



Bakalářská práce

Skateboard jako dopravní prostředek

Skateboard as a means of transport

Autor:	Matěj Duchaj
Studijní program:	B212 Design
Studijní obor:	15150 Design
Vedoucí:	MgA. Martin Tvarůžek

Praha, Červen 2025

© Matěj Duchaj

České vysoké učení technické v Praze, 2025

1.ANOTACE / ABSTRACT

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem městského cruiser skateboardu jako efektivního dopravního prostředku pro překonávání tzv. posledního kilometru. Cílem bylo vytvořit produkt, který kombinuje technické výhody kompozitních materiálů s ergonomií a estetikou odpovídající potřebám současného městského uživatele. Na základě analýzy trhu, historie skateboardingu, uživatelských scénářů a technologických možností vznikl návrh skateboardu, který je lehký, odolný, snadno přenosný a zároveň přístupný i začátečníkům. Produkt zahrnuje technické inovace, jako je integrovaná manuální brzda, odpružený podvozek a funkčně tvarovaná deska z uhlíkového kompozitu s voštinovým jádrem. Výsledkem je dopravní prostředek, který propojuje aktivní pohyb s moderním designem a přináší nový přístup k městské mikromobilitě.

This bachelor thesis presents the design of an urban cruiser skateboard intended as a functional last-mile transport solution. The goal was to create a product that combines the technical advantages of composite materials with ergonomic and aesthetic qualities tailored to the needs of the contemporary city user. Based on a market analysis, historical context, user profiles, and material research, the resulting skateboard is lightweight, durable, easy to carry, and beginner-friendly. The product integrates technical innovations such as a manual brake system, a suspension-equipped truck, and a purpose-shaped carbon composite deck with a PET honeycomb core. The final outcome is a transport device that bridges physical activity and modern product design, offering a fresh perspective on urban micromobility.

Klíčová slova: Skateboard, design, městská mobilita, dopravní prostředek posledního kilometru, uhlíkové kompozity

Key words: Skateboard, design, urban mobility, last-mile-transport, carbon fibre composites

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu práce MgA. Martinovi Tvarůžkovi a MgA. Tomášovi Blahovi za odborné vedení a cenné rady během celého semestru. Dále děkuji za Filipu Müllerovi z týmu eForce Prague Formula při ČVUT za jeho cenné konzultace v oblasti výroby dílů z uhlíkových kompozitů a za asistenci při samotné fabrikaci. Jeho odborné rady a praktická pomoc byly neocenitelným přínosem pro realizaci mého projektu.

2.OBSAH

1.	Anotace / abstract.....	2
	Poděkování.....	4
2.	Obsah.....	5
3.	Slovníček	8
	3.1.1 PET foam	8
	3.1.2 UD.....	8
	3.1.3 concave.....	8
	3.1.4 deck.....	8
	3.1.5 infuze	8
	3.1.6 kicktail.....	8
	3.1.7 kingpin.....	8
	3.1.8 layup.....	8
	3.1.9 listová pružina	8
	3.1.10 pivot axis	8
	3.1.11 surfskate	8
	3.1.12 longboard.....	8
	3.1.13 downhill	9
	3.1.14 truck.....	9
	3.1.15 twill	9
	3.1.16 vratový šroub	9
	3.1.17 dopravní prostředek posledního kilometru.....	9
	3.1.18 mikromobilita	9
4.	Úvod	10
5.	Analytická část	12
	5.1 Historie skateboardingu	12
	5.2 Vývoj cruiser skateboardu	13
	5.3 Technologie karbonových kompozitů.....	14
	5.3.1 Složení a struktura karbonových kompozitů.....	14
	5.3.2 Výrobní technologie.....	14
	5.4 Persony.....	15
	5.5 Průzkum trhu	16

5.5.1	Existující nabídka cruiser skateboardů.....	16
5.5.2	Elektrifikované alternativy	17
5.6	Zdravotní benefity skateboardingu a cyklistiky.....	18
5.6.1	Skateboarding	18
5.6.2	Cyklistika.....	18
5.6.3	Srovnání.....	18
	Navrhování.....	19
5.7	Tvarové řešení desky.....	19
5.7.1	Asymetrie a srozumitelnost.....	20
5.7.2	Odlišení od tradičních tvarových řešení.....	20
5.8	Materiálové a konstrukční řešení desky.....	21
5.8.1	Technologie vakuové infuze	22
5.9	Konstrukční řešení podvozku	22
5.9.1	Odpružení.....	22
5.9.2	Zatáčecí mechanismus a montáž podvozku.....	22
5.9.3	Zavěšení osy.....	24
5.9.4	Manuální brzda a její propojení se zbytkem podvozku.....	24
		24
5.9.5	Nárazníky a úchytové prvky	25
6.	Prototypování a testování.....	26
6.1	Ergonomie zakřivení jako kolíbký	26
6.1.1	Odlišení od „trikové“ geometrie a její účel	26
6.2	Ergonomie brzdy	27
6.3	Testování rozvoru.....	28
7.	Výsledný návrh.....	29
7.1	Použité materiály	29
7.1.1	Deska (kompozitní sendvič).....	29
7.1.2	Průžinová ocel	29
7.1.3	Polyuretanový blok.....	29
7.1.4	Spojovací materiál.....	29
7.2	Vizualice.....	30
7.3	Technické výkresy	30

8.	Závěr a reflexe.....	31
9.	Reference	33
10.	Seznam obrázků.....	35

3.SLOVNÍČEK

3.1.1 PET foam

Pěnový materiál s voštinovou strukturou, použitý jako jádro v sendvičové konstrukci.

3.1.2 UD

Zkratka pro Unidirectional. Jednosměrná výztužná vlákna poskytující vysokou pevnost v jednom směru.

3.1.3 concave

Prohnutí desky směrem dovnitř napříč, poskytuje oporu chodidlu a zvyšuje kontrolu.

3.1.4 deck

Deska skateboardu, část, na které stojí jezdec; hlavní plocha propojující ostatní komponenty.

3.1.5 infuze

Výrobní proces, při kterém je pryskyřice nasávána do vláken vakuem

3.1.6 kicktail

Zvednutý konec desky umožňující odraz a triky.

3.1.7 kingpin

Středový šroub trucku, kolem kterého se podvozek natáčí.

3.1.8 layup

Pořadí a orientace jednotlivých vrstev výztuže v kompozitní konstrukci; ovlivňuje mechanické vlastnosti.

3.1.9 listová pružina

Plochá pružina pracující v ohybu, využívaná v konstrukci odpružení.

3.1.10 pivot axis

Skloněná osa otáčení trucku, ovlivňující zatáčivost a chování skateboardu při jízdě.

3.1.11 surfskate

Styl skateboardu inspirovaný surfováním; využívá extrémně zatáčivé podvozky pro napodobení pohybu vln.

3.1.12 longboard

Typ skateboardu s delší a často širší deskou než klasický skateboard. Používá se pro cruising, downhill a carving.

3.1.13 downhill

Styl jízdy na longboardu zaměřený na vysokou rychlost při sjíždění z kopce. Klade důraz na maximální stabilitu, aerodynamiku a precizní ovladatelnost. Obvykle se používají delší a širší desky s tvrdšími kolečky a nízko uloženým těžištěm.

3.1.14 truck

Kovový podvozek skateboardu spojující kolečka s deskou, zajišťuje zatáčení.

3.1.15 twill

Typ tkaní uhlíkových nebo jiných výztužných vláken do šikmého vzoru.

3.1.16 vratový šroub

Šroub podle normy DIN 603, s půlkulatou hlavou a čtvercovým hrdlem.

3.1.17 dopravní prostředek posledního kilometru

Označení pro lehké, snadno přenosné prostředky (např. koloběžka, skládací kolo, skateboard), které slouží k překonání závěrečné části cesty z dopravního uzlu (např. zastávky MHD) do cílové destinace. Zajišťuje efektivní napojení na veřejnou dopravu.

3.1.18 mikromobilita

Souhrnné označení pro všechny lehké a obvykle jednoosobové dopravní prostředky, jako jsou kola, koloběžky, skateboardy či elektrické varianty těchto zařízení. Využívá se pro krátké vzdálenosti (obvykle do 5 km) ve městském prostředí.

4. ÚVOD

Tématem mé bakalářské práce je návrh cruiser skateboardu, který slouží jako praktický dopravní prostředek pro překonávání posledního kilometru v městském prostředí. Téma jsem si vybral především z důvodu mého dlouhodobého odporu k osobní automobilové dopravě a snahu o využití a invenci alternativních a udržitelných způsobů dopravy, jež reagují na současné problémy přetížených městských komunikací, nedostatečnou infrastrukturu, snižují environmentální dopady každodenní mobility a také přispívají k aktivnímu životnímu stylu.

Při každodenním pohybu po městě, například cestou do školy nebo zaměstnání, jsem často řešil situaci, kdy musím překonat poslední úsek od zastávky MHD do svého cíle. Tato vzdálenost se dá sice snadno ujet na kole či koloběžce, případně překonat pěšky, avšak tyto způsoby přepravy jsou méně vhodné pro převoz v prostředcích veřejné dopravy. Běžně dostupné alternativy bývají často nepraktické, nejen kvůli své velikosti a váze, ale také jsou příliš drahé a technicky komplikované, jako například elektrické koloběžky či skútry.

Zároveň jsem během výzkumu zjistil, že nabídka cruiser skateboardů cíleně zaměřených na každodenní dopravu je velmi omezená. Mnoho dostupných cruiserů je elektrifikovaných, což eliminuje jejich fitness aspekt, přidává na váze a navyšuje pořizovací cenu. Rovněž jsem identifikoval nedostatky v technologických řešeních, které by usnadňovaly používání cruiser skateboardu ve městě, zejména na nerovném povrchu, jako jsou dlažební kostky, či starý asfalt. Dále jsem produkt adaptoval na nové příznivce do světa skateboardingu, a to jak technickým provedením, tak i vzhledem, který připomíná kvalitní sportovní vybavení více, než tradiční skateboard. V mém návrhu tedy integruji technologie z jiných subkategorií skateboardingu, jako je například surfskating, což se odráží v použití zatáčecí nápravy, či svahový longboarding, kde si půjčují integrovanou brzdu a odpružení podvozku. Tyto inovace výrazně zvyšují manévrovatelnost a uživatelský komfort v městském prostředí. Důraz jsem rovněž kladl na profesionální vzhled, který reflektuje potřeby dospělého uživatele a podporuje vnímání cruiseru jako plnohodnotného dopravního prostředku, vhodného například i do korporátního prostředí.

Dalším důležitým aspektem, který mě motivoval k výběru tohoto tématu, je snaha přispět k rozšíření udržitelné mobility v metropolích. Cruiser skateboard, jako malý a lehký dopravní prostředek, může být ideálním řešením, které nabídne zábavnou a efektivní formu každodenní dopravy. Tímto návrhem rovněž zvyšuji počet možností pro uživatele na trhu udržitelné mobility, což může vést k větší ochotě lidí zvolit ekologičtější alternativy dopravy při každodenním cestování po městě.

Cílem této práce je tedy navrhnout cruiser skateboard, který bude nejen esteticky atraktivní, ale také funkčně dokonale přizpůsobený požadavkům současného městského uživatele. Výsledný produkt by měl být lehký, kompaktní, ergonomicky propracovaný a zároveň dostatečně robustní pro každodenní, pravidelné, použití.

5. ANALYTICKÁ ČÁST

5.1 Historie skateboardingu

Skateboarding vznikl na přelomu 40. a 50. let 20. století v Kalifornii jako alternativa pro surfaře během období bez vln. První skateboardy byly jednoduché dřevěné desky s kolečky z kolečkových bruslí, často vyráběné svépomocí. Tento nový způsob pohybu po chodníku byl označován jako „sidewalk surfing“ a rychle si získal popularitu mezi mladými lidmi, hledajícími nové formy zábavy a vyjádření.

V 60. letech došlo k prvnímu komerčnímu rozmachu skateboardingu. Společnosti jako Makaha a Hobie začaly vyrábět skateboardy ve větším měřítku a organizovat první soutěže, čímž přispěly k profesionalizaci tohoto sportu. V roce 1963 se konala první oficiální soutěž v Hermosa Beach v Kalifornii, která zahrnovala disciplíny jako freestyle a slalom.

Zásadní technologický posun nastal na počátku 70. let, kdy Frank Nasworthy představil polyuretanová kolečka, která výrazně zlepšila přilnavost a ovladatelnost skateboardů. Tato inovace vedla k obnovení popularity skateboardingu a umožnila vznik nových stylů jízdy, včetně jízdy v prázdných bazénech, což položilo základy pro vertikální skateboarding.

V polovině 70. let se skupina mladých skateboardistů, známá jako Z-Boys z Dogtownu (oblast mezi Santa Monica a Venice Beach), proslavila svým agresivním stylem jízdy a využíváním prázdných bazénů pro vertikální triky. Jejich přístup a inovace měly zásadní vliv na vývoj moderního skateboardingu a kultury s ním.

Na počátku 80. let Alan "Ollie" Gelfand vynalezl trik známý jako ollie, který umožnil skateboardistům provádět skoky bez použití rukou. Tento trik byl dále rozvinut Rodney Mullenem, který přispěl k rozvoji street skateboardingu a vytvořil základy pro mnoho moderních triků.

V 90. letech se skateboarding stal součástí mainstreamové kultury, což vedlo k jeho dalšímu rozvoji a popularizaci. V roce 2020 byl skateboarding poprvé zařazen mezi olympijské sporty, což potvrzuje jeho význam a globální dosah (1) (2).

5.2 Vývoj cruiser skateboardu

Cruiser skateboardy představují specifickou kategorii skateboardů, která vznikla jako reakce na pumptracky a vzdalování od technického skateboardingu. Jejich vývoj je úzce spjat s historií skateboardingu.

V 70. letech 20. století došlo k významnému posunu v konstrukci skateboardů díky zavedení polyuretanových koleček, která poskytovala lepší přilnavost a pohodlí při jízdě. Tato inovace umožnila vznik nových stylů jízdy, včetně jízdy v prázdných bazénech, a položila základy pro vertikální skateboarding.

V 80. letech se objevily první cruiser skateboardy, které byly kratší a širší než longboardy a byly opatřeny měkčími kolečky, což zajišťovalo pohodlnější jízdu po nerovných površích. Společnosti jako Powell Peralta a Santa Cruz začaly vyrábět tyto typy skateboardů, které rychle získaly popularitu mezi skateboardisty hledajícími snadno ovladatelné a pohodlné prkno pro každodenní použití.

V průběhu 90. let a na počátku 21. století se cruiser skateboardy dále vyvíjely. Byly experimentovány různé tvary a materiály, včetně bambusu a plastu, což vedlo k lehčím a flexibilnějším konstrukcím. Díky paralelnímu vývoji můžeme pracovat s prvky z různých subkategorií skateboardingu, jako je surfskating a svahový longboarding, což se projevuje například v použití nezávislých zatáčecích náprav a odpružených podvozků.

Dnes jsou cruiser skateboardy oblíbené pro svou univerzálnost a pohodlí. Ze všech možných variant, jsou nejspíše nejideálnější pro městskou dopravu, protože kombinují kompaktní rozměry s pohodlnou jízdou. (3) (1).



Obrázek 2 - Dream Surf Skate trucks



Obrázek 1 - Avenue trucks

5.3 Technologie karbonových kompozitů

Karbonové kompozity představují skupinu materiálů, které kombinují uhlíková vlákna jako výztužnou složku s polymerní matricí, nejčastěji epoxidovou pryskyřicí. Tato kombinace poskytuje materiálu vysokou pevnost, tuhost a nízkou hmotnost, což je ideální pro aplikace, kde je kladen důraz na mechanickou výkonnost a efektivitu.

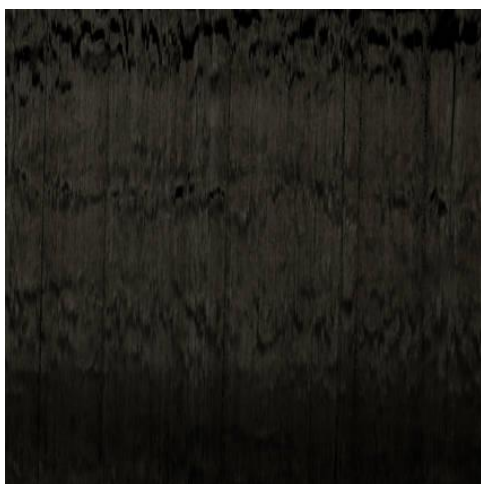
5.3.1 Složení a struktura karbonových kompozitů

Uhlíková vlákna jsou známá svou vysokou pevností v tahu a tuhostí, zatímco polymerní matrice zajišťuje přenos zatížení mezi vlákny a chrání je před vnějšími vlivy. Tato kombinace umožňuje vytvoření kompozitů s výjimečnými mechanickými vlastnostmi.

5.3.2 Výrobní technologie

Jednou z běžně používaných metod výroby karbonových kompozitů je vakuová infuze. Při tomto procesu jsou suché vrstvy uhlíkových vláken umístěny do formy, která je následně uzavřena a evakuována pomocí vakua. Do formy je poté vtažena kapalná pryskyřice, která impregnuje vlákna a po vytvrzení vytváří pevný kompozitní materiál. Tato metoda umožňuje výrobu kompozitů s vysokou kvalitou a minimálním množstvím vzduchových bublin.

Uhlíková vlákna mohou být tkaná různými způsoby, což ovlivňuje mechanické vlastnosti výsledného kompozitu. Mezi typy tkaní, které v produktu používám, patří například Unidirectional (UD) což jsou vlákna orientována v jednom směru, což poskytuje vysokou pevnost a tuhost ve směru vláken. Twill weave jsou naopak vlákna tkaná v diagonálním vzoru, což zajišťuje lepší rovnováhu mezi pevností a flexibilitou v různých směrech. (4).



Obrázek 4 - Unidirectional vlákna



Obrázek 3 - Twill tkaní

5.4 Persony

Pro správné zacílení návrhu bylo vytvořeno několik modelových uživatelských profilů (person), které reprezentují různé typy uživatelů městské mikromobility. Tyto osoby pomáhají porozumět potřebám, očekáváním a každodenním scénářům využití skateboardu jako dopravního prostředku posledního kilometru v městském prostředí, zejména v Praze. Všechny osoby mají společné prvky, ze kterých vyplývají prvky konečného produktu.

Muž, 24 let – městský pendler

Přes týden denně kombinuje jízdu MHD se skateboardem při pohybu mezi tramvajovými zastávkami, cyklostezkami a chodníky. Skateboard využívá k efektivnímu překonání posledního úseku bez čekání na další spoj a hledá si vlastní kreativní přestupy ve městském prostředí (spojuje zastávky cyklostezkami). Ve volném čase jej používá k projížďkám v parcích a pro základní carving. Oceňuje praktičnost, lehkost a univerzálnost.

Žena, 32 let – kreativní freelancerka

Pohybuje se mezi coworky, kavárnami, dílnami a ateliéry v širším centru města. Hledá netradiční a kompaktní dopravní prostředek, který snadno přeneseme do tramvaje nebo metra. Skateboard vnímá jako kombinaci mobility a životního stylu. Slouží jí zároveň k relaxaci, inspiraci i vyjádření osobního stylu.

Žena, 26 let – aktivní uživatelka

Skateboard používá k dennímu pohybu po městě, ale i k volnočasové jízdě na stezkách mimo centrum. Vyhledává dynamický způsob dopravy, který kombinuje pohyb se zábavou. Preferuje komfortní jízdu i na delších trasách a různých površích. Přínosem je pro ni hlavně ekologický charakter dopravy a aktivní životní styl, jelikož jí vyhovuje více než kolo.

Muž, 19 let – vysokoškolský student

Denně přejíždí mezi kolejí, školou a menzou nebo knihovnou. Skateboard využívá, jako zábavnější alternativu chůze, jednoduše jej přeneseme do auditoria. Oceňuje jednoduchost, mobilitu a možnost odpočinku jízdou po škole. Klíčová je nízká hmotnost a přístupnost i pro skateboardového začátečníka.

Muž, 34 let – technologický nadšenec

Dojíždí do práce kombinací auta, MHD a skateboardu. Parkuje na okraji města a zbytek trasy překonává pomocí moderních forem mikromobility, rád vystoupí o zastávku dříve, aby si užil jízdu na cuiseru. Má zájem o technicky vyspělý produkt, oceňuje kompozitní konstrukci, odpružení a brzdový systém. Skateboard využívá i k víkendovým projížďkám s rodinou na okolních cyklostezkách.

5.5 Průzkum trhu

V rámci úvodní fáze projektu jsem provedl kvalitativní průzkum trhu s cílem zmapovat stávající nabídku malých osobních dopravních prostředků vhodných pro městské prostředí, především pro překonání tzv. posledního kilometru. Zaměřil jsem se jak na konvenční typy cruiser skateboardů, tak na alternativní řešení, jako jsou elektrické nebo sdílené elektrosystémy, jelikož se může snadno zdát, že se jedná o blízké konkurenty.

5.5.1 Existující nabídka cruiser skateboardů

Na trhu se vyskytují především klasické dřevěné desky (většinou z javorové překližky), které se dost podobají tradičním skateboardům a pohybují se i podobné v cenové hladině od cca 2 000 do cca 6 000 Kč. Značky jako Arbor, Landyachtz, Globe nebo české Owl Boards nabízejí širokou škálu cruiserů určených pro rekreační nebo stylovou jízdu. Tyto modely se však většinou soustředí na „lifestylový“ aspekt a necílí na funkčnost jako dopravní prostředek. Jelikož využívají primárně tradiční skate hardware, chybí u nich prvky jako brzda nebo tlumení vibrací pro nerovné městské povrchy (5).



Obrázek 5 - Cruiser Arbor



Obrázek 6 - Cruiser Landyachtz

Zároveň se jen velmi zřídka objevují inovace v oblasti materiálů – většina prken zůstává u konvenční překližky bez využití moderních kompozitů. V některých případech dražších kompletů (např. Loaded Basalt nebo Pantheon Carbon Trip) se objevují hybridní materiály, ale stále primárně pro downhill jízdu, ne každodenní přepravu ve městě (6) (7).

5.5.2 Elektrifikované alternativy

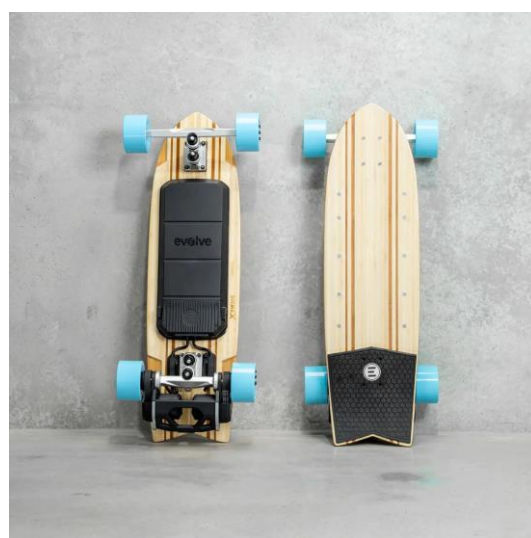
Elektrické koloběžky (Lime, Bolt) jsou velmi rozšířené ve městech díky službám sdílení. Problémem je však jejich celá koncepce jako sdíleného zařízení. Musíte počítat s místy, kde si je půjčíte a kde vrátit, jinak se často stávají překážkou v chodníkovém provozu a jejich udržitelnost je diskutabilní. (8)

U elektrických skateboardů (např. Evolve, Meepo) platí, že jsou těžké a cenově náročné (10 000–35 000 Kč) a samozřejmě vyžadují dobíjení. Oproti tomu, krom rychlosti, nenabízí žádný významný přínos z například fitness aspektu (9) (10).

Od začátku jsem tedy věděl, že nechci dělat elektrifikovaný cruiser, kvůli vysoké ceně a neexistujícímu potenciálu aktivního cestování.



Obrázek 7 - Cruiser Meepo



Obrázek 8 - Cruiser Evolve

5.6 Zdravotní benefity skateboardingu a cyklistiky

Skateboarding a cyklistika nejsou pouze formy městské mobility, ale také efektivní prostředky pro zlepšení fyzické kondice a kardiovaskulárního zdraví.

5.6.1 Skateboarding

Studie publikovaná v *Intermountain Journal of Sciences* zkoumala vliv longboardingu na srdeční frekvenci. Výsledky ukázaly, že průměrná srdeční frekvence při jízdě z kopce byla 131,4 tepů za minutu, zatímco při jízdě do kopce a po rovině dosahovala 167,8 tepů za minutu. Tyto hodnoty odpovídají střední až vysoké intenzitě cvičení doporučené pro zlepšení kardiovaskulárního zdraví podle American College of Sports Medicine (8) (9).

Další výzkum naznačuje, že rekreační skateboarding může vést k významnému zvýšení VO₂ max, což je ukazatel aerobní kapacity, a ke zlepšení variability srdeční frekvence, což jsou klíčové faktory pro kardiovaskulární zdraví (11)

5.6.2 Cyklistika

Cyklistika je známá svými pozitivními účinky na kardiovaskulární systém. Pravidelné cyklistické aktivity mohou posílit srdeční sval, zlepšit funkci krevního oběhu a snížit riziko srdečních onemocnění. Studie ukazují, že pravidelné ježdění na kole může výrazně snížit riziko infarktu a mrtvice tím, že zlepšuje hladinu cholesterolu a snižuje tvorbu aterosklerotických plátů (12).

5.6.3 Srovnání

Obě aktivity přinášejí významné zdravotní výhody, zejména v oblasti kardiovaskulárního zdraví. Zatímco skateboarding může být náročnější na rovnováhu a koordinaci, cyklistika nabízí stabilnější formu cvičení s menším dopadem na klouby, ale razantnější zátěží páteře, a nevyhovuje všem figurám. Kombinace obou aktivit může vést ke komplexnímu zlepšení fyzické kondice, posílení svalstva a zvýšení celkové vytrvalosti.

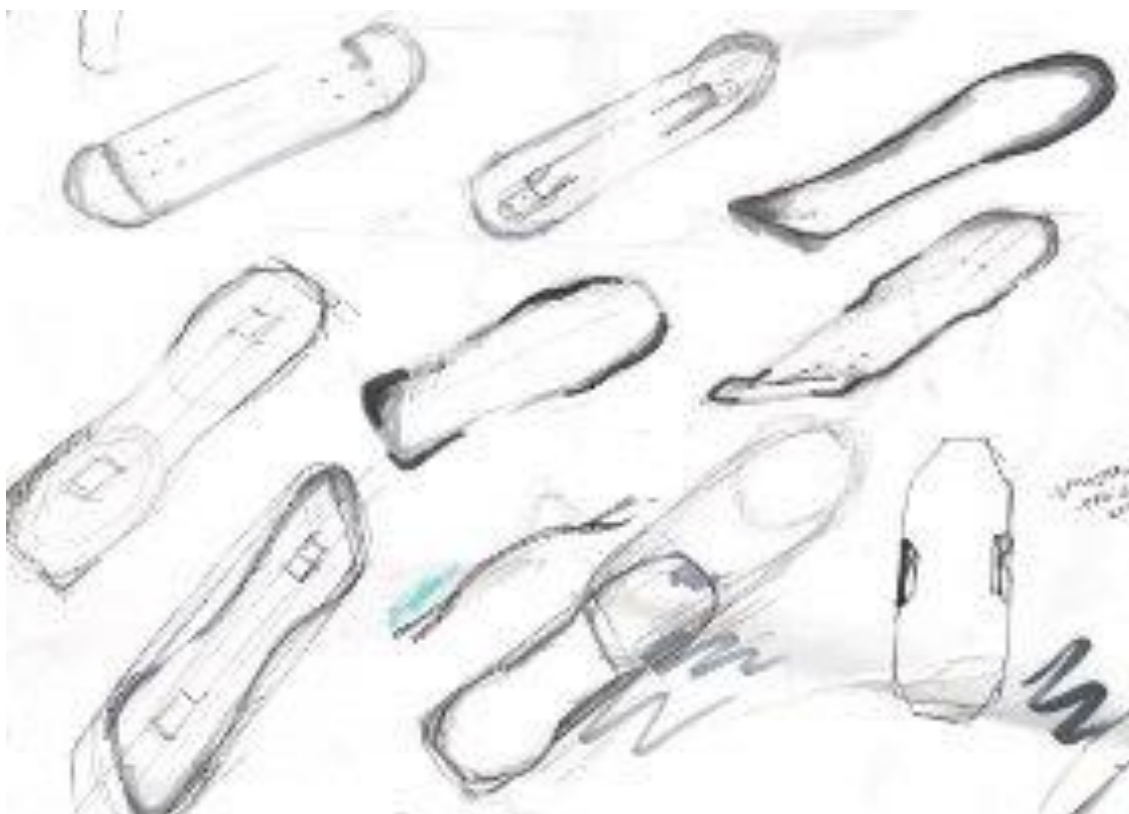
NAVRHOVÁNÍ

5.7 Tvarové řešení desky

Návrh tvaru desky vychází z cílené snahy vytvořit produkt, který se zřetelně odlišuje od běžné produkce cruiser skateboardů. Ty totiž často inklinují k estetizovaným formám odvozeným buď z retro surfového stylu, nebo se příliš přibližují tvarové logice technických skateboardů určených k trikové jízdě. Takový přístup bývá vizuálně atraktivní v kontextu skateboardingu, ale z hlediska funkčnosti a přístupnosti může působit zmatečně nebo dokonce odrazující pro širší veřejnost, zejména pro uživatele, kteří skateboard nikdy nevnímali jako seriózní dopravní prostředek.

Z tohoto důvodu jsem se rozhodl pro vlastní formální jazyk. Výsledná deska je navržena tak, aby byla vizuálně sebevědomá, ale zároveň jednoznačně čitelná v tom, jak se používá.

Tvarové řešení bylo navrženo s důrazem na kontinuitu mezi jednotlivými komponenty od tvaru desky přes uchycení a funkci podvozku až po zakomponování nárazníků. Každý prvek je navržen tak, aby nejen plnil svou mechanickou funkci, ale zároveň nenarušoval celkový vizuální jazyk objektu. Deska působí kompaktně, čistě a technicky důvěryhodně spíše jako kvalitní sportovní vybavení než jako skateboard.



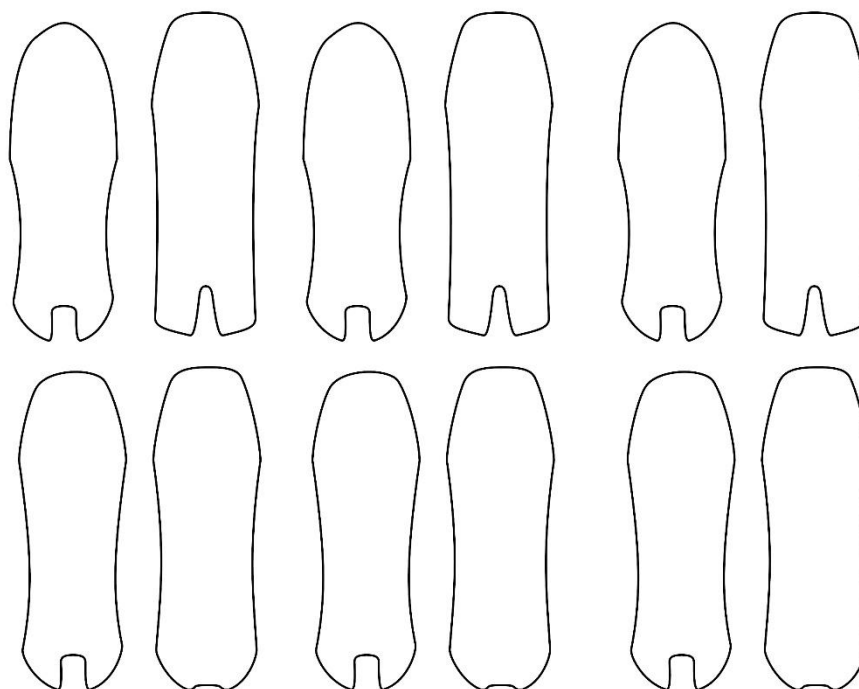
Obrázek 9 - Hledání tvaru

5.7.1 Asymetrie a srozumitelnost

V rámci jasného rozlišení přední a zadní části desky jsem pracoval s tvarem odvozeným od šipky a malými detaily jako „výkus“ na zadní části. Tato asymetrie zaručuje jasné rozeznání i pro úplného laika. Dále rozšíření oblastí pro široké rozkročení nohou a konvexnost, která přirozeně nutí chodidla do pozice pro stabilní a komfortní jízdu.

5.7.2 Odlišení od tradičních tvarových řešení

Důležitý je pro to streamlined a zároveň ostrý, dynamický tvar který více připomíná profesionální sportovní vybavení než skateboard. Dále absence klasických skate prvků jako je kicktail nebo přehnaná stylizace (tvar rybičky, šipky či surfu). Toto podporuje netradičně využitý materiál.



Obrázek 10 - Typologie tvarů

5.8 Materiálové a konstrukční řešení desky

Deska je z uhlíkového kompozitu s pěnovým jádrem, už od začátku plánovaná pro maximální pevnost při značném snížení hmotnosti a tloušťky

Vrchní vrstvu tvoří esteticky atraktivní 2x2 Twill karbon, který chrání desku před oděrem a poskytuje vysokou povrchovou pevnost.

Následují dvě vrstvy unidirekcionálního karbonového vlákna, orientované podélně, které zajišťují hlavní pevnost v ohybu a stabilitu konstrukce.

Další vrstva unidirekcionální karbonové tkaniny uložena pod úhlem $\pm 45^\circ$ poskytuje desce potřebnou torzní pevnost a schopnost účinně odolávat kroucení.

Jádro skateboardu je tvořeno 5mm vrstvou PET šestihranné pěny, která díky své specifické struktuře nejen výrazně snižuje hmotnost, ale také umožňuje efektivní rozvod pryskyřice během vakuové infuze, čímž zvyšuje celkovou pevnost a homogenitu konstrukce.

Symetricky pod jádrem pokračuje další vrstva $\pm 45^\circ$ karbonové tkaniny, zajišťující torzní stabilitu z opačné strany jádra, následovaná dvěma vrstvami unidirekcionálního karbonu podélně pro posílení pevnosti v ohybu.

Spodní uzavírací vrstvou je opět 2x2 Twill karbon, který dodává spodní straně skateboardu stejnou odolnost proti oděru a hi-tech vzhled jako horní povrch.



Obrázek 11 - Layup desky

5.8.1 Technologie vakuové infuze

Vakuová infuze je moderní výrobní metoda používaná při výrobě kompozitních dílů, která spočívá ve vtažení tekuté pryskyřice do suché výztuže (např. uhlíkových vláken) pomocí podtlaku. Výztuž je nejprve umístěna do formy a zakryta vakuovou fólií, pod kterou se vytvoří uzavřený systém bez přístupu vzduchu. Poté je pomocí podtlakového čerpadla vtažena pryskyřice, která důkladně nasytí celý objem výztuže. Výhodou této metody je vysoká kvalita laminátu s minimem bublin, přesné dávkování pryskyřice a možnost výroby dílů s největším poměrem pevnosti/hmotnosti.

5.9 Konstrukční řešení podvozku

Konstrukční řešení podvozku je dle mého nejzajímavější a zároveň nejnáročnější část celého projektu, jedná se totiž o velice unikátní systém, který sice kombinuje již existující technologie, ale stylem, který se nikde na trhu neobjevuje, a je díky jeho lehkosti více než vhodný do městského prostředí.

5.9.1 Odpružení

Součástí konstrukčního řešení mého cruiser skateboardu je i jednoduchý systém odpružení založený na jednodílné listové pružině. Ta je vyrobena z pružinové oceli ČSN 14 260 (51CrV4), která je díky své houževnatosti, pružnosti a odolnosti vůči únavě ideální pro tento typ aplikace. Tato ocel je po obrobení tepelně zušlechtěna, což jí dodává potřebnou kombinaci pružnosti a pevnosti (13).

Pružina má tloušťku 3,5 mm a pracuje výhradně v ohybu. Je uchycena k základně skateboardu v jednom bodě tak, aby umožňovala vertikální deformaci při přejezdu nerovností, a zároveň poskytovala lineární odpor bez kloubových mechanismů. Osa trucku je zavěšena přímo na volném konci pružiny, což zajišťuje nejen velice jednoduché konstrukční řešení, ale také stabilní tlumení vibrací i rázů. V porovnání s běžným pevným hangerem nabízí tento systém výrazně větší tlumivý efekt.

5.9.2 Zatáčecí mechanismus a montáž podvozku

V městském prostředí se cyklisté a uživatelé skateboardů pohybují po různých typech komunikací, z nichž každá má specifické požadavky na manévrovatelnost. Na cyklostezkách a chodnících bývají zatáčky často ostřejší, s poloměrem přibližně 2–5 metrů, zatímco na silnicích jsou zatáčky navrženy pro vyšší rychlosti a mají větší poloměr, obvykle nad 10 metrů (14) (15).

Aby cruiser efektivně reagoval především na ostré zatáčky, je jeho podvozek navržen s využitím principů z surfskate trucků, včetně „zubu“ proti zakousnutí

koleček. Horní část trucku umožňuje větší zatáčecí výkon díky naklonění osy rotace a tím i ostřejší zatáčení, což je ideální pro úzké městské prostory. Hlavním prvkem podvozku je polyuretanový blok, který se při zatáčení deformuje a poskytuje přirozený odpor. Tento odpor nejen, že zvyšuje stabilitu během zatáčky, ale také pomáhá vrátit skateboard do původní roviny po dokončení manévru.

Samotná základna, ve které je PU blok umístěn je odlitek s otvorem na M8 matici. Do této základny se nejen montuje pružina, což drží zbytek podvozku, ale také sama sebe drží k desce pomocí vrtaných závitů 4x M4 x 1.



Obrázek 12 - Prototyp podvozku

5.9.3 Zavěšení osy

Osa je komponent, na který se z každé strany upínají kolečka s ložisky. V mém řešení není zalitá v odlitku, jak to standardně bývá ale je pouze jednoduchými obráběcími procesy stažena na potřebné průměry a následně upravena pro pevné zajištění proti pohybu ve více osách šrouby bez hlavičky M4. Díky tomu je i snadně vyměnitelná.

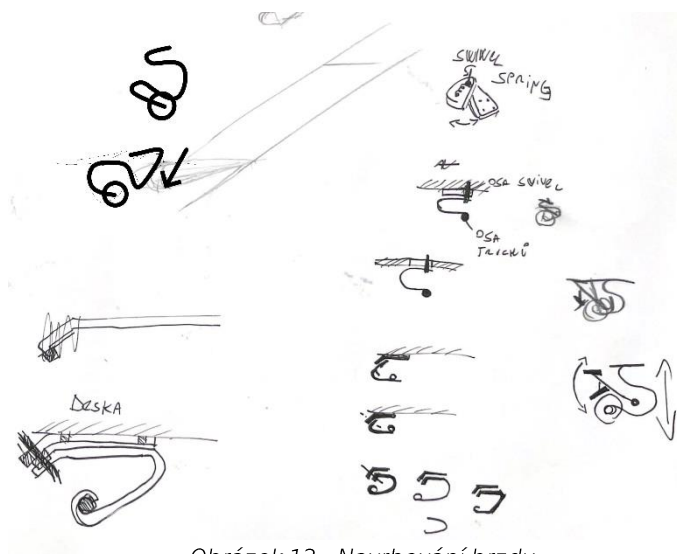
5.9.4 Manuální brzda a její propojení se zbytkem podvozku

Jedním z nejvýznamnějších konstrukčních prvků je integrovaná manuální brzda, kterou jsem od počátku procesu považoval za klíčový prvek návrhu. Její přítomnost zásadním způsobem rozšiřuje funkčnost a výrazně zvyšuje jeho ovladatelnost zejména v městském prostředí, kde jsou časté nečekané situace, změny tempa jízdy a potřeba rychlé reakce.

Brzda slouží jako intuitivní bezpečnostní prvek, který uživatel může aktivovat jednoduchým tlakem paty, bez potřeby složitých manévru nebo změny postoje. Díky tomu se skateboard stává přístupnějším i pro uživatele bez předchozích zkušeností, a to bez kompromisu v oblasti jízdních vlastností.

Konstrukčně je systém řešen jako jednoduchý, ale účinný mechanický celek, který je pevně propojen s deskou. Brzdová jednotka je montována skrz předem navržené otvory v podvozku a stabilizována v základní pozici za pomoci listové pružiny a vratového šroubu typu DIN 603, který zajišťuje nejen pevnost spoje, ale i čistotu bez vystupujících hlav šroubů.

Vertikální pohyb brzdového segmentu je kontrolován pomocí listové pružiny umístěné z horní části desky, která zajišťuje návrat brzdy do výchozí polohy po uvolnění tlaku. Celý mechanismus je snadno servisovatelný, přístupný pro výměnu komponentů a navržen tak, aby nenarušoval jízdní komfort při běžném používání skateboardu bez brzdění.



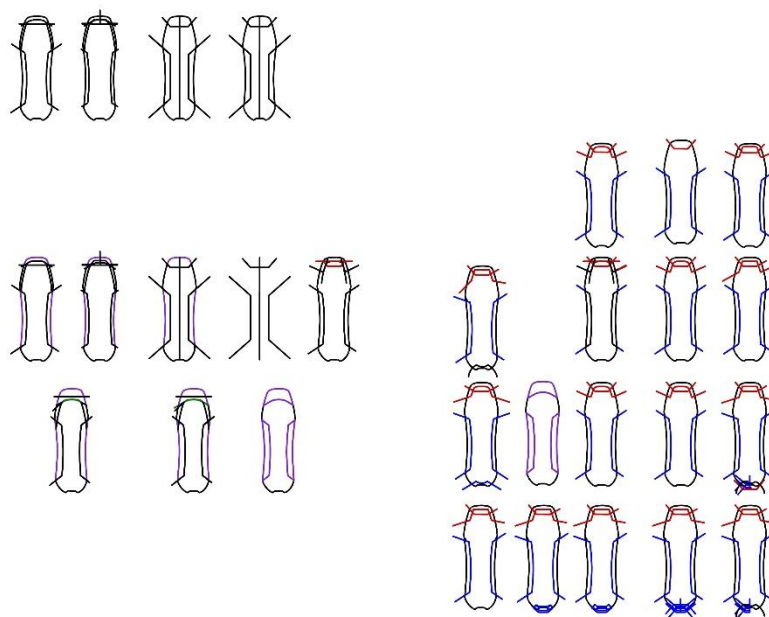
Obrázek 13 - Navrhování brzdy

5.9.5 Nárazníky a úchytové prvky

V rámci prevence poškození kompozitní skateboardové desky vlivem mechanického opotřebení, zejména otěrem při kontaktu s povrchy a opakovaným nárazem, jsem navrhl a integroval systém nárazníků. Tyto ochranné prvky jsou strategicky umístěny podél nejvíce zatěžovaných částí obvodu desky – konkrétně v přední, boční a zadní části – kde běžně dochází k mechanickému namáhání při manipulaci, přenášení nebo při nárazech do překážek.

Hlavní funkcí těchto nárazníků je ochrana kompozitního layupu proti delaminaci a vzniku třísek nebo výdutí, které mohou výrazně snižovat životnost desky i její estetickou hodnotu. Sekundární funkcí je však i funkce ergonomická. Díky jejich tvarování je možné skateboard pohodlně uchopit v různých polohách, například při nastupování do MHD, přenášení po schodech nebo při manipulaci v interiéru. Povrchová geometrie nárazníků byla proto navržena tak, aby zamezovala vzniku ostrých hran, které by při nošení mohly být nepříjemné nebo nebezpečné, a zároveň vizuálně nenarušovala křivky samotné desky.

Tloušťka nárazníků vychází z antropometrických údajů, a to konkrétně z průměrné délky článků lidských prstů. Aby byl úchop stabilní, neklouzavý a komfortní i při delším držení je zde límcový přechod.



Obrázek 14 - Hledání tvaru nárazníků

6. PROTOTYPOVÁNÍ A TESTOVÁNÍ

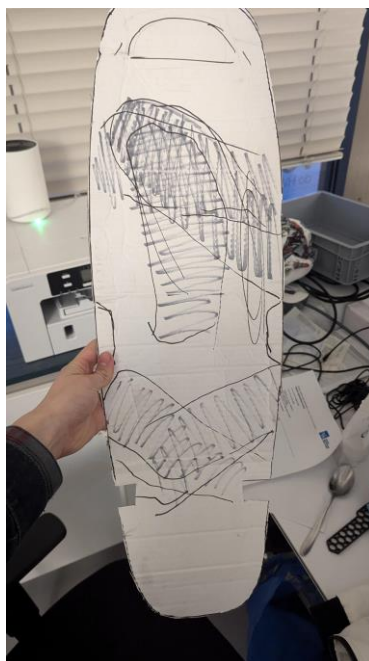
6.1 Ergonomie zakřivení jako kolíbků

Tvarová geometrie horní desky – zejména konkávnost (prohnutí do tvaru mělkého „U“) – hraje klíčovou roli v ergonomii a ovladatelnosti skateboardu. Konkávní profil pomáhá přirozeně polohovat nohy jezdce, protože vytváří opěrné body po stranách (kolíbků), které noze poskytují oporu proti skluzu do stran. Tento tvar zvyšuje stabilitu při jízdě, zajišťuje lepší kontakt s deskou a umožňuje efektivnější páku pro zatáčení a ovládání desky.

Mělká konkávnost je vhodná pro cruisery, protože poskytuje dostatek opory bez omezení komfortu při delší jízdě. Příliš výrazná konkávnost by mohla působit nepohodlně, zejména při jízdě bez boty s tvrdou podrážkou. Naopak téměř plochá (konvexní) deska může sice zlepšit komfort, ale ztrácí na přesnosti vedení nohy. Proto má moje deska variabilní zahnutí, podle toho se na daných místech nohou dělá, čistě analyticky definované zahnutí. Například ve středu je téměř plochá a ke koncům se zahýbá více pro lepší zatáčecí výkon.

6.1.1 Odlišení od „trikové“ geometrie a její účel

Na to navazuje již zmíněná absence kicktailu a zvednuté špičky. Ta totiž slouží k odrazům desky od země pro technické triky. Jelikož mířím na cílovou skupinu širší laické veřejnosti a účelem produktu je doprava tak nemá smysl je do designu promítat.



Obrázek 15 - Ergonomická studie pozice chodidel

6.2 Ergonomie brzdy

Brzdový systém je umístěn v zadní části desky, blízko paty zadní nohy. Tato poloha umožňuje přirozené ovládání bez nutnosti měnit postoj – jezdec může brzdu aktivovat jednoduchým tlakem paty dolů.

Tvar brzdové hrany je navržen jako mírně skloněná náběhová hrana proti směru jízdy. Čím větší tlak jezdec vyvine, tím více se brzda stlačí a zvýší se brzdový účinek. Takové řešení přináší výhodu v tom, že aktivace brzdy není náhlá nebo trhavá, ale přirozená a dávkovatelná, což zvyšuje bezpečnost a komfort. Jezdec navíc díky spojujícímu vratovému šroubu získá okamžitou hmatovou zpětnou vazbu, aniž by musel sledovat brzdu zrakem.

Brzda je navržena s ohledem na různé styly a typy obuvi a umožňuje jemné dávkování síly. V kombinaci s odpruženým podvozkem navíc přispívá ke snížení únavy dolních končetin při častém brzdění v městském provozu.

(16)



Obrázek 16 - Ergonomie brzdy

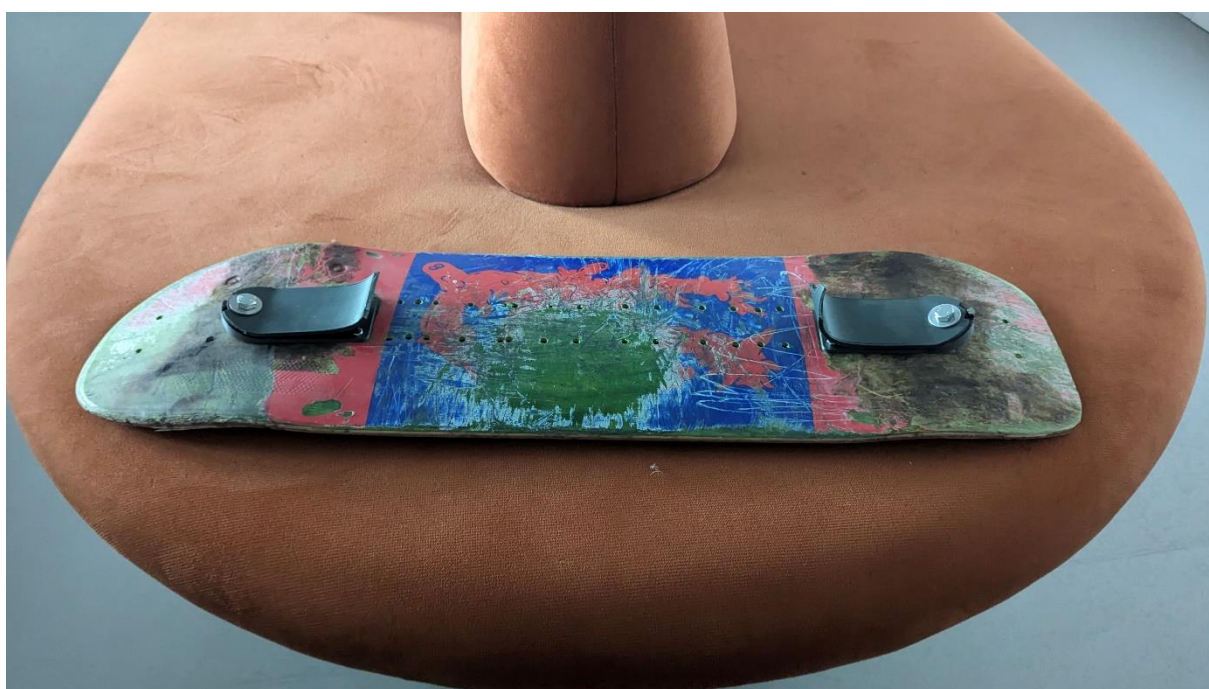
6.3 Testování rozvoru

V průběhu vytváření prototypu jsem se primárně soustředil na hledání optimálního rozvoru kol (vzdálenosti mezi osami trucků), který by umožnil hladké a plynulé zatáčení i v ostrých obloucích, aniž by bylo nutné obětovat celkovou stabilitu a kompaktní rozměry skateboardu. Rozvor je klíčovým parametrem ovlivňujícím jízdní vlastnosti.

Čím je delší, tím více se zvyšuje stabilita zejména při vyšších rychlostech, avšak za cenu zvětšení celkové délky desky a tím i většího minimálního poloměru zatáčení.

Zvolený přístup tedy musel najít vyvážený kompromis mezi ovladatelností a skladností. Výsledný rozvor je záměrně kratší než u běžných městských cruiserů, aby bylo možné zachovat přenosnost a umožnit tak jezdcům snadno manévrovat na cyklostezkách nebo jiných komunikacích. Zkrácení rozvoru bylo však technicky kompenzováno úpravou geometrie podvozku, konkrétně natočením osy otáčení (pivot axis), čímž bylo dosaženo lepší reakce prkna na přenesení váhy a menšího poloměru zatáčky i při vyšší stabilitě.

Tato konstrukční řešení vychází ze surfskatu, kde se, společně s klasickým kingpin řešením, používá za účelem přidání další osy otáčení a vytvoření vlnivého efektu.



Obrázek 17 - Vrtané díry od testování různých rozvorů.

7. VÝSLEDNÝ NÁVRH

7.1 Použité materiály

7.1.1 Deska (kompozitní sendvič)

Konstrukce desky je řešena jako sendvičová struktura s jádrem z infuzní PET pěny se šestihrannou voštinou. Tento materiál je lehký, dostatečně tuhý a zároveň propustný pro pryskyřici, což jej činí ideálním pro vakuovou infuzi. Povrchovou a nosnou vrstvu tvoří uhlíková tkanina 200 g/m^2 ve směru $\pm 45^\circ$ (twill) a unidirekcionální vrstvy podélně pro zvýšení ohybové tuhosti.

Pro konkrétní rozměr desky ($30" \times 8,75" \times 10 \text{ mm}$), tedy cca $762 \times 222 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$, činí objem přibližně $0,00169 \text{ m}^3$.

Při srovnání s klasickou 7vrstvou javorovou deskou ($\rho \approx 700 \text{ kg/m}^3$) vychází její hmotnost na $\approx 1,19 \text{ kg}$.

Naproti tomu navržená sendvičová konstrukce ($\rho \approx 450 \text{ kg/m}^3$) váží pouze $\approx 0,76 \text{ kg}$, což představuje úsporu hmotnosti $\approx 0,42 \text{ kg}$, tedy více než 35 %.

Tato redukce hmotnosti má významný vliv na přenositelnost skateboardu v městském provozu, usnadňuje ovládání a umožňuje integraci dalších funkčních prvků (např. brzdy, odpružení), aniž by došlo k nárůstu celkové hmotnosti nad komfortní hranici (17).

7.1.2 Průžinová ocel

Odpružení zadní nápravy je realizováno pomocí jednoduché listové pružiny z pružinové oceli 51CrV4 o tloušťce 3,5 mm. Tato legovaná chrom-vanadová ocel je běžně používaná pro výrobu listových pružin a díky vhodnému tepelnému zpracování (kalení a popouštění) poskytuje výbornou kombinaci tuhosti, pružnosti a odolnosti vůči cyklické únavě.

7.1.3 Polyuretanový blok

Pro zajištění přirozeného odporu v zatáčkách a automatického návratu do roviny je v konstrukci zatáčecího systému použit výměnný blok z odolného polyuretanu. Materiál byl zvolen pro svou schopnost deformace v tlaku a rychlé pružné odezvy. Tuhost bloku lze snadno ladit výměnou podle preferencí jezdce.

7.1.4 Spojovací materiál

Všechny konstrukční spoje (upevnění trucků, pružin a brzdy) jsou realizovány pomocí šroubů a matek z nerezové oceli (DIN 933/934). Tento materiál zajišťuje dostatečnou pevnost, vysokou korozní odolnost a dlouhodobou spolehlivost.

7.2 Vizualice



7.3 Technické výkresy

8. ZÁVĚR A REFLEXE

Tato bakalářská práce se zabývala návrhem městského cruiser skateboardu jako dopravního prostředku posledního kilometru. Projekt vznikl z osobní motivace vytvořit funkční, ergonomický a vizuálně kultivovaný prostředek individuální mobility, který bude alternativou k cyklistice a jiným infrastrukturně náročným metodám pohybu. V kontextu současných trendů mikromobility a zvyšující se potřeby ekologicky šetrného pohybu po městě reaguje navržený produkt na reálné potřeby uživatelů, kteří hledají lehký, kompaktní a zároveň komfortní způsob dopravy bez nutnosti elektrifikace či složité infrastruktury.

V teoretické části práce byl proveden důkladný rozbor historického vývoje skateboardingu, se zvláštním důrazem na vznik a transformaci cruiser skateboardů jako svébytné kategorie. Na základě rešerší bylo potvrzeno, že drtivá většina produktů dostupných na trhu je buď zaměřena na technický skateboarding, nebo volný čas, nikoliv však na každodenní funkční mobilitu. Tento poznatek se promítl do jasného vymezení cílové skupiny městských uživatelů, kteří hledají prostředek pro překonání krátkých vzdáleností s důrazem na jednoduchost, fyzickou aktivitu a skladnost.

Konstrukční řešení vycházelo ze snahy přenést principy technicky vyspělých sportovních produktů do městského prostředí. Použití uhlíkových kompozitů s přesně navrženým layupem umožnilo výrazně snížit hmotnost prkna při zachování vysoké tuhosti a odolnosti. Sendvičová struktura s PET voštinovým jádrem a vícesměrnými vrstvami vláken přinesla pokročilou torzní a ohybovou stabilitu, přičemž zároveň poskytla esteticky působivý high-tech vzhled odpovídající dospělé cílové skupině.

Neméně důležitou roli v návrhu sehrál podvozek, jehož konstrukce kombinuje principy známé ze surfskate a downhill skateboardingu. Vznikl tak systém s odpružením pomocí listové pružiny, natočenou osou otáčení (pivot axis) a výměnným polyuretanovým blokem, který umožňuje jak vysoký komfort při jízdě po nerovném městském povrchu, tak i dynamické zatáčení. Integrace manuální brzdy, která je ergonomicky umístěna pod patou a ovládána přirozeným stiskem, je v kontextu běžného městského pohybu významným bezpečnostním a přístupnostním prvkem. Tato technická inovace výrazně zvyšuje přívětivost produktu i pro začínající uživatele a osoby bez předešlé skateboardové zkušenosti.

Navržený cruiser tak představuje reálné rozšíření portfolia městské mikromobility. Funguje bez nutnosti napájení, sdílené sítě či jakékoliv speciální infrastruktury, a lze jej bez problému přepravovat v hromadné dopravě, nést do schodů nebo uschovat pod pracovním stolem. Díky kompaktní konstrukci a nízké hmotnosti nevznikají žádné komplikace spojené s parkováním nebo přenosem. V kombinaci s aktivním pohybem, který zároveň podporuje zdraví a fyzickou kondici, vzniká dopravní prostředek, který nejen odpovídá potřebám městského uživatele,

ale zároveň rozvíjí jeho vztah k pohybu jako přirozené součásti dne. Ve srovnání s elektrifikovanými prostředky tak přináší udržitelnější a univerzálnější alternativu, která je dostupná širšímu okruhu lidí, včetně těch, kdo skateboard dříve nevnímali jako nástroj mobility.

Do budoucna vidím potenciál pro další vývoj v oblasti konstrukčního zdokonalení podvozku pro sériovou výrobu a tvarovou optimalizaci. Zároveň je zde prostor pro hlubší prověření dopadů takových prostředků v rámci systémů městské dopravy a veřejného prostoru, čímž se projekt může dále rozvíjet i směrem k aplikovanému výzkumu a strategickému designu městské mobility.

9.REFERENCE

1. Hawk, Tony. Skateboarding. *Encyclopedia Britannica*. [Online] 21. 5 2024. <https://www.britannica.com/sports/skateboarding>.
2. Historie skateboardingu. *Cranes Suply*. [Online] <https://craness.cz/blogs/skateboarding/historie-skateboardingu>.
3. Borden, Iain. *Skateboarding and the City: A Complete History*. 2. London: Bloomsbury Publishing, 2019. str. 384. 9781472583482.
4. Míšek, Bohumil. *Kompozity a uhlíkové materiály*. 3. rozšířené vydání. Brno: TĚSYDO, s.r.o., 2022. str. 100. 978-80-87102-34-3.
5. Šafář, Roman. Owl Boards Store. *Owl Boards*. [Online] 2018. <https://store.owlboards.com/>.
6. Basalt Tesseract, 39" - THE SPORK OF MODERN, ALL-TERRAIN SKATEBOARDING. *Loaded Skateboards*. [Online] <https://www.loadedboards.com/products/basalt-tesseract-longboard-skateboard>.
7. LDP longboard PANTHEON Trip Carbon 33" Seismic. *Snowpanic.cz*. [Online] https://www.snowpanic.cz/ldp-longboard-pantheon-trip-carbon-33-seismic_z5417/.
8. Vašíčková, Kristýna. Na elektrokoloběžky v centru Prahy chodily desítky stížností. Nově mají vymezená místa pro parkování. *iRozhlas.cz*. [Online] 3. 9 2019. <https://praha.rozhlas.cz/na-elektrokolobezky-v-centru-prahy-chodily-desitky-stiznosti-nove-maji-7955985>.
9. MEEPO Electric Skateboard with Remote, 28 MPH Top Speed, 11 Miles Range, 330 Pounds Max Load, Maple Cruiser for Adults and Teens, Mini5. *Amazon.com*. [Online] <https://www.amazon.ca/Electric-Skateboard-Remote-Pounds-Cruiser/dp/B0BPSLZ9CY>.
10. Stoke - X. *Evolve Skateboards*. [Online] <https://www.rideevolve.com/products/stoke-x>.
11. Duenas, Melvin. Is Skateboarding Really an Effective Cardio Workout? *Melvin Duenas*. [Online] 19. 4 2024. <https://myracingbike.com/is-skateboarding-cardio/>.
12. *Benefits, risks, barriers, and facilitators to cycling: a narrative review*. Greig Logan, Camilla Somers, Graham Baker, Hayley Connell, Stuart Gray, Paul Kelly, Emma McIntosh, Paul Welsh, Cindy M Gray,. NA: Front Sports Act Living, 2023, Frontiers. 37795314.

13. Application and Characteristics Analysis of 51CrV4 Spring Steel. *Fuhong*. [Online] 15. 4 2025. <https://www.round-bars.com/application-and-characteristics-analysis-of-51crv4-spring-steel/>.
14. Kotas, Patrik. *Dopravní systémy a stavby*. Praha : ČVUT, 2009.
15. Otázky a odpovědi - cyklistika. *BESIP*. [Online] MDČR. <https://besip.gov.cz/Tematicke-stranky/Aktivni-pohyb-v-silnicnim-provozu/Dam-respekt/Otazky-a-odpovedi>.
16. *Ergonomics Evaluation of a Manual Braking System for Skateboards*. Uzairulhassan Syed, Manoj Patil, Yueqing Li, Brian Craig,. 157-164, International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics : Advances in Intelligent Systems and Computing, 2018. 10.1007/978-3-319-60582-1__16.
17. Material property datasheets. *MatWeb*. [Online] MIT. <https://www.matweb.com/>.
18. *Heart Rate Effects of Longboard Skateboarding*. John A. Amtmann, Kyle Loch, Charles Todd, William K. Spath. 22-24, místo neznámé : Intermountain Journal of Sciences, 2013, Intermountain Journal of Sciences, Sv. 19, stránky 22-27.
19. Learning Area & Knowledge Base. *Easy Composites*. [Online] Stoke-on-Trent: Easy Composites Ltd., 2024. <https://www.easycomposites.co.uk/learning>.

10. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Avenue trucks	13	- amazon.com
Obrázek 2 - Dream Surf Skate trucks	13	- amazon.com
Obrázek 3 - Twill tkaní	14	- easycomposites.eu
Obrázek 4 - Unidirectional vlákna	14	- easycomposites.eu
Obrázek 5 - Cruiser Arbor	16	- snowpanic.cz
Obrázek 6 - Cruiser Landyachtz	16	- snowpanic.cz
Obrázek 7 - Cruiser Meepo	17	- amazon.com
Obrázek 8 - Cruiser Evolve	17	- amazon.com
Obrázek 9 - Hledání tvaru	19	- archiv autora
Obrázek 10 - Typologie tvarů	20	- archiv autora
Obrázek 11 - Layup desky	21	- archiv autora
Obrázek 12 - Prototyp podvozku	23	- archiv autora
Obrázek 13 - Navrhování brzdy	24	- archiv autora
Obrázek 14 - Hledání tvaru nárazníků	25	- archiv autora
Obrázek 15 - Ergonomie brzdy	27	- archiv autora
Obrázek 16 - Vrtané díry od testování různých rozvorů.	28	- archiv autora