

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara

Diplomová práce

POHYB NA VODĚ

BcA. Adéla Přibáňová

Plzeň 2019

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara

Katedra designu

Studijní program Design

Studijní obor Design

Diplomová práce

POHYB NA VODĚ

BcA. Adéla Přibáňová

Vedoucí práce: MgA. Zdeněk Veverka

Katedra designu

Fakulta designu a umění Ladislava Sutnara

Západočeské univerzity v Plzni

Plzeň 2019

Prohlašuji, že jsem umělecké dílo vypracovala samostatně a nejedná se o plagiát.

Plzeň, červenec 2019

.....

podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych ráda poděkovala vedoucímu ateliéru Doc. MgA. Zdeňku Veverkovi za jeho, pro mě často velmi nápomocný, optimismus v průběhu celého mého studia. Za všechny jeho rady, které mě vždy dovedly k lepším výsledkům.

Děkuji Dr. Ing. Zbyškovi Novému z firmy Comtes FHT, kamarádce Tereze Pejřimovské za pomoc s prezentační grafikou, a zkrátka všem, kteří se na mé diplomové práci jakýmkoliv způsobem podíleli.

Velké díky patří mé rodině za veškerou podporu, které se mi od nich dostává. A především mému příteli, Lukáši Melicharovi, nejen za jeho názor a odbornou pomoc při tvorbě modelu, ale hlavně za to, jak velkou oporou mi po téměř celou dobu studia byl.

OBSAH

1	MÉ DOSAVADNÍ DÍLO V KONTEXTU SPECIALIZACE	1
2	TÉMA A DŮVOD JEHO VOLBY	3
3	CÍL PRÁCE	5
4	PROCES PŘÍPRAVY	6
4.1	SPECIFIKACE ZADÁNÍ	6
4.2	REŠERŠE	7
4.3	TVAROVÁNÍ A SPOJOVÁNÍ PLASTŮ	8
4.4	INSPIRACE	8
5	PROCES TVORBY	9
5.1	DESIGN	9
5.2	3D MODELOVÁNÍ A VIZUALIZACE	12
5.3	VÝROBA MODELU	13
6	TECHNOLOGICKÁ SPECIFIKA	15
6.1	POHON	15
6.2	KONSTRUKCE ŠLAPADLA	15
6.3	SPECIFIKACE MATERIÁLŮ	16
7	POPIS DÍLA	18
8	ZHODNOCENÍ VÝSLEDKU	20
9	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	21
10	RESUMÉ	22
11	SEZNAM PŘÍLOH	23

1 MÉ DOSAVADNÍ DÍLO V KONTEXTU SPECIALIZACE

Návrhu, který nyní předkládám jako svoji diplomovou práci, bych zajisté nedocílila, nebýt profesního i osobního rozvoje, kterým jsem prošla v průběhu studia na plzeňské Fakultě designu a umění Ladislava Sutnara. Během těchto šesti let jsem pracovala na velkém množství projektů s velice různorodými zadáními.

Když se zamyslím nad studiem bakalářského a magisterského programu, vidím zde určité rozdíly. První tři roky studia jsme se věnovali spíše interním zadáním, u kterých byl největší důraz na celkový koncept a samotný tvar. Upřímně mohu říci, že na konci tohoto programu jsem se ještě necítila připravena vydat se na dráhu designéra. Během magisterského studia však přibývalo externích zakázek a různých zajímavých spoluprací, kterých jsem se velmi ráda zúčastňovala. Tyto projekty probíhaly většinou ve formě soutěže mezi studenty. Vidina realizace mnou navrženého produktu pro mě byla vždy velká motivace, a právě svému odhodlání připisuji celkem početné úspěchy v těchto interních soutěžích.

Mezi projekty, které mě ovlivnily, bych zařadila například spolupráci s firmou Apeko Group s.r.o. Úkolem bylo navrhnout docházkový terminál pro malosériovou výrobu s rozvržením vnitřního prostoru pro elektroniku, včetně fixačních bodů, a navržení montáže na zeď.¹

Dalším významným projektem byl návrh mobiliáře pro systém záchytných parkovišť ve spolupráci s městem Plzní. Jednalo se o označnický a informační totem, pro jejichž prezentaci zastupitelům města bylo nutné zpracovat podrobný dokument s technologickými specifikacemi.²

¹ Příloha 1 – Návrh a realizace docházkového terminálu TIMELOG

² Příloha 2 – Návrh mobiliáře pro systém záchytných parkovišť v Plzni

Kromě toho bych zmínila také firmu Daikin, pro kterou jsem s týmem mnou vybraných studentů, navrhovala interiér openspace kanceláří, zasedacích místností a dalších prostor.³

Zajímavou spoluprací bylo v neposlední řadě také navrhování zastávky a kolárny pro firmu Konplan.⁴ Přínosnou zkušeností pro mě byla i půlroční studijní stáž v německém Halle, kde jsem si vyzkoušela naprosto jiný přístup k designu, nebo má osobní spolupráce s plzeňskou firmou Kontron na designu průmyslového počítače a vývoji nové zobrazovací jednotky.

Díky plnění všech těchto úkolů jsem získala velmi cenné zkušenosti, naučila jsem se mnoho o materiálech a různých výrobních procesech, jako je vstřikování, 3D tisk, svařování ocelových konstrukcí a jejich montáž, získala jsem alespoň malé povědomí o principech statiky a v neposlední řadě jsem se naučila komunikovat se zákazníkem a prezentovat mu svoji práci.

³ Příloha 3 – Ukázka návrhu interiéru openspace kanceláří pro firmu Daikin

⁴ Příloha 4 – Návrh zastávky a kolárny pro firmu Konplan

2 TÉMA A DŮVOD JEHO VOLBY

Téma diplomové práce jsem si vybírala z předložené nabídky, ve které mě zaujalo pouze jedno téma – „Udržitelný design“. Je sice dosti odlišné o těch, které jsem do té doby řešila, ale uvědomuji si, že je velmi aktuální. Každý designér by si jím měl projít a pokusit se pak i tímto způsobem přemýšlet při navrhování všech dalších produktů.

V zimním semestru jsem se nicméně kromě diplomové práce věnovala třem dalším projektům, mezi nimiž byla i zakázka od firmy Comtes FHT. Tato firma se věnuje výzkumu a vývoji v oblasti kovových materiálů a zajišťování nových technologií tváření a tepelného zpracování kovů. Vedle toho si však našli zálibu ve vyvíjení nových typů plavidel. Za účelem spojit technický návrh s atraktivním designem oslovili studenty našeho oboru ke zpracování návrhu sportovního vodního šlapadla. Šlapadlo se mělo odlišovat tím, že k nadnášení nebudou použity obyčejné plováky, jako u ostatních případů. Namísto nich by byla použita pouze dutá kola s lopatkami, umístěná po celé šířce vpředu a vzadu plavidla. K pohonu by kromě šlapek měla sloužit také madla. Člověk by tedy, podobně jako u eliptických trenažérů, posiloval jak nohy, tak paže.

Na konci zimního semestru byly rozpracované návrhy prezentovány zadavateli, který si měl vybrat vítěze a s ním pak dále na projektu pracovat. Ačkoliv jsem se ze začátku do tohoto tématu příliš nehrnula, s mým návrhem jsem vyhrála.

Spolupráce s firmami shledávám velmi přínosnými a mimo jiné pro mě byla nyní lákavá i představa realizace. Bylo ale nemyslitelné pracovat na dvou projektech najednou v posledních měsících, které jsem měla vyhrazené pro diplomovou práci, proto jsem se rozhodla téma „Udržitelný design“ změnit na „Pohyb na vodě“ a dále rozpracovat návrh vodního šlapadla.

Přestože jsem si téma změnila, informace získané během prozkoumávání problematiky udržitelného designu vnímám jako velmi užitečné pro mé další projekty. Zpracování původního tématu si plánuji vyzkoušet až po studiu.

3 CÍL PRÁCE

Na celém světě neustále vzniká nespočetné množství nových produktů a troufám si říci, že spousta z nich neprojde rukou designéra. Pokud nebudeme mluvit zrovna o automobilovém průmyslu nebo světových výrobcích elektroniky či nábytku, konstruktéři a designéři pracují často odděleně, neboť jejich spolupráce vždy u každé strany znamená četná omezení. Protože chci, abychom byli obklopováni hezkými věcmi (nejen doma, ale i venku či na pracovištích), spolupráci těchto dvou složek podporuji. Takovýmito projektům se tedy nevyhýbám a beru je jako výzvu, stejně tak, jako tomu bylo u vodního šlapadla.

Jasným cílem této diplomové práce bylo navrhnout vodní šlapadlo, které odpovídá představám o moderním designu, tedy je atraktivní pro uživatele a je přizpůsobeno pro jeho pohodlné užívání. Plavidlo musí splňovat zásady ergonomie a využívat současných technologií pro výrobu. Plavidlo je primárně určeno pro dvě dospělé osoby a má sloužit pro rekreačně-sportovní využití.

Mým cílem bylo vypracovat návrh, se kterým budou spokojeny obě strany. Splnit požadavky zadavatele, avšak nenechat se jimi až příliš spoutat – najít kompromis.

4 PROCES PŘÍPRAVY

V případě, že designér dostane určitou zakázku, je důležité, aby získal především smysluplné zadání. V případě tohoto projektu bylo zadání na začátku velmi neurčité a specifikovalo se až v průběhu práce. V následujících bodech popíši proces, jenž samotnému navrhování předcházela, případně se s ním i protínala.

4.1 SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jak jsem již zmiňovala výše, zadání se upřesňovalo postupně. Na začátku jsme získali pouze náčrtek lopatkových kol s přibližnými rozměry. K první konzultaci jsem tedy místo designového návrhu vymodelovala ve 3D programu konstrukci tak, jak jsem si ji podle náčrtu představovala (se sedačkami, pedály i madly).⁵ Díky tomu jsme pak mohli společně se zadavatelem probrat detailněji konstrukci. Domluvili jsme se na rozšíření rozvoru kol a určila se poloha sedačky k dosažení dobré stability. Šlapadlo jsme řešili také z hlediska ergonomie. Konzultovali jsme náklon sedačky a možnost její polohovatelnosti. U prvních prototypů podobných plavidel, která firma navrhla, byly použity sedačky na lehokolo. O podobné poloze pasažéra bylo uvažováno i zde. Dále byla probírána i možnost nástupu na šlapadlo z vody například pomocí malého žebříku či schůdků.

Původní představou zadavatele byl pouze návrh jakéhosi krytu zmiňovaných lopatkových kol z deskového plastového materiálu, jehož prototyp by byl levný a z největší části by bylo možné si ho vyrobit svépomocí.⁶ Sedačky by rádi použili již existující.

⁵ Příloha 5 – Konstrukce šlapadla, předmět první konzultace

⁶ Příloha 6 – Prvotní nákres, představa zadavatele o tvaru krytování

4.2 REŠERŠE

K dosažení plnohodnotného návrhu je nezbytné se s tématem dobře seznámit a prozkoumat existující řešení, zaměřit se na používané materiály, konstrukce a zvážit výhody a nevýhody. I já jsem si před samotným navrhováním rešerší prošla. Díky tomu, že byl projekt zadán firmou, která měla celkem jasné představy o materiálech, velikosti i způsobu pohonu, byla jsem rozhodování o jejich řešení ušetřena a zaměřovala se spíše na estetickou stránku.

V současné době se nejběžněji setkáváme s plastovými šlapadly ve formě celistvého odlitku či výlisku. Součástí tvaru jsou plováky, sedačky, odtoky vody i příslušenství v podobě držáků na nápoje, schodů či skluzavek pro děti. Takový typ nabízí například Kanadská firma Pelican⁷, či italský výrobce Martini.⁸ Funkčně těmto plavidlům nemohu vcelku nic vytknout. Rozhodně je zde myšleno na ergonomii (na rozdíl od starších typů s dřevěnými lavicemi), šlapadla jsou stabilní a dobře ovladatelná. Co se však týká estetické stránky, působí na mě v této době již neuspokojivě. Celoplastové výrobky (bez imitace jiného materiálu) jsou podle mého názoru přežitkem, a proto myslím, že je zde prostor pro inovaci.

Vodní šlapadla ve tvaru autíček či labutí, objevující se například v centru hlavního města, jsou jiná kapitola. Ta slouží především jako atrakce pro děti, které jsou (na základě mého pozorování) z takovýchto pro nás kýčovitých plavidel nadšeni, proto se k nim zde nebudu více rozepisovat.

Se zajímavým a celkem atraktivním řešením přišla například americká firma Sea Cycle, její design je maximálně odlehčený (nejen hmotnostně, ale i esteticky). Využívají pouze plováků, mezi kterými jsou upevněny samotné sedačky a šlapky. Výhodou je zde také to, že je plavidlo snadno rozebíratelné.⁹

⁷ Příloha 7 – Šlapadlo Pelican Monaco

⁸ Příloha 8 – Šlapadlo Martini

⁹ Příloha 9 – Šlapadlo Sea Cycle

4.3 TVAROVÁNÍ A SPOJOVÁNÍ PLASTŮ

Abych měla představu, jak by se šlapadlo vyrábělo, musela jsem si doplnit znalosti v oblasti tvarování plastů a jejich spojování.

Pro výrobu lodí se používá například sklolaminát. Lze jím docílit složitých tvarů a jeho výhodou je dobrá odolnost a nízká hmotnost. Pro výrobu dílů je však zapotřebí formy a jejich výroba je dražší. Tento kompozit je navíc velmi odolný a dlouhověký materiál a jeho likvidace je obtížná.

Plasty se dají tvarovat vakuováním. Tento proces využívá vlastností termoplastů, které se po zahřátí stávají plastickými. Pro tvarování je zapotřebí forem, výhodou jsou však nízké náklady na jejich výrobu. Po vytvarování dle formy a ochlazení se struktura plastu vrací zpět do tuhého stavu.

Spojování termoplastů lze docílit svařováním. Ke svařování se využívá horkovzdušná svářečka, která vtlačuje do spáry rozeřátý „drát“ ze stejné plastické hmoty a tímto způsobem spojí dvě části dohromady.

4.4 INSPIRACE

Hledání inspirace je nepřetržitým procesem. Na podnět lze narazit kdykoli a kdekoli. Snažila jsem se inspirovat tvary používanými například v návrzích interiérů automobilů, také různými jachtami a katamarány, avšak mé první návrhy nebyly vůbec uspokojivé. Inspirací, hlavně co se týká materiálů, se mi stalo nakonec elektrické šlapadlo Ceclo, na které jsem narazila až v průběhu tvorby a jeho design si velmi oblíbila.¹⁰ Kombinace bílé barvy, dřevěného dekoru a kovového detailu působí dle mého názoru velmi elegantně. Stejně lehkosti a elegance bohužel v mém návrhu nešlo dosáhnout z důvodu naprosto jiného způsobu pohonu a rozvržení konstrukce.

¹⁰ Příloha 10 – Elektrické šlapadlo Ceclo

5 PROCES TVORBY

5.1 DESIGN

Při práci na tomto projektu vznikla spousta návrhů. Tvar se vyvíjel a měnil po jednotlivých konzultacích. Teprve během navrhování se ucelovala i představa zadavatele ohledně konstrukčního řešení. Pro prezentaci svých návrhů jsem průběžně využívala 3D modely a vizualizace vytvořené v programu Fusion 360. V následujících bodech popíši fáze vývoje designu.

5.1.1 PRVNÍ NÁVRHY A KONZULTACE

Na začátku navrhování vždy začínám skicováním. Původně jsem se snažila inspirovat v návrzích interiérů automobilů či jachet, avšak s prvními skicami jsem nebyla vůbec spokojená. Kvůli lopatkovým kolům působilo vše příliš robustně. Nakonec jsem se rozhodla využít jednoduchý tvar, který v podstatě jen kopíroval tvar konstrukce. Tento kryt jsem následně rozdělila na několik částí, ozvláštnila využitím několika materiálů a barev a navrhla několik různých variant. V návrhu se objevila kovová trubka, která byla jak konstrukčním tak estetickým prvkem.¹¹ V této fázi jsem již vytvořila první 3D model a několik vizualizací. S výraznějším tvarováním jsem si pohrála na bocích plavidla. V novějších návrzích jsem využila trubek v přední části k vytvoření jakéhosi žebříku k výstupu z vody.¹²

Během konzultace bylo poukázáno na příliš velkou hmotnost použitých materiálů. Bylo mi tedy doporučeno vynechat dřevo a co nejvíce zredukovat kovové trubky. V jednom z komentářů zazněl výraz „retro limuzína“, čehož jsem se v následující fázi chtěla oprostít. Na návrhu jiného studenta vyzdvihovali možnost usazení až dvou dalších pasažérů (dětí).

¹¹ Příloha 11 – Přípravné skici

¹² Příloha 12 – První 3D návrhy šlapadla

5.1.2 REDUKCE MATERIÁLU A ZMĚNA PŘEDNÍ ČÁSTI ŠLAPADLA

Cílem této fáze bylo zredukovat váhu šlapadla, zamyslet se nad možnostmi usazení dalších pasažérů a pozměnit přední část k dosažení modernějšího vzhledu. V programu Photoshop a později i ve 3D programu Fusion 360 jsem vytvořila modifikace, ve kterých jsem snížila množství trubek a do přední i zadní části jsem aplikovala síť. Ta měla sloužit nejen jako estetický prvek, ale v případě předku také jako potenciální možnost sezení.¹³

5.1.3 SOUTĚŽNÍ NÁVRHY

Na konci zimního semestru jsme rozpracované návrhy prezentovali zadavateli, který si měl vybrat vítěze. Soutěžních návrhů bylo celkem pět. Jednotlivé návrhy se dosti lišily.¹⁴ Svůj návrh jsem doplnila o schůdky mezi pedály a změnila jsem barevnost detailů.¹⁵

5.1.4 ZAKOMPOOVÁNÍ PLOVÁKŮ

Protože můj návrh zvítězil, spolupráce s firmou Comtes FHT pokračovala. Během následující schůzky byly zmíněny požadavky vynechat síť a zakomponovat dva plováky, neboť začaly vznikat pochyby o stabilitě plavidla. Plováky bylo doporučeno schovat mezi lopatková kola do středu šlapadla.¹⁶

V následujících týdnech vzniklo mnoho návrhů. Některé se odvíjely od původního designu a ty ostatní byly zcela nové. Těmito návrhy jsem se snažila zadavatele přesvědčit k zakomponování plováků přímo do „blatníků“ a vytvořit tak z pouze estetického prvku prvek funkční a ze skořepiny vytvořit objem. Tímto

¹³ Příloha 13 – Změna designu šlapadla – redukce trubek, odlehčení, zakomponování sítě

¹⁴ Příloha 14 – Další soutěžní návrhy

¹⁵ Příloha 15 – Návrh šlapadla vybraný zadavatelem pro další rozpracování

¹⁶ Příloha 16 – Konstrukce šlapadla s doporučeným umístěním nově zakomponovaných plováků

způsobem by se také mohlo zredukovat množství kovového profilu na konstrukci. Plovákům jsem v novějších variantách navrhla hranatější tvary.¹⁷

Ačkoliv se zadavatelům nápad se spojením plováků a blatníků líbil, s tímto řešením nakonec nesouhlasili. Plánují vyrobit prototyp nejdříve bez krytování. Teprve až si budou jisti, že šlapadlo s navrženou konstrukcí bude fungovat, vyrobí kryty. V případě, že by byl blatník spojen s plovákem, potřebovali by tuto část vyrobit již při prototypování a tato fáze by se prodražila.

Zadavatel si v této fázi sehnal výrobce plováků, které požadoval do návrhu zakomponovat. Jedná se o plovák svařený ze tří desek plastu, s několika žebry uvnitř. Pro dosažení nejlepší stability by rádi využili plováky po celé délce šlapadla.

5.1.5 VÝSLEDNÝ DESIGN

Po poslední konzultaci jsem se opět vrátila k zaobleným tvarům. Přesto se však návrh od toho původního lišil. Změnila se celková stavba konstrukce, střed šlapadla změnil tvar ze zaobleného na hranatější, upustila jsem od barevného dělení předních a zadních blatníků a rozhodla jsem se vrátit k původnímu návrhu zakomponováním dřevěného dekoru.

Plováky jsem aplikovala po celé délce boků šlapadla. Navrhla jsem jim však vlastní tvar, který bude muset výrobce akceptovat. Plováky jsou v přední části překryty blatníkem a ve dvou zadních třetinách tvoří na bocích pomyslný schůdek.

Sedačky, které byly dříve tvořeny ohnutím pouze v jednom směru, jsem přizpůsobila pro 3D formu za účelem lepší ergonomie. V nejnižších místech sedaček a lavičky jsem vytvořila otvory pro odtok vody a zakomponovala měkký materiál na sedací plochy pro větší pohodlí. Zároveň jsem pod sedačky navrhla jinou konstrukci.

¹⁷ Příloha 17 – Průběžné návrhy

Zaměřila jsem se na detaily – změnila tvar přední kovové trubky a odlehčila kryt ozubených kol u pedálů. Do návrhu jsem zakomponovala prostor pro osobní věci s držáky na nápoje.¹⁸

5.2 3D MODELOVÁNÍ A VIZUALIZACE

V průběhu celého procesu navrhování šlapadla jsem využívala 3D program Fusion 360. Je to program, který nabízí hned několik modelovacích prostředí. V tomto případě jsem využívala především tzv. volnoplošné modelování v prostředí „Sculpt“. Díky tomuto programu jsem si mohla vcelku rychle převést své návrhy do 3D, a ověřit si tím, jak vypadají ve správných poměrech. V tomto programu vzniklo velké množství variant. Díky vcelku kvalitním vizualizacím byla jednodušší i komunikace se zadavatelem, neboť mohl návrhy vidět ze všech stran a dobře si je představit.

Když bylo potřeba, například u vytváření sítě, model jsem si stáhla do formátu „STEP“ a importovala ho do 3D programu Rhinoceros, kde jsem dotvořila složitější části, protože s druhým zmíněným programem mám více zkušeností a modelování je pro mě jednodušší.

Ve chvíli, kdy jsem si byla jistá finálním tvarem, použila jsem model z Fusion 360 jako podklad a v programu Rhinoceros ho zcela přemodelovala. Volnoplošné modelování mi totiž neposkytlo dostatečnou přesnost, jaké lze dosáhnout v Rhinoceros. V tomto programu jsem si tedy vytvořila kompletní model šlapadla se všemi detaily (kromě tvarovaných sedaček) v měřítku 1:1 a tento model pak využila pro vizualizace.

Kromě šlapadla 1:1 jsem si ve stejném softwaru připravila model v měřítku 1:7 (odlišný pouze v detailech), který jsem používala k přípravě dat na výrobu prezentačního modelu.

¹⁸ Příloha 18 – Finální design šlapadla

5.3 VÝROBA MODELU

Pro prezentační model jsem si určila měřítko 1:7. Samotný model bude umístěn na podstavci v podobě boxu s horní plochou z plexiskla, které by mělo zastupovat vodní hladinu. Půdorys podstavce má rozměry 610 x 810 mm. Samotné šlapadlo bude mít přibližně 350 mm na šířku a 480 mm na délku.

5.3.1 3D TISK

Velká část dílů je vyrobena za pomoci 3D tisku na tiskárnách značky Original Prusa i3. Jedná se o plováky, blatníky, sedačky, lavici, pedály a jejich konstrukci, držák na nápoje a různé spojovací prvky. Plováky a blatníky bylo nutné rozdělit na dvě části, s ohledem na menší tisknutelnou plochu. Každá součást byla tmelena několika vrstvami a přebroušována. Sedačky a lavička byly vykryty páskou a jejich sedací plochy byly pro dosažení rozdílného povrchu nejdříve nastříkány Plasti Dipem – tekutou gumou. Následně byly všechny díly nalakovány stříkací pistolí do požadovaných barevných odstínů.¹⁹

5.3.2 TVAROVÁNÍ DÝHY

Ačkoliv má být ve skutečnosti střední část šlapadla s dekorem dřeva vyrobena z plastu, pro atraktivitu modelu jsem se rozhodla díl vyrobit z dýhy. Pro její vytvarování jsem nechala vyfrézovat oboustrannou formu z pěnového polyuretanu (Ureol), do které jsem následně vkládala dýhy a jednotlivé vrstvy natírala lepidlem. Pro vnější vrstvy jsem použila dýhu z bambusu a pro vnitřní vrstvy pak dýhu z jasanu.

Během prvního pokusu jsem pracovala za mokra a použila lepidlo Dispercoll D3. Tento pokus však nebyl úspěšný, neboť forma na sebe nedoléhala tak, jak měla, a dýhy se i přes zatížení formy kroutily.

¹⁹ Příloha 19 – 3D tisknuté díly připravené na lakování

Za pomoci spolužáka, s poučením z neúspěchu, jsme v příštích pokusech pracovali za sucha a použili jsme napěňovací polyuretanové lepidlo, které díky svým vlastnostem vyplní mezery v místech, kde na sebe dýhy nedoléhají. Ohnutou překližku jsem následně ořízla a dobrousila do požadovaného tvaru.²⁰

5.3.3 OHÝBÁNÍ TRUBEK

Trubky, objevující se v modelu, byly ohýbány ručně za pomoci 3D tisknutých příložníků definujících tvar.²¹ Byly použity mosazné trubky, které se naplnily jemným křemičitým pískem, aby bylo docíleno co nejmenší deformace v místě ohybu. Kvůli spojům bylo potřeba trubky obrousit, nakonec byl nanesen stříbrný lak.

5.3.4 ŘEZÁNÍ LASEREM

K výrobě lopatkových kol jsem využila technologie řezání laserem do plexiskla. Na laseru jsem nechala připravit jednotlivé lopatky a postranní kolečka s výřezy. Pro střed lopatkových kol jsem využila odpadní trubku o průměru 50mm. Všechny díly jsem slepila dohromady, přičemž jsem je zanechala v jejich původních barvách bez lakování.²² Kromě lopatkových kol byla laserem vyřezána i horní plocha podstavce.

²⁰ Příloha 20 – Forma na lepení překližky

²¹ Příloha 21 – Ohýbání trubek

²² Příloha 22 – Lepení lopatkových kol

6 TECHNOLOGICKÁ SPECIFIKA

6.1 POHON

Šlapadlo má být poháněno pomocí čtyř dutých lopatkových kol vyrobených z polypropylenu. Průměr kol i s lopatkami je 540 mm, jejich šířka 790 mm, každé z nich má po obvodu 14 lopatek. Všechna čtyři kola jsou rozdělena na dvě části kvůli průchodu řemenů vedoucích od pedálů. Přední kola jsou uváděna do pohybu silou pasažérů, kteří roztáčejí pedály nohama. Převod je zajištěn ozubeným řemenem. Pro efektivitu převodu jsou ozubená kola u pedálů větší než ta v ose kol. Řemeny a ozubená kola (určená pro jízdní kola) vyrábí například firma Gates Carbon Drive. Zadní kola jsou do pohybu uváděna zejména pohybem paží, tedy přitahováním madel podobně jako u eliptických trenažérů. Přední a zadní kola by pak navíc, podle zadavatele, měla být taktéž propojena řemeny.

6.2 KONSTRUKCE ŠLAPADLA

Rám šlapadla spojující lopatková kola a určující jejich rozvor je tvořen z kovových trubek. Jedná se o jeden kruhový profil mezi koly a k nim kolmo připevněné dvě trubky v osách kol a dvě rozmístěné mezi předními a zadními koly. Dvě zmíněné kolmé trubky uprostřed, na kterých jsou svárem připojeny v určitých místech kousky plechu, slouží pro montáž konstrukce pedálů, konstrukce sedaček a středové desky.²³

Z trubek je tvořen také jakýsi žebřík k výstupu z vody v přední části a ochrana před kolizí plavce s koly v zadní části. Tyto trubky jsou ke šlapadlu připevněny pomocí kovových dílců vyrobených z plechu. V přední části je plech upevněn z důvodu pevnosti jak k plováku, tak k rámu. V zadní části, kde není počítáno s větším namáháním, postačí upevnění k plováku a blatníku.

²³ Příloha 23 – Vizualizace konstrukce šlapadla

Sedačky mají vlastní konstrukci vyrobenou taktéž z ohýbaných trubek a jsou ke konstrukci připevněny přes ližiny, díky kterým lze nastavit vzdálenost sedačky od pedálů (systém jako u sedaček sportovních automobilů).

6.3 SPECIFIKACE MATERIÁLŮ

Materiály, které budou použity na vodní šlapadlo, by měly splňovat následující kritéria: nízká hmotnost, odolnost proti atmosférickým vlivům (voda, UV záření), dostatečná pevnost, nosnost a tvárnost (za tepla), odolnost proti oděru.

Jak již bylo zmíněno dříve, plováky budou vyrobeny z polypropylenových desek pomocí svařování. Jsou tvořené třemi hlavními plochami a několika žebry. Použitý materiál má vysokou pevnost, elasticitu a houževnatost. Protože je navržený tvar plováku trochu složitější, než ten běžně vyráběný, bude se možná muset materiál během tvarování nahřívat.

Blatníky by měly být vyrobeny z deskového materiálu ABS. K jejich tvarování bude pravděpodobně využita technologie lisování za tepla.

Střední část šlapadla musí mít především dostatečně vysokou pevnost a nosnost. V mém návrhu je tato část v dekoru dřeva. Kvůli odlehčení je však nutno použít určitý druh plastu, na který bude dekor aplikován. Zvažovala jsem dva materiály. Jedním z nich je materiál STADUR® ve variantě FB-3/SL, jehož jádro je vyrobeno z extrudovaného polystyrenu Styrofoam, a krycí vrstvy z vysoce odolného plastu Stadurlon o tloušťce 2 mm. Krycí vrstvy, které jsou oboustranné, mají na povrchu speciální dekorační fólie v různých dřevěných dekorech.²⁴ Varianta FB-3/DN navíc umožňuje drážkování materiálu. V tomto případě jsou krycí vrstvy z hliníkového plechu, přičemž jedna strana má lisované drážky a dekor dřeva zůstává. Druhým uvažovaným materiálem je KYDEX. Tento materiál dosahuje výborné mechanické pevnosti, je odolný vůči průrazu a poškrábání, má dobrou odolnost vůči

²⁴ Příloha 24 – Materiál Stadur

atmosférickým vlivům a je možné ho tepelně tvářet. Materiál je extrudovaný ze speciální termoplastické směsi. I zde je možnost aplikace dekoru dřeva a drážkování.

K docílení pohodlného sezení jsou sedačky více tvarované, než ostatní části šlapadla. Z toho důvodu by byl ke zhotovení použit sklolaminát. Lavička v přední části je tvarovaná méně, proto ji lze vyrobit například z polypropylenových desek. Na všech sedacích a opěrných plochách je v návrhu aplikován pěnový materiál k zajištění dostatečného komfortu. V úvahu přichází neoprenová či polypropylenová pěna, která by byla nalepena přímo na sedadla.

Veškeré trubkové konstrukce, včetně žebříku, budou vytvořeny z vytvrditelných slitin hliníku, přičemž jejich pevnost, tuhost a únosnost se bude optimalizovat volbou tloušťky jejich stěn.

V několika částech, jako například u konstrukce pedálů či u přihrádky pro osobní věci, by měl být použit plech, taktéž z vytvrditelné hliníkové slitiny.

7 POPIS DÍLA

Mým dílem je návrh rekreačně-sportovního šlapadla, uzpůsobeného pro dva dospělé pasažéry sedící vedle sebe. Délka plavidla je 3,4 metru a jeho šířka dosahuje 2,4 metru. Celková výška včetně plováků, sedaček i madel je 1,2 metru.²⁵

Nadnášení šlapadla zajišťují čtyři lopatková kola a dva postranní plováky. Ty jsou částečně zakryty „blatníky“ v bílé barvě. Tyto kryty mají zaoblené tvarosloví, které však narušuje hranatější část – středová deska s dekorem dřeva. Shora má tento díl tvar osmiúhelníku, přičemž vpředu a vzadu se zvedá do tupých úhlů, aby se přizpůsobil kolům vespod. Mezi blatníky a středovou deskou prochází kovová trubka o průměru 35 milimetrů, která má na sobě v několika částech montážní plošky – je tedy jak dekorační, tak funkční částí.

Samozřejmostí jsou dvě sedadla, která mají vlastní trubkovou konstrukci reagující na celkový design šlapadla. Sedadla jsou ergonomicky tvarovaná, přičemž horní část opěradla je zúžená k umožnění pohybu paží dopředu a dozadu. Pevnost je zajištěna kovovou podpěrou v zadní části. Pro zvýšení komfortu jsou na sedací a opěrné plochy aplikovány kusy pěnového materiálu. Po stranách sedaček se nachází vždy dvě pohyblivá madla. Ta jsou vyrobena z trubek, ohnutých do několika směrů tak, aby dobře padla do rukou. Koncové krytky a pěnové rukojeti zajišťují pohodlné uchopení. Mezi sedadly je vložena přihrádka vymezující prostor pro uložení osobních věcí, přičemž zde nechybí ani držáky na nápoje.²⁶

Naproti sedačkám jsou umístěny pedály. Ty jsou připevněné k rámu pomocí plechové konstrukce, jež pouze částečně zakrývá ozubená kola s řemeny.²⁷

Nášlapné pedály by byly použity od německé značky MOTO, která nabízí

²⁵ Příloha 25 – Finální vizualizace šlapadla

²⁶ Příloha 26 – Finální vizualizace šlapadla – sedačky

²⁷ Příloha 27 – Finální vizualizace šlapadla – pedály

„městskou variantu“ s příjemným designem využívající rámeček frézovaný z překližky.²⁸

Pokud si pasažéři přejí udělat mezi „posilováním“ na šlapadle přestávku a vykoupat se, pro nástup zpět na plavidlo mohou využít trubkový žebřík v přední části. Tudy se dostanou na lavici, tvarově zapadající do přední části šlapadla, kde mohou ještě chvíli relaxovat. Případně může být tato lavice, na které je taktéž pěnové „čalounění“, využita pro usazení dětí během jízdy. K přístupu na lavici slouží schůdek mezi pedály. K bezpečnějšímu přechodu i sezení by měly posloužit výřezy v rozích středové desky, které tvoří v kombinaci s trubkou jakási madla.

V návrhu je použita kombinace bílé, šedé a namodralé barvy, dřevěného dekoru a kovových trubek. Barevnost lze ale případně pozměnit a přizpůsobit tak šlapadlo vizuálnímu stylu určitého rekreačního střediska.

Výstupem práce jsou prezentační plakáty, brožura a model v měřítku 1:7.^{29, 30}

²⁸ Příloha 28 – Pedály německé značky MOTO

²⁹ Příloha 29 – Prezentační plakát 1

³⁰ Příloha 30 – Prezentační plakát 2

8 ZHODNOCENÍ VÝSLEDKU

Tento projekt prošel mnoha fázemi rozpracování právě z důvodu spolupráce s externí firmou. Ačkoliv jsem byla od začátku poměrně svázána zadáním a často jsem na projekt nepohlížela příliš optimisticky, výsledek bych ohodnotila jako zdařilý. Výsledný design se velmi liší od stávajících řešení šlapadel a troufám si říci, že by dokázal pozdvihnout jejich vizuální kulturu. Myslím, že bylo docíleno jednoduchého, avšak zajímavého tvarování plastových dílců.

Přesto, že se zadávající firma nevěnuje výrobě šlapadel, ale výzkumu a vývoji v oblasti kovových materiálů, podařilo se mi alespoň částečně reflektovat zaměření firmy v použití viditelných kovových součástí. U vývoje celkové kovové konstrukce mohou využít svých zkušeností.

Slabou stránkou návrhu by se mohlo zdát větší množství součástí, to je však taktéž výhodou, neboť při poruše není třeba nahrazovat celé šlapadlo, ale pouze určitou část. Plavidlo lze také zcela rozmontovat a téměř vše recyklovat.

V této fázi závisí další vývoj projektu na zadavateli a konstruktérech. Je nutné se detailněji zaměřit na způsob pohonu a domyslet způsob ovládání šlapadla, co se týká například otáčení plavidla. Pokud se pak skutečně tento návrh dostane do fáze prototypu, je možné, že bude potřeba nějaké části pozměnit a design tomu ještě přizpůsobit.

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Internetové zdroje

- 1 *Stadur* [online]. FTP PLASTICS s.r.o, © 2019 [cit. 20.7.2019]. Dostupné z: <https://www.ftplastics.cz/prehled-sortimentu/stadur-r-.html>
- 2 *KYDEX termoplastické desky* [online]. TUPLEX, © 2017 [cit. 20.7.2019]. Dostupné z: <https://tuplex.cz/produkty-cz/prumysl/kydex-termoplasticke-desky>

10 RESUMÉ

As a topic for my diploma thesis I chose “Water mobility”, I intended to design a paddle boat. On this project, I have cooperated with the company Comtes FHT. They have come up with the idea of a new type of paddle boat combined with fitness machine. Thanks to the unique wheel mechanism, to set the vessel in motion, it is necessary to use both legs and arms. During the whole design process I had to respect all technical specifications and combine interesting ideas with manufacturability (feasibility criteria). From free hand sketches I then continued to 3D modeling according to the technical data.

I have designed the paddle boat starting with the main tube steel chassis with four paddle wheels and pair of floats. My design also includes side plastic covers, complemented with wooden-textured plastic floor in between. Passenger seats are made of laminate and are covered with an ergonomic soft material. There is also small luggage area with cup holders in between passengers. In the front of the boat you can find additional seat area for kids or just as a relaxing area during the ride. After swimming you can get back on the boat using steel frame in the front. My final design is unique and distinguishing on current market and in my opinion it can satisfy a wide range of customers.

11 SEZNAM PŘÍLOH

- PŘÍLOHA 1 – Návrh a realizace docházkového terminálu TIMELOG
- PŘÍLOHA 2 – Návrh mobiliáře pro systém záchytných parkovišť v Plzni
- PŘÍLOHA 3 – Ukázka návrhu interiéru openspace kanceláří pro firmu Daikin
- PŘÍLOHA 4 – Návrh zastávky a kolárny pro firmu Konplan
- PŘÍLOHA 5 – Konstrukce šlapadla, předmět první konzultace
- PŘÍLOHA 6 – Prvotní náskres s rozměry, představa zadavatele o tvaru krytování
- PŘÍLOHA 7 – Šlapadlo Pelican Monaco
- PŘÍLOHA 8 – Šlapadlo Martini
- PŘÍLOHA 9 – Šlapadlo Sea Cycle
- PŘÍLOHA 10 – Elektrické šlapadlo Ceclo
- PŘÍLOHA 11 – Přípravné skici
- PŘÍLOHA 12 – První 3D návrhy šlapadla
- PŘÍLOHA 13 – Změna designu šlapadla – redukce kovu, odlehčení, zakomponování sítě
- PŘÍLOHA 14 – Další soutěžní návrhy
- PŘÍLOHA 15 – Návrh šlapadla vybraný zadavatelem pro další rozpracování
- PŘÍLOHA 16 – Konstrukce šlapadla s doporučeným umístěním nově zakomponovaných plováků
- PŘÍLOHA 17 – Průběžné návrhy
- PŘÍLOHA 18 – Finální design šlapadla
- PŘÍLOHA 19 – 3D tisknuté díly připravené na lakování
- PŘÍLOHA 20 – Forma na lepení překližky
- PŘÍLOHA 21 – Ohýbání trubek
- PŘÍLOHA 22 – Lepení lopatkových kol
- PŘÍLOHA 23 – Vizualizace konstrukce šlapadla
- PŘÍLOHA 24 – Materiál Stadur
- PŘÍLOHA 25 – Finální vizualizace šlapadla
- PŘÍLOHA 26 – Finální vizualizace šlapadla – sedačky
- PŘÍLOHA 27 – Finální vizualizace šlapadla – pedály
- PŘÍLOHA 28 – Pedály německé značky MOTO
- PŘÍLOHA 29 – Prezentační plakát 1
- PŘÍLOHA 30 – Prezentační plakát 2

PŘÍLOHA 1

Návrh a realizace docházkového terminálu TIMELOG

Zdroj: vlastní archiv



PŘÍLOHA 2

Návrh mobiliáře pro systém záchytných parkovišť v Plzni

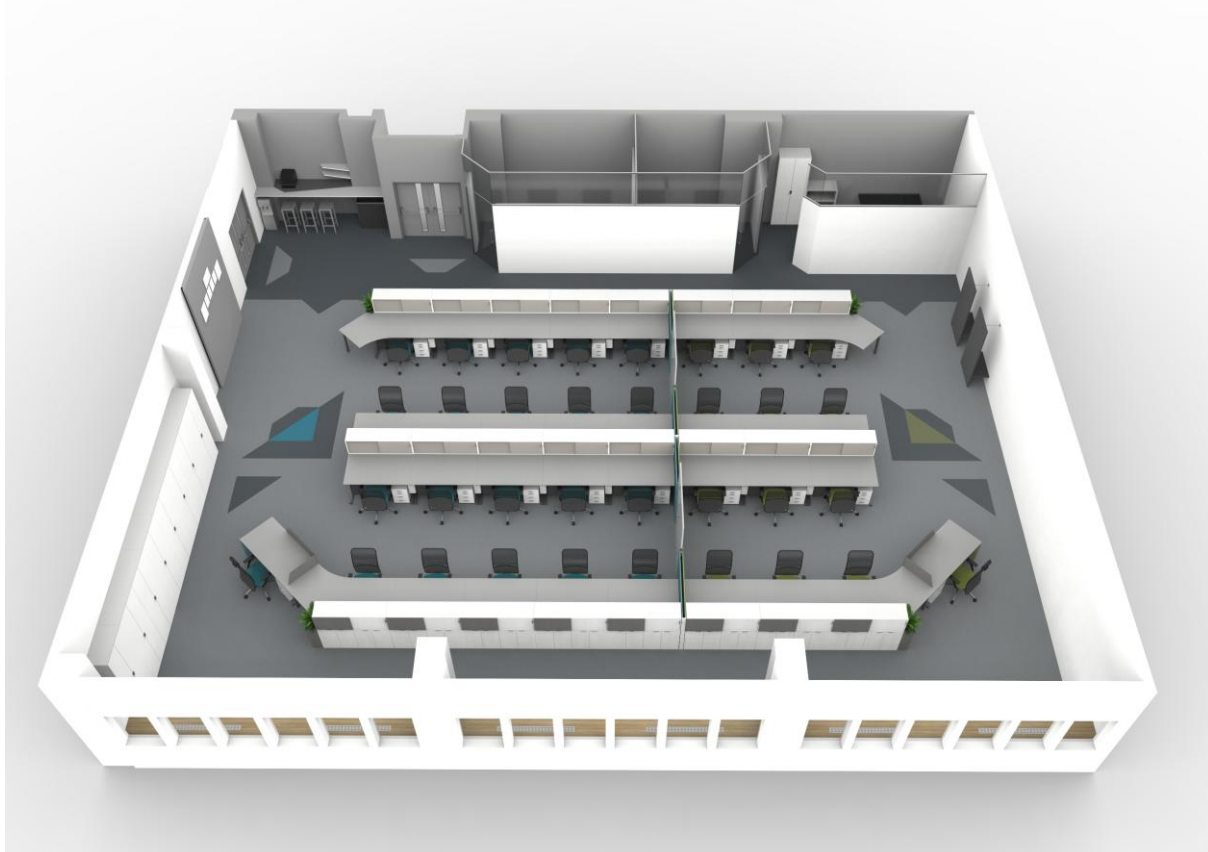
Zdroj: vlastní archiv



PŘÍLOHA 3

Ukázka návrhu interiéru openspace kanceláří pro firmu Daikin

Zdroj: vlastní archiv



PŘÍLOHA 4

Návrh zastávky a kolárny pro firmu Konplan

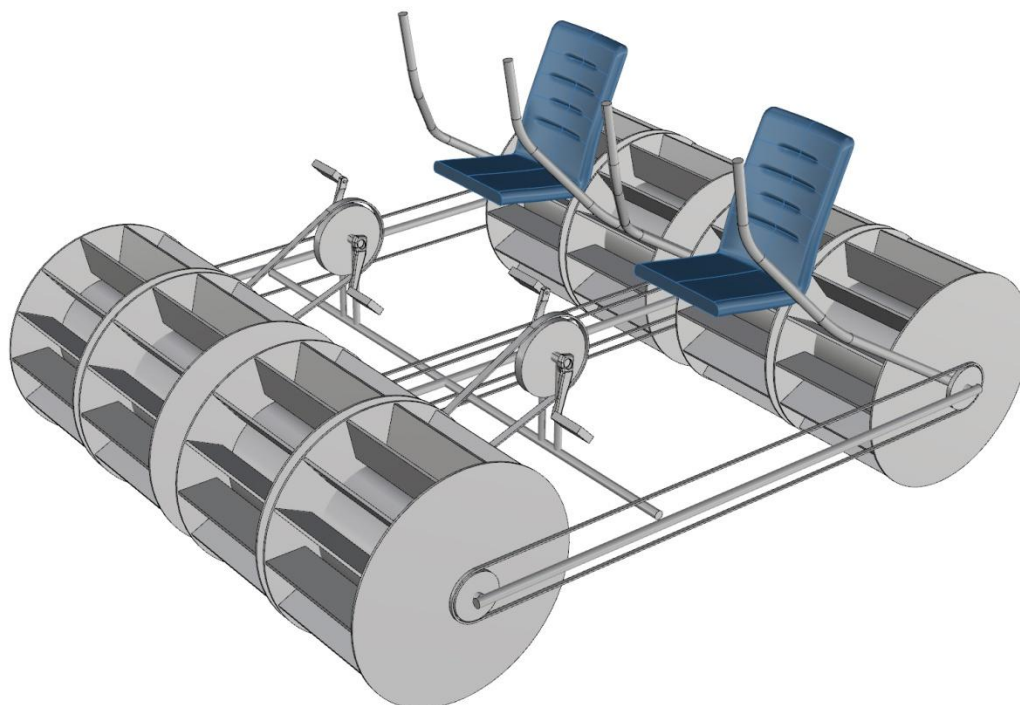
Zdroj: vlastní archiv



PŘÍLOHA 5

Konstrukce šlapadla, předmět první konzultace

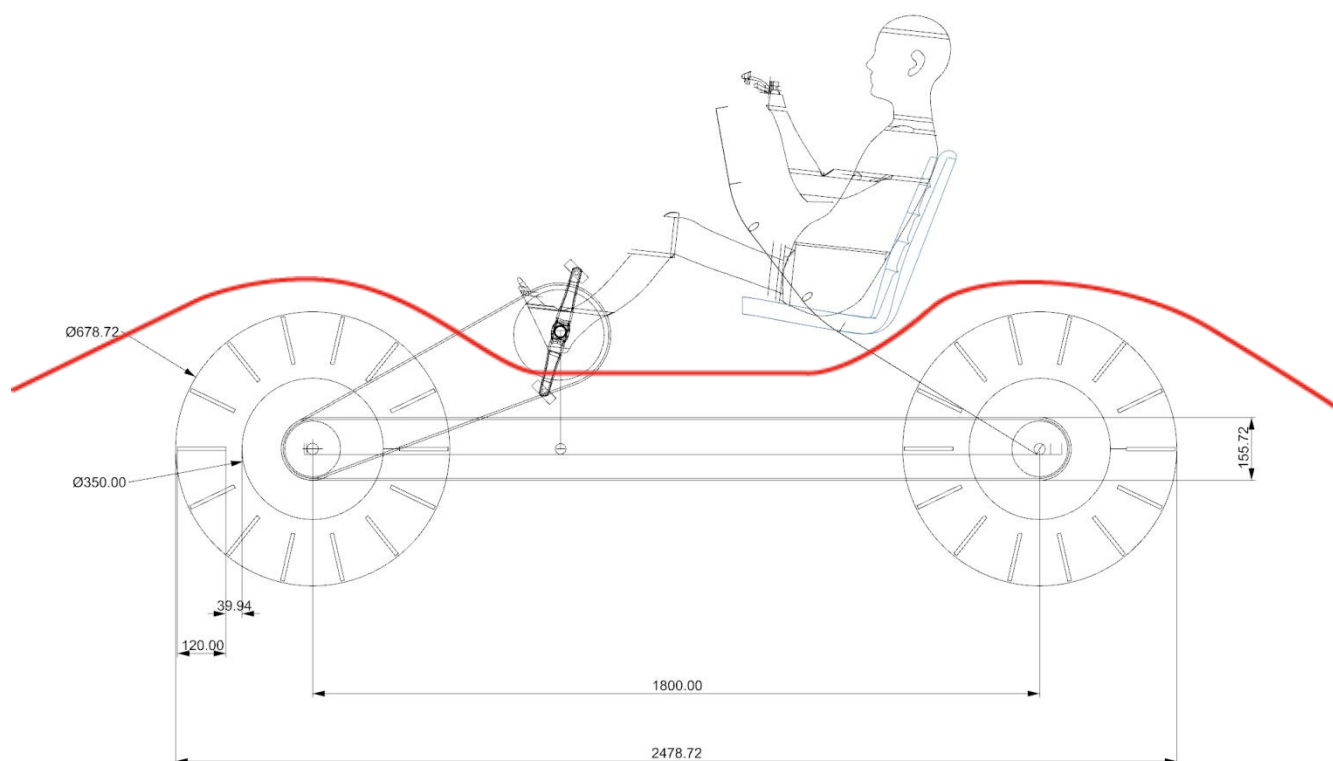
Zdroj: vlastní archiv



PŘÍLOHA 6

Prvotní náčrt s rozměry, představa zadavatele o tvaru krytování

Zdroj: vlastní archiv



PŘÍLOHA 7

Šlapadlo Pelican Monaco

Zdroj: https://www.pelicansport.com/us_en/products/boats/boats-pedalboats



PŘÍLOHA 8

Šlapadlo Martini

Zdroj: http://www.martininautica.com/en/gallery.php?id_gallery=8739



PŘÍLOHA 9

Šlapadlo Sea Cycle

Zdroj: <http://www.sea-cycle.com>



PŘÍLOHA 10

Elektrické šlapadlo Ceclo

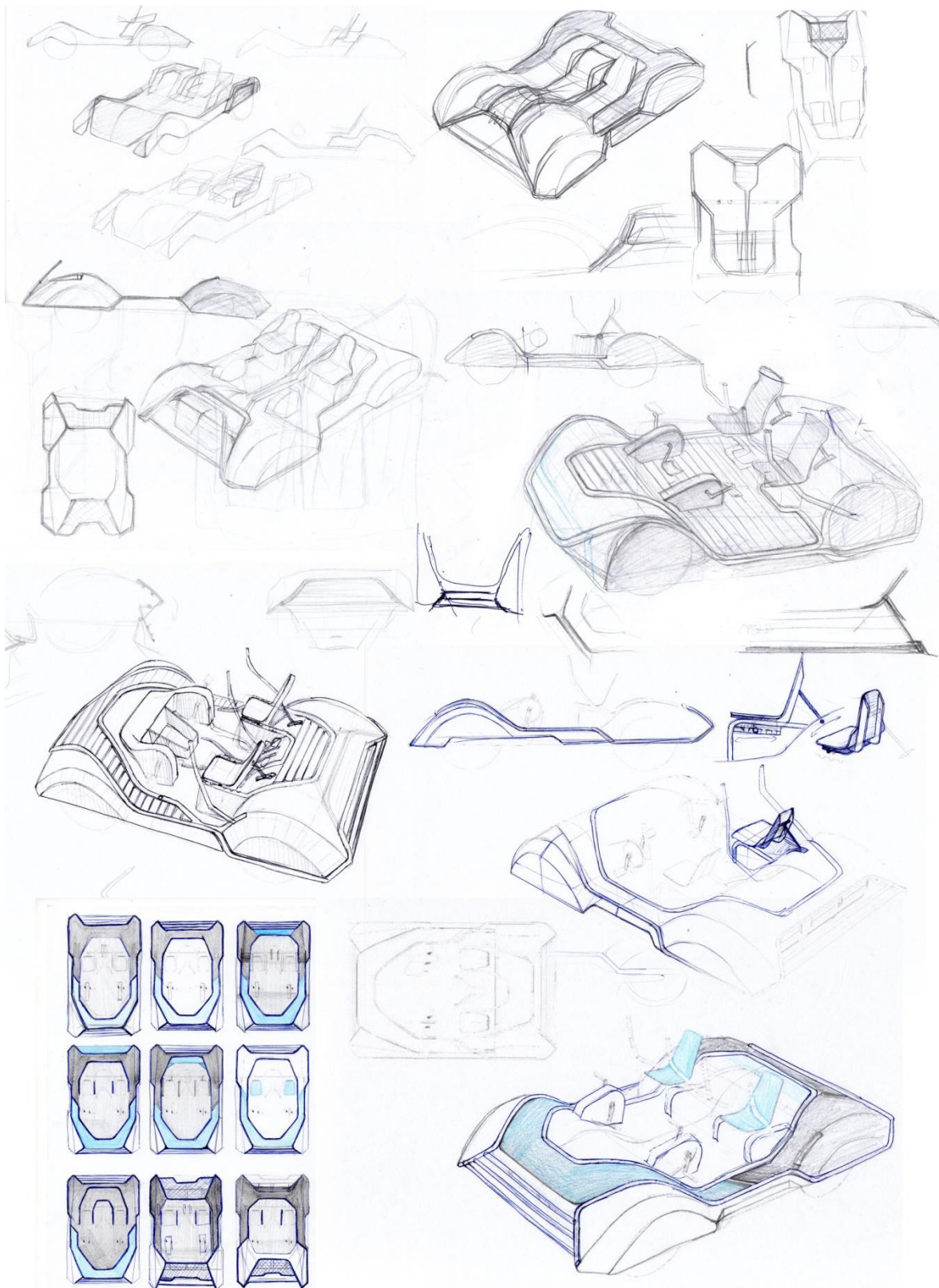
<https://www.ceclo-experience.fr/>



PŘÍLOHA 11

Přípravné skici

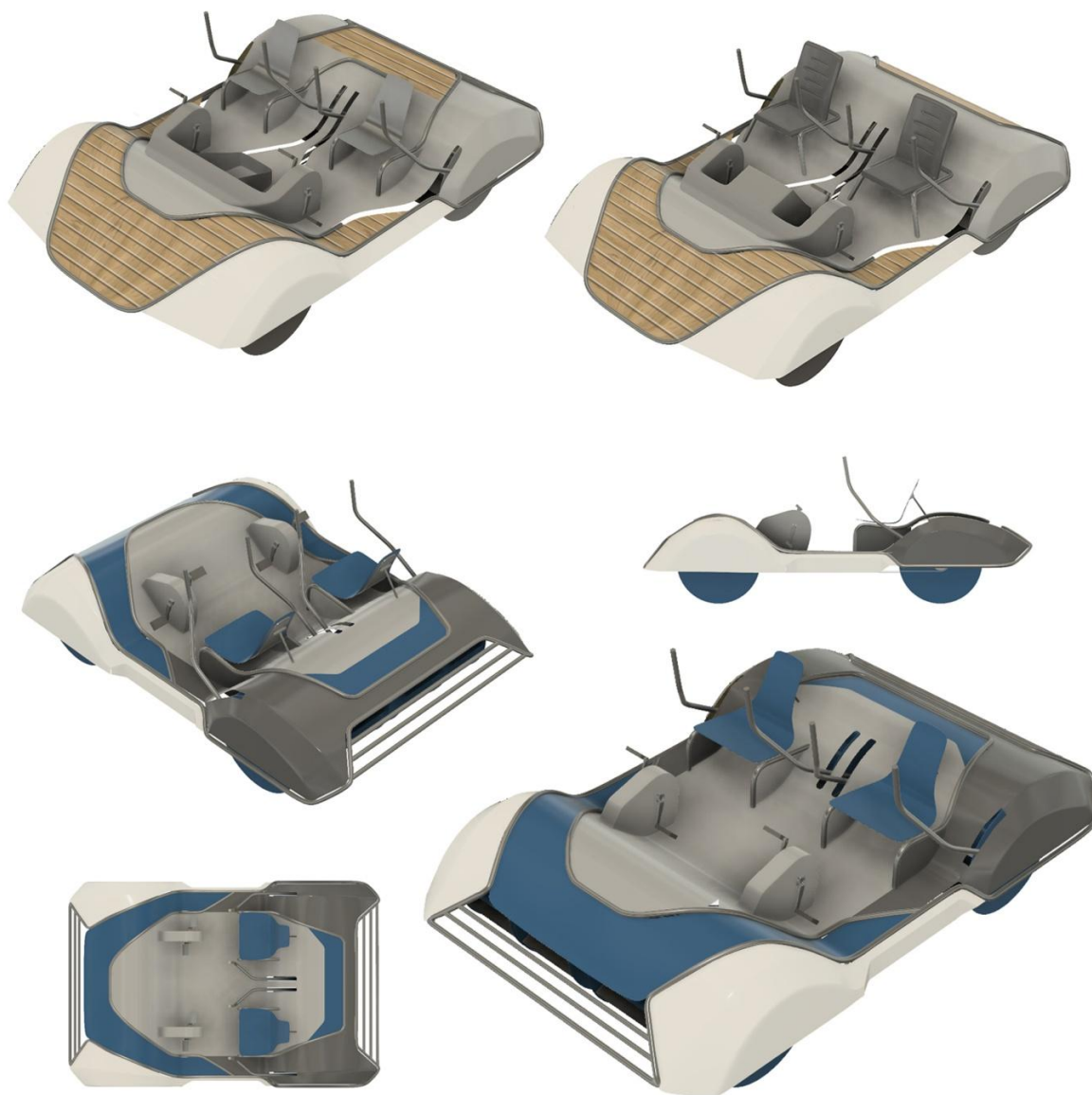
Zdroj: vlastní archiv



PŘÍLOHA 12

První 3D návrhy šlapadla

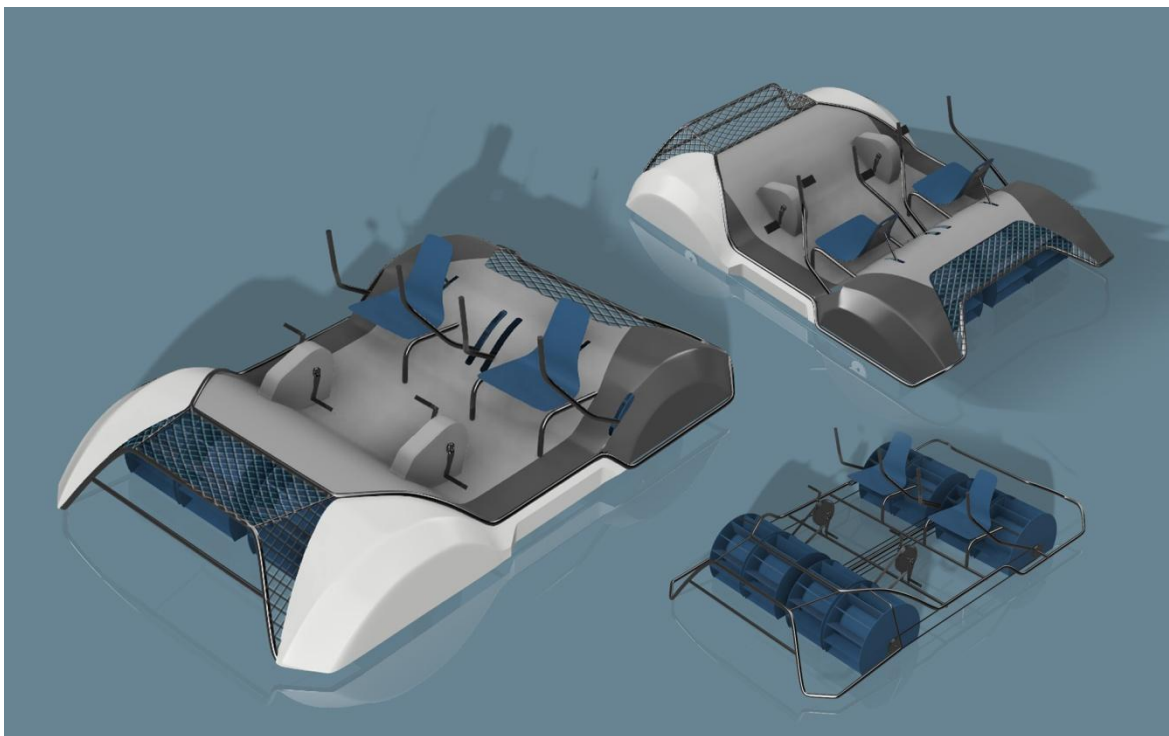
Zdroj: vlastní archiv



PŘÍLOHA 13

Změna designu šlapadla – redukce kovu, odlehčení, zakomponování sítě

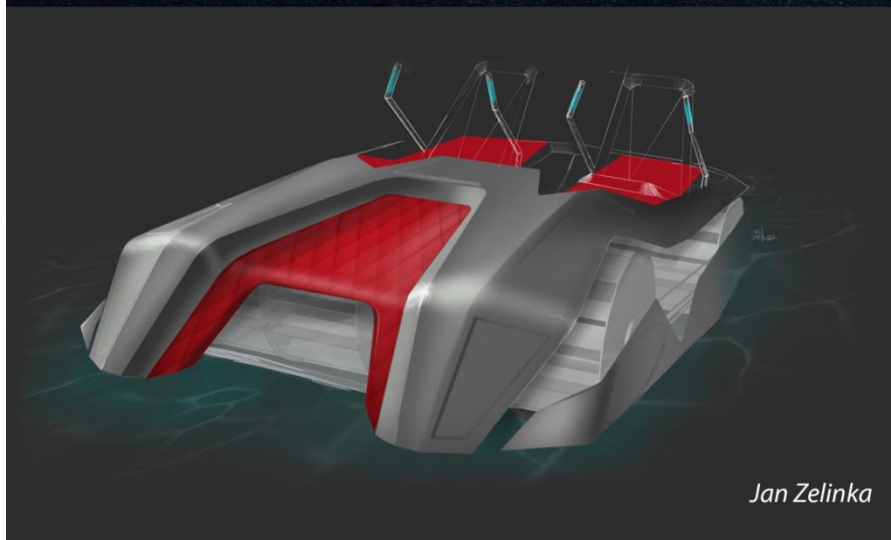
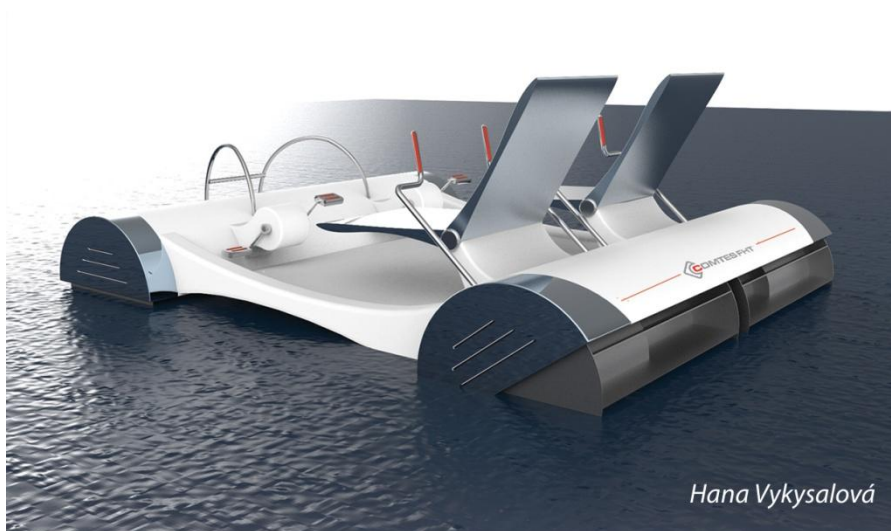
Zdroj: vlastní archiv



PŘÍLOHA 14

Další soutěžní návrhy

Zdroj: vlastní archivy autorů



PŘÍLOHA 15

Návrh šlapadla vybraný zadavatelem pro další rozpracování

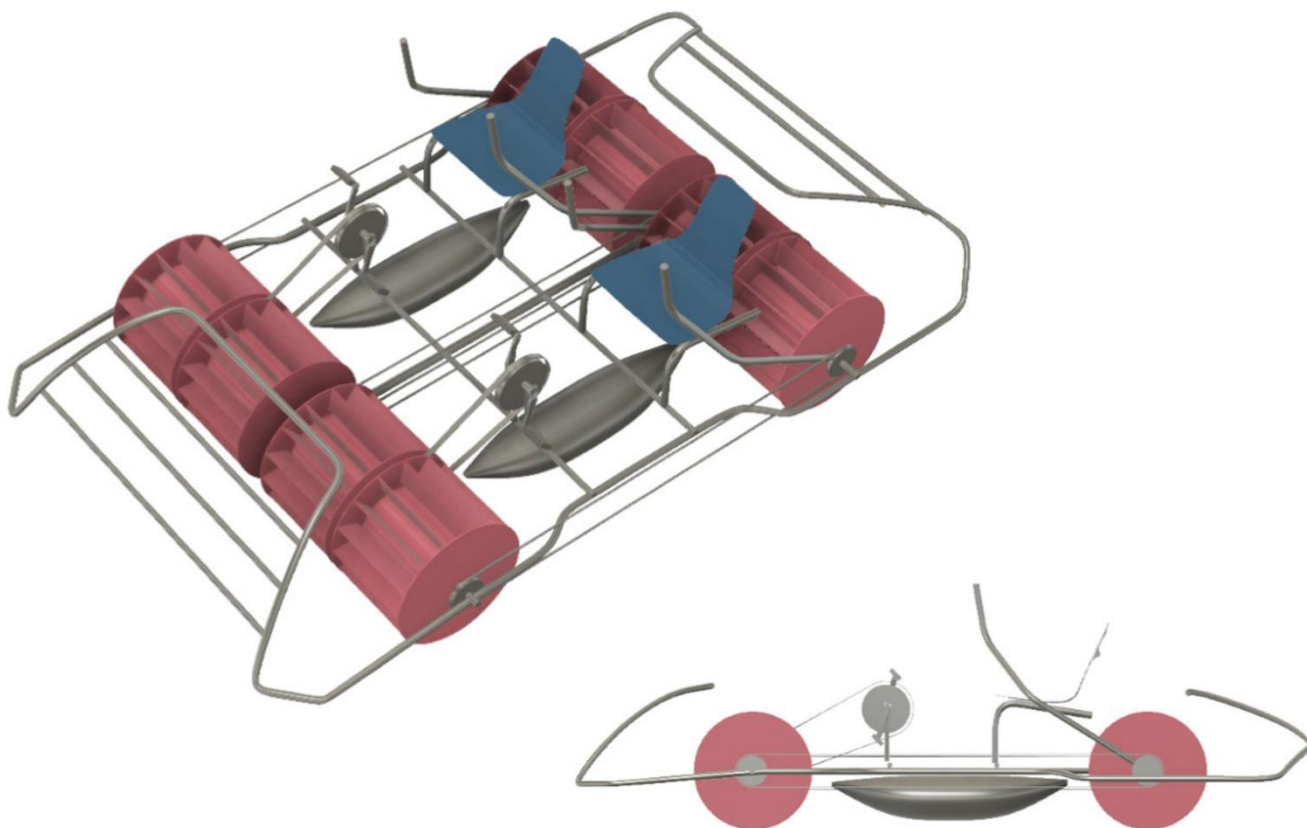
Zdroj: vlastní archiv



PŘÍLOHA 16

Konstrukce šlapadla s doporučeným umístěním nově zakomponovaných plováků

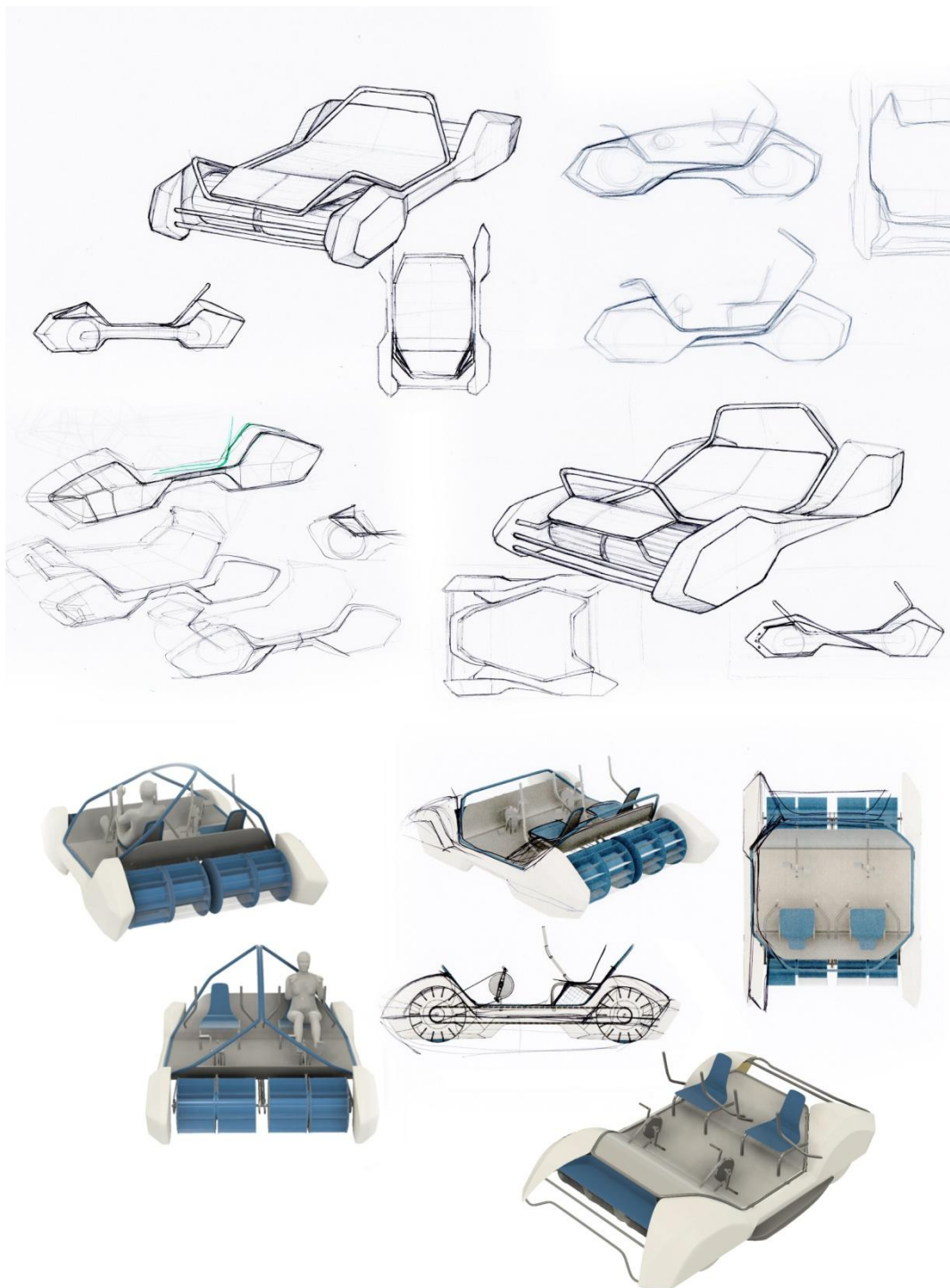
Zdroj: vlastní archiv



PŘÍLOHA 17

Průběžné návrhy

Zdroj: vlastní archiv



PŘÍLOHA 18

Finální design šlapadla

Zdroj: vlastní archiv



PŘÍLOHA 19

3D tisknuté díly připravené na lakování

Zdroj: vlastní archiv



PŘÍLOHA 20

Forma na lepení překližky

Zdroj: vlastní archiv



PŘÍLOHA 21

Ohýbání trubek

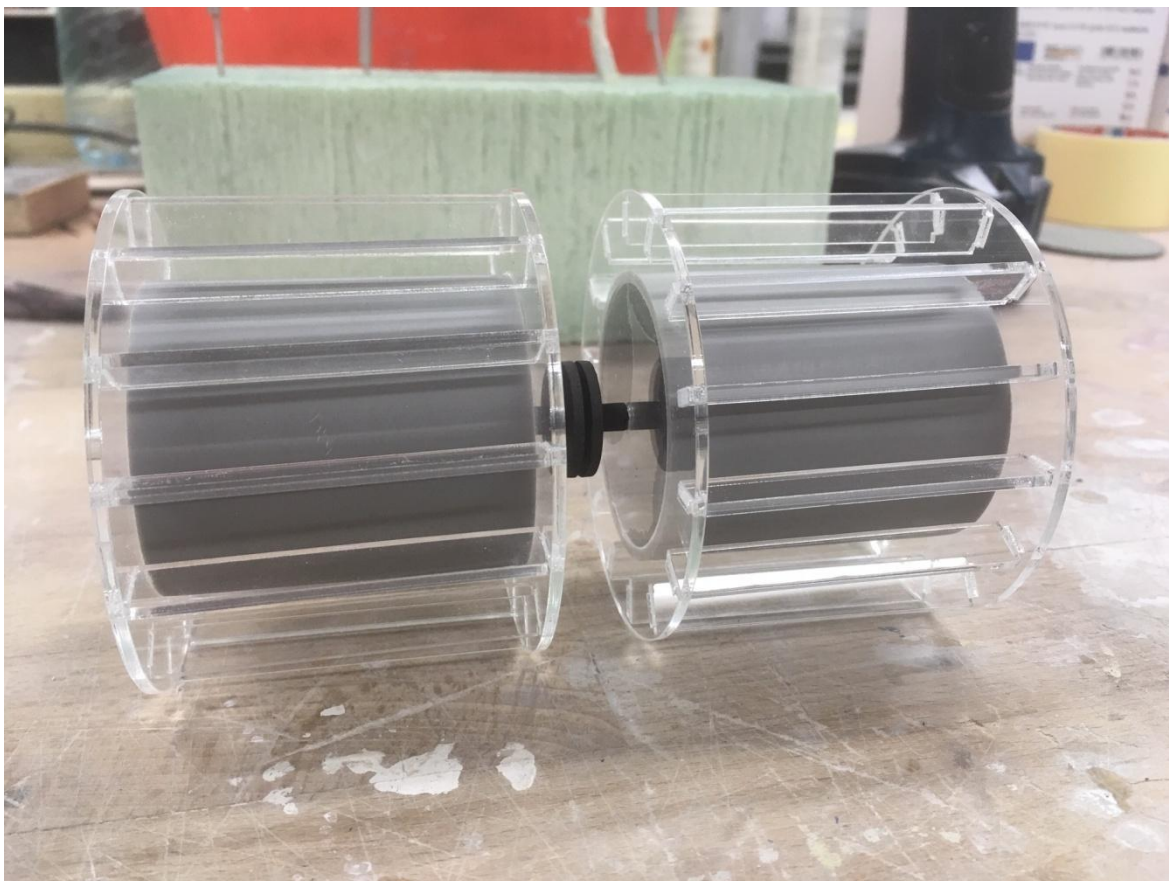
Zdroj: vlastní archiv



PŘÍLOHA 22

Lepení lopatkových kol

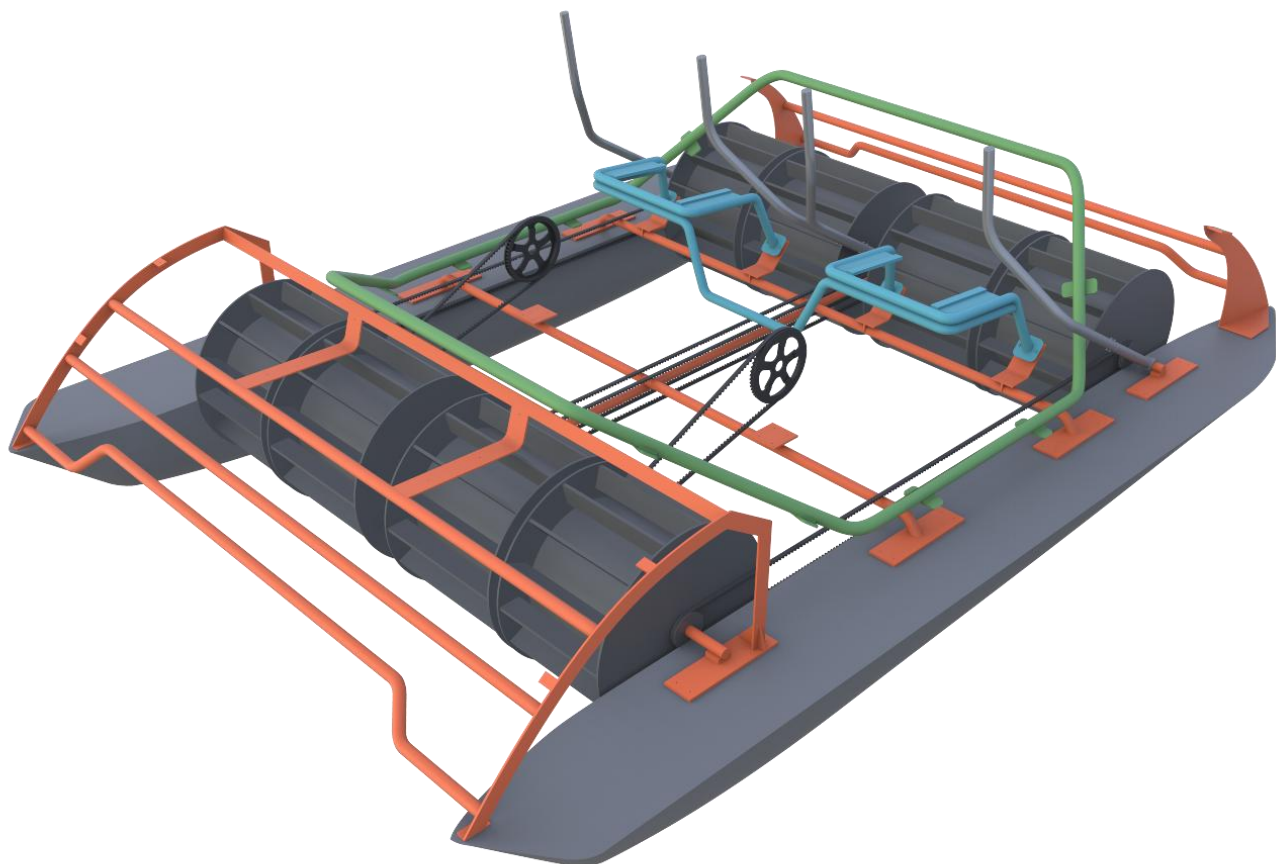
Zdroj: vlastní archiv



PŘÍLOHA 23

Vizualizace konstrukce šlapadla

Zdroj: vlastní archiv



PŘÍLOHA 24

Materiál Stadur

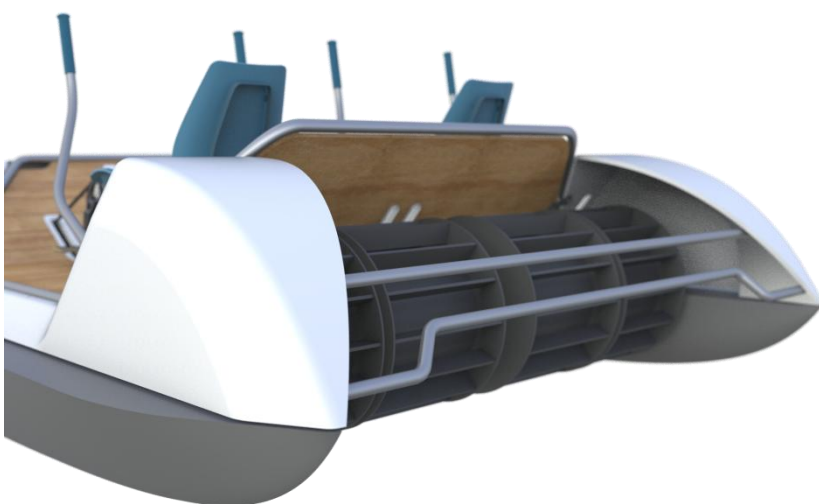
Zdroj: <https://www.stadur.com/en/products/building/sandwichelement-fb-3-sl-timber.html>



PŘÍLOHA 25

Finální vizualizace šlapadla

Zdroj: vlastní archiv



PŘÍLOHA 26

Finální vizualizace šlapadla – sedačky

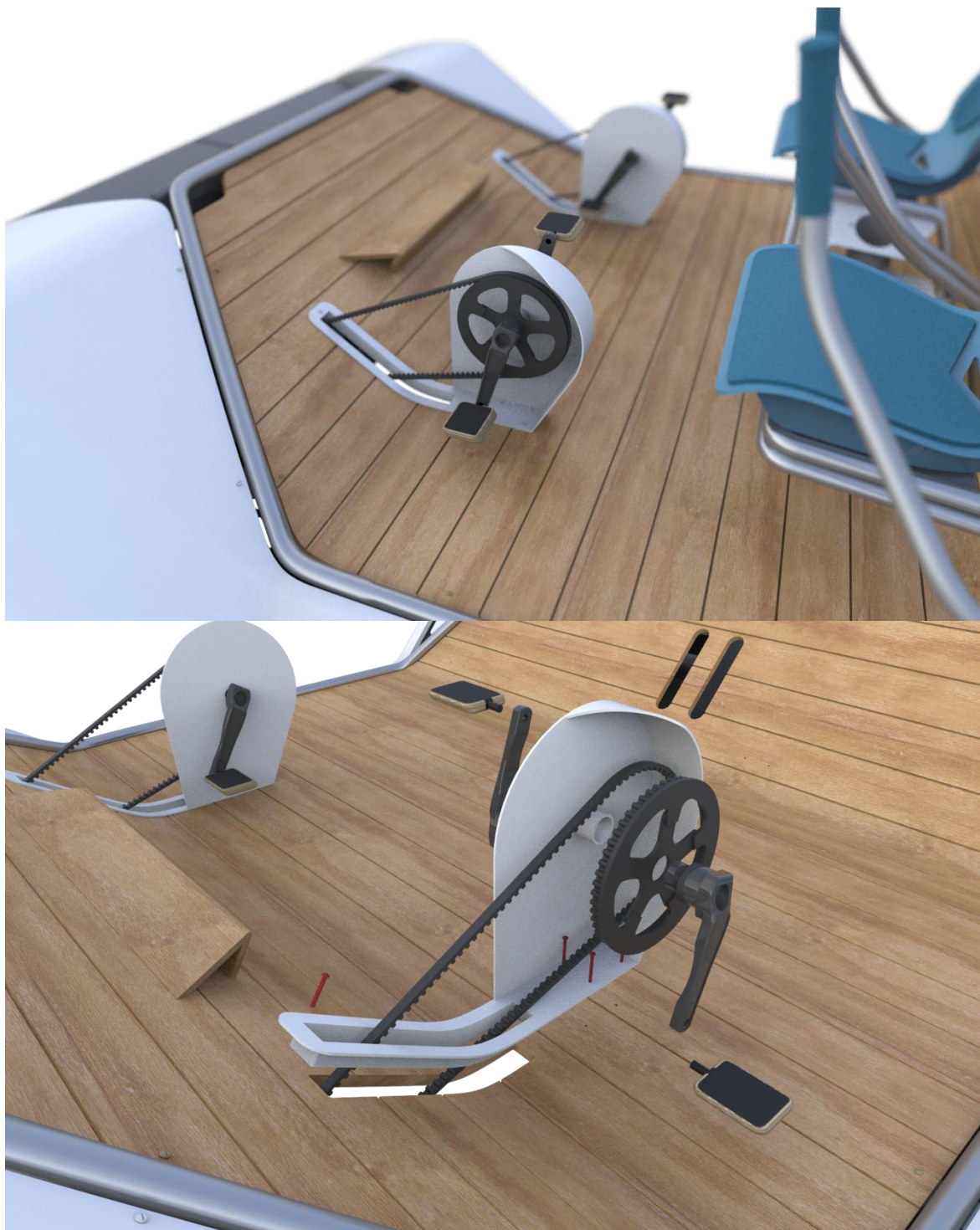
Zdroj: vlastní archiv



PŘÍLOHA 27

Finální vizualizace šlapadla – pedály

Zdroj: vlastní archiv



PŘÍLOHA 28

Pedály německé značky MOTO

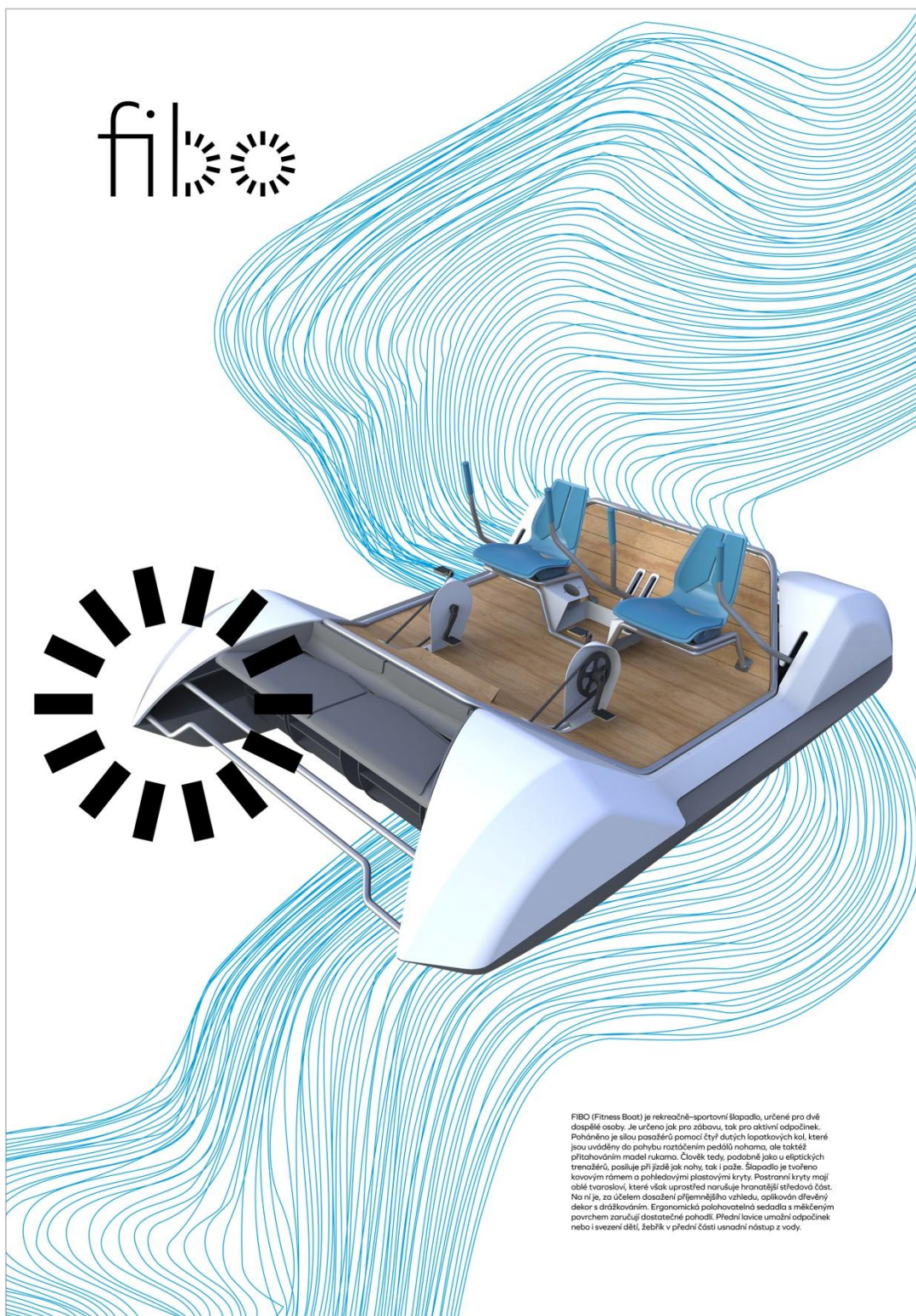
Zdroj: <https://en.motobicycles.com/products/moto-urban-flat-pedal-classic>



PŘÍLOHA 29

Prezentační plakát 1

Zdroj: vlastní archiv



PŘÍLOHA 30

Prezentační plakát 1

Zdroj: vlastní archiv

