosné.

8.2 Sociální funkce

Produkt najde své uplatnění zejména u lidí, kteří se zajímají o ekologickou jízdu osobním automobilem, ať už je jejich motivací úspora pohonných hmot, maximalizace dojezdu, nebo šetrnost a ohleduplnost k životnímu prostředí.

Střešní box také může nalézt využití v půjčovnách automobilového příslušenství z důvodu snadné montáže, která je srovnatelná s ostatními dostupnými produkty na trhu. Jeho popularitu může podpořit příznivá pořizovací cena. Relativně nízká cena boxu je dosažena využitím dostupných méně nákladných výrobních technologií, běžně rozšířených v průmyslové výrobě ve velkém měřítku.

Pro soukromé uživatele může být naopak lákavým prvkem inovativní design boxu, jenž nabízí různé barevné varianty. Díky tomu si zákazník může přizpůsobit vzhled nosiče tak, aby co nejlépe ladil s barvou jeho vozu.

9 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout střešní box pro osobní automobil s inovativním designem a tvarováním, který bude respektovat veškeré požadavky uživatelů produktu.

Po řádném vypracování designerské analýzy byly jasně definovány a vymezeny hlavní problémy, jak z funkčního, tak designového hlediska. Bylo třeba udělat analýzu trhu, jaké jsou nejdůležitější parametry střešních nosičů, a také najít prvky, které na trhu nemají velké zastoupení. Střešní boxy jsou na trhu už dlouho, a trh s tímto příslušenstvím pro automobily je plný relativně stejnými produkty, které nepřinášejí nic nového a jsou vizuálně nezajímavé.

Největší smysl při tvarové inovaci produktu dávalo nový střešní box optimalizovat pro použití rodinných elektromobilů, jejichž dojezd je se střešním boxem hodně ovlivněn, a také jejich konstrukce zahrnující trakční baterii plošně zmenšuje užitečný prostor jak zavazadelníku, tak kabiny.

Další částí bakalářské práce bylo zjistit, jakých hodnot nabývá odporová síla při jízdě automobilu s nosičem. Pomocí simulačních programů byly zjištěny odporové síly u konvenčního boxu stejné kategorie výrobku. Tvorbu finálních variant jsem pojal jako příležitost k tomu, najít co nejlepší přístup k vytvoření co nejfunkčnějšího tvarování z hlediska aerodynamiky a využitelnosti vnitřního prostoru.

Výsledné finální tvarové řešení se snaží co nejlépe řešit veškeré zanalyzované problémy. Díky tvarovým optimalizacím střešní box podléhá o 7,4 % nižší odporové síle, než kterou jsme naměřili konvenčnímu nosiči Thule. Box byl vybaven populárními komponenty, jako je rychloupínací systém, který výrazně usnadňuje montáž boxu na auto. Aby nosič poskytoval pohodlné nakládání a bezpečnou přepravu sportovního náčiní, jako jsou třeba lyže, tak byl vnitřní prostor boxu vybaven radiči, které přesně definují pozice jednotlivých lyží. Další výhodou jsou barevné varianty produktu, díky kterým spojení auta a boxu může vypadat mnohem lépe.

Z ergonomických důvodů ovládání mechanismu otevírání a zamykání boxu bylo umístěno na oba boky nosiče. Kvůli vyšší průměrné výšce elektromobilů toto umístění zámku je ergonomicky vhodnější. Zámek byl také umístěn co nejnižší pro ještě lepší manipulaci.

Hlavním přínosem tohoto návrhu, vůči konkurenci, je proporční a barevná originalita, která je ještě podpořena lepšími aerodynamickými vlastnostmi, které byly dokázány simulacemi. Návrh se také snaží přinést co největší praktičnost a využitelnost prostoru, která je v tomto odvětví produktů klíčová. Je zde dosaženo čistého a originálního vzhledu, který je především funkční, a respektuje technologické a ergonomické požadavky.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] *Příčnky*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.alza.cz/auto/pricniky/18856715.htm#f&cud=0&pg=1&prod=&parh11329=1971-11329-141079&parh11330=1971-11330-143433>. [cit. 2025-02-25].
- [2] *Co je střešní box?* Online. Eshop.skoda-auto.cz. 2025. Dostupné z: https://eshop.skoda-auto.cz/cs_CZ/stresni-box-512-1/p/57H071200. [cit. 2025-02-25].
- [3] *Box Thule*. Online. 2025. Dostupné z: [https://www.autokelly.cz/Product/TH-635800/12423127?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=VVPLA%20-%20PLA%20-%20potential%20growers%20\(near%20index%20%2B%20under%20index\)&utm_id=22084872212&gad_source=1&gclid=CjwKCAiAzvC9BhADEiwAEhtlN6kqRoRE84_KgIrKhSJhHPRD6i0Y6nk-fpiNZhzeScDGS8LbGpKANRoCJCwQAvD_BwE](https://www.autokelly.cz/Product/TH-635800/12423127?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=VVPLA%20-%20PLA%20-%20potential%20growers%20(near%20index%20%2B%20under%20index)&utm_id=22084872212&gad_source=1&gclid=CjwKCAiAzvC9BhADEiwAEhtlN6kqRoRE84_KgIrKhSJhHPRD6i0Y6nk-fpiNZhzeScDGS8LbGpKANRoCJCwQAvD_BwE). [cit. 2025-02-25].
- [4] *Box Neumann*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.alza.cz/auto/neumann-adventure-190-antracit-d2926843.htm>. [cit. 2025-02-25].
- [5] *Box Hakr*. Online. 2025. Dostupné z: <https://stresni-boxy.heureka.cz/hakr-magic-line-400/#prehled/>. [cit. 2025-02-25].
- [6] *Box Mercedes-Benz, AMG*. Online. Autorevue.cz. 2020. Dostupné z: <https://www.autorevue.cz/nabusene-amg-ted-muzete-vzit-klidne-na-hory-novy-stresni-box-ma-i-vlastni-difuzor>. [cit. 2025-02-25].
- [7] *Packline NX*. Online. Packline-roofbox.com. 2023. Dostupné z: <https://www.packline-roofbox.com/products/roof-boxes/fiberglass-roof-boxes/packline-nx-premium---black-glossy/>. [cit. 2025-02-25].
- [8] *Rhino PipeTube*. Online. Rhinoproducts.co.uk. 2005. Dostupné z: <https://www.rhinoproducts.co.uk/product/pipetube-pro/>. [cit. 2025-02-25].
- [9] *Střešní stan Porsche*. Online. Shop.porsche.com. 2025. Dostupné z: <https://shop.porsche.com/ro/en-RO/p/roof-tent-992044895-B/992044895A>. [cit. 2025-03-05].

- [10] *MĚŘENÍ POLOHY TĚŽIŠTĚ VOZIDLA*. Diplomová práce. Brno: Vysoké učení technické, 2008.
- [11] *Viko Neumann*. Online. Alza.cz. 2025. Dostupné z: <https://www.alza.cz/auto/neumann-adventure-230-bila-leskla-d5277128.htm>. [cit. 2025-02-25].
- [12] *Rameno*. Online. Mironet.cz. 2025. Dostupné z: <https://www.mironet.cz/g3-stresni-box-absolute-400-objem-330l-oboustranne-otevirani-sedy+dp576858/>. [cit. 2025-02-25].
- [13] *Rychloupínak Thule*. Online. 2025. Dostupné z: https://www.nosice-stresni.cz/detail/sada-4-kusu-upinaku-thule-fastclick-th10746-1/?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAlPu9BhAjEiwA5NDSA_BwpZDOecaj7mpWLMY3SbHutjeiElGELpVx0BfMSaTHPMrnWWsQBhoCSwAQAvD_BwE#TH1500010746s?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=PMax%3A%20%5BGURU%5D%20PLA%20X&utm_id=18134056751. [cit. 2025-02-26].
- [14] *Použití U profilu*. Online. Fdrive.cz. 2022. Dostupné z: <https://fdrive.cz/clanky/nadovolenu-autem-se-stresnim-boxem-9168>. [cit. 2025-02-26].
- [15] *Zámek střešního boxu*. Online. Wwww.stresninosice.cz. 2025. Dostupné z: <https://www.stresninosice.cz/639200-stresni-box-thule-motion-3-m-black-glossy>. [cit. 2025-02-26].
- [16] *Vnitřní řadiče s popruhem*. Online. Stresni-nosice.cz. 2025. Dostupné z: <https://www.stresni-nosice.cz/360-350-thule-6949-drzaky-lyzi-cz.html#description>. [cit. 2025-02-26].
- [17] *Thule Combibox 250*. Online. 2024. Dostupné z: https://www.reddit.com/r/thule/comments/1gp43en/thule_combobox_250_update/#1ightbox. [cit. 2025-05-12].
- [18] *Soušinitel odporu*. Online. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2024. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cinitel_odporu. [cit. 2025-03-02].
- [19] *Streamline Moderne*. Online. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2020. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Streamline_Moderne. [cit. 2025-03-02].

- [20] *Škoda Enyaq*. Online. Carsized.com. 2021. Dostupné z: <https://www.carsized.com/en/cars/skoda-nyaq-iv-2021-suv/>. [cit. 2025-03-02].
- [21] *Škoda Elroq*. Online. V4b.co.uk. 2024. Dostupné z: <https://www.v4b.co.uk/skoda-car-lease-deals/personal/elroq/suv-210kw-85-sportline-82kwh-5dr-auto/>. [cit. 2025-03-02].
- [22] *Volvo EX30*. Online. V4b.co.uk. 2025. Dostupné z: <https://www.v4b.co.uk/volvo-car-lease-deals/business/ex30/suv-200kw-sm-extended-range-core-69kwh-5dr-auto/>. [cit. 2025-03-02].
- [23] *Technologie*. Online. Auto.cz. 2012. Dostupné z: <https://www.auto.cz/vyroba-stresnich-boxu-jak-se-pece-rakvicka-72044>. [cit. 2025-03-03].

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK, SYMBOLŮ A VELIČIN

Kč	koruna česká
Kg	kilogram
cm	centimetr
mm	milimetr
°	stupeň
km/h	kilometry za hodinu
N	newton
CAD	computer aided design
ABS	akrylonitrilbutadienstyren
UV	ultraviolet
RAL	Reichs-Ausschuss für Lieferbedingungen und Gütesicherung

12 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr. 2-1	Obrázek Střešního boxu Thule. [3]	15
Obr. 2-2	Obrázek Střešního boxu NEUMANN. [4]	15
Obr. 2-3	Obrázek Střešního boxu Hakr. [5]	16
Obr. 2-4	Obrázek Střešního boxu Mercedes-Benz AMG. [6].....	17
Obr. 2-5	Obrázek Střešního boxu Packline. [7]	17
Obr. 2-6	Obrázek Střešního boxu Škoda. [2]	18
Obr. 2-7	Obrázek střešního nosiče Rhino PipeTube Pro. [8]	19
Obr. 2-8	Obrázek střešního stanu automobilky Porsche. [9]	19
Obr. 2-9	Schéma komponentů střešního boxu. [3]	20
Obr. 2-10	Ukázka jednobarevnosti a spodní profilace boxu Neumann.[11]	21
Obr. 2-11	Obrázek ramene boxu Absolute 3G v otevřené poloze.[12]	22
Obr. 2-12	Obrázek tlumičů v boxu Packline, které fungují jako vzpěra.[7]	22
Obr. 2-13	Obrázek rychloupínacího systému Thule. [13]	23
Obr. 2-14	Obrázek levného řešení upínacího systému.[14].....	23
Obr. 2-15	Obrázek Zámku/Pantu střešního boxu Thule.[15].....	24
Obr. 2-16	Obrázek Prolisů u dna střešního boxu Neumann. [4]	25
Obr. 2-17	Obrázek přídatného držáku Thule s popruhem.[16]	25
Obr. 3-1	Ukázka staršího populárního střešního boxu Thule CombiBox 250.[17]	26
Obr. 3-2	Obrázek stylu Stremline Moderne na dopravních prostředcích. Tatra 77 a lokomotiva LMS Coronation Class. [19].....	27
Obr. 3-3	Obrázek elementárních těles a jejich součinitelů odporu v prostředí.[18] ...	28
Obr. 3-4	Obrázek elektromobilů 1) Škoda Enyaq, 2) Škoda Elroq, 3) Volvo EX30, a jejich střešních linií. [20][21][22].....	29
Obr. 3-5	Obrázek ukazující technologii výroby Termoforming. [23]	31
Obr. 4-1	Inspirační koláž.	32
Obr. 4-2	Ilustrační skica předcházející finálním variantám.	33
Obr. 4-3	Digitální skica prvního variantního designu.....	33
Obr. 4-4	Pohledy 3D modelu první varianty.	34

Obr. 4-5	Barevná digitální skica druhého variantního designu.	35
Obr. 4-6	Pohledy 3D modelu druhého variantního návrhu	35
Obr. 4-7	Barevná digitální skica třetího variantního designu.	36
Obr. 4-8	Pohledy 3D modelu třetího variantního návrhu.	36
Obr. 4-9	Obrázek zjednodušeného 3D modelu Škody Enyaq pro simulaci.	38
Obr. 4-10	Obrázek simulace odporu vzduchu boxu Thule.	38
Obr. 4-11	Obrázek simulace odporu vzduchu druhé varianty.	39
Obr. 4-12	Obrázek simulace odporu vzduchu první varianty.	39
Obr. 4-13	Obrázek simulace odporu vzduchu třetí varianty.	40
Obr. 5-1	Obrázek finálního tvarového řešení střešního boxu na autě Škoda Enyaq. .	41
Obr. 5-2	Pohledy finálního tvarového řešení.	41
Obr. 5-3	Vizualizace střešního boxu na elektromobilu Škoda Enyaq.	42
Obr. 5-4	Vizualizace střešního boxu na elektromobilu Volvo EX30.	42
Obr. 5-5	Tvarové řešení platového dna střešního nosiče.	43
Obr. 5-6	Obrázek základních pohledů dna boxu.	43
Obr. 5-7	Tvarové řešení plastového víka střešního boxu.	44
Obr. 5-8	Obrázek základních pohledů víka boxu.	44
Obr. 5-9	Obrázek simulace odporu vzduchu finální varianty.	45
Obr. 6-1	Popis výrobku a jeho komponent.	46
Obr. 6-2	Obrázek okótované finální varianty v základních pohledech.	47
Obr. 6-3	Obrázek umístění kompozice vnitřních komponent nosiče.	48
Obr. 6-4	Obrázek plastových skořepin.	49
Obr. 6-5	Detail na mechanické komponenty boxu.	49
Obr. 6-6	Základní pohledy a obrázek celé sady rychloupínacího systému.	50
Obr. 6-7	Detail funkce rychloupínacího systému.	50
Obr. 6-8	Základní pohledy řadiče na lyže.	51
Obr. 6-9	Obrázek možného využití vnitřního prostoru.	51
Obr. 6-10	Vizualizace boxu naloženého 5 páry lyží.	52
Obr. 6-11	Obrázek vnitřního umístění bezpečnostních zámků boxu.	53
Obr. 6-12	Obrázek ergonomie odemykání střešního boxu.	54

Obr. 6-13	Obrázek zavírání střešního boxu	55
Obr. 7-1	Obrázek vybraných RAL barev.....	57
Obr. 7-2	Logo střešního boxu Airtail.	58
Obr. 7-3	Značka střešního boxu Airtail.	58
Obr. 7-4	Kompozice značky produktu v barevném prostředí.	58
Obr. 7-5	Obrázek umístění grafiky na produktu.	59

13 SEZNEM PŘÍLOH

Sumarizační poster (A1)

Zmenšený sumarizační poster (A4)

Fotografie modelu

Portfolio

ZMENŠENÝ SUMARIZAČNÍ POSTER

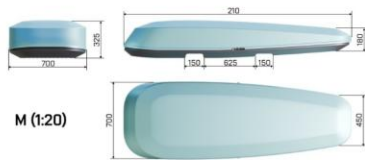
AIRTAIL

STŘEŠNÍ BOX PRO OSOBNÍ AUTOMOBIL

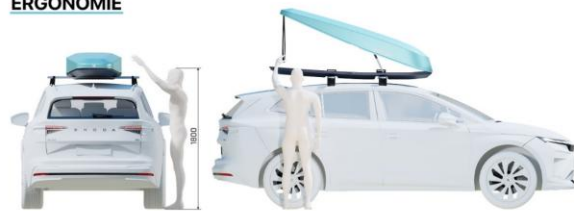
Airtail je aerodynamický střešní box pro osobní automobily. Design nosiče je optimalizovaný pro nejprodávanější automobily na elektrický pohon. Box má kapkovitý tvar, který napomáhá nízkému odporu vzduchu. Nosič nabízí kapacitu 295 litrů a pojme až 5 párů lyží.



ROZMĚROVÉ ŘEŠENÍ



ERGONOMIE



BAREVNÉ ŘEŠENÍ

Barevná varianta I

RAL 210 90 25

RAL 000 20 00



Barevná varianta II

RAL 9003

RAL 300 20 05



Barevná varianta III

RAL 300 20 05

RAL 000 20 00



KOMPONENTY

1. Víko boxu
2. Dno boxu
3. Pant
4. Rychloupínací systém
5. Zámek
6. Pist
7. Radič na lyže
8. Poutko



GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

Logo - AIRTAIL

Značka -



Barevné kombinace -



DESIGN STŘEŠNÍHO BOXU PRO OSOBNÍ AUTOMOBIL | BAKALÁŘSKÁ PRÁCE | Autor: Ondřej Tureček | Vedoucí práce: akad. soch. Josef Sládek, ArtD. | VUT v Brně | FSI | UK | OPD | 2024/25



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ
V BRNĚ

FAKULTA STROJNÍHO
INŽENÝRSTVÍ



ÚSTAV
KONSTRUOVÁNÍ
a
odbor
průmyslového
designu

FOTOGRAFIE MODELU

