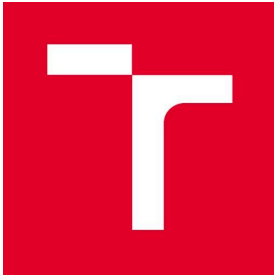


DOKUMENTACE

ZÁVĚREČNÉ PRÁCE



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA VÝTVARNÝCH UMĚNÍ

FACULTY OF FINE ARTS

ATELIÉR PRODUKTOVÉHO DESIGNU

PRODUCT DESIGN STUDIO

NA BETON

IT'S SET IN CONCRETE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR/KA PRÁCE

BcA. Adam Strach

AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE

MgA. Ondřej Tobola

SUPERVISOR

BRNO 2024

OBSAH DOKUMENTACE:

TEXTOVÁ ČÁST	s. 4–17
OBRAZOVÁ ČÁST	s. 18–22

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval svému vedoucímu diplomové práce MgA. Ondřeji Tobolovi za jeho vedení, cenné rady a připomínky. Také bych rád poděkoval MgA. Janu Mikoškovi za dlouhodobou kolegiální a podnětnou spolupráci. Dále bych rád poděkoval pracovníkům digitální továrny ICE, kteří se podíleli na realizaci prototypu produktu a přispěli k jeho realizaci svými cennými radami a zkušenostmi.

TEXTOVÁ ČÁST

ABSTRAKT

Diplomová práce „Na beton“ zkoumá potenciál technologie 3D tisku betonu, zjišťuje její aktuální hranice a hledá nový přístup v jejím využití. Získané teoretické poznatky jsou aplikovány do oblasti návrhu městského mobiliáře, ke kterému práce přistupuje z pohledu kultivace veřejného prostoru a z hlediska pohybu lidí ve veřejném prostoru a trávení času v něm.

ABSTRACT

The thesis 'It's Set in Concrete' explores the potential of 3D printing technology for concrete materials, investigates its current limitations, and seeks a new approach in its utilization. The theoretical knowledge gained is applied to the design of urban furniture. This thesis approaches the subject from the perspective of cultivating public spaces and considers the movement and time spent by people in these areas.

MOTIVAČNÍ ÚVOD

Moje motivace pro výzkum 3D tisku betonu, v kontextu návrhu městského mobiliáře, spočívá ve snaze kreativně využít tuto poměrně novou, avšak dosud v této oblasti málo využívanou technologii. Zaměřuji se na vytváření organických prvků určených k sezení a relaxaci. Postup 3D tisku nabízí příležitost pro inovativní design a citlivější práci s betonem a umožňuje relativní volnost výsledných tvarů, což je samo o sobě zajímavou tvůrčí výzvou.

VYMEZENÍ CÍLE

Cílem práce je ověření potenciálu technologie 3D tisku betonu v oblasti tvorby mobiliáře pro veřejný prostor z hlediska hledání souladu užitných a estetických vlastností výsledného produktu. Práce se zaměří také na aspekty udržitelnosti a sociální přesah utváření veřejného prostoru prostřednictvím intervence designu a umístění užitných objektů včetně aspektu jejich praktického využití koncovým uživatelem. Výstupem práce bude návrh a realizace určitého typu mobiliáře, který bude možné nabídnout renomovaným

firmám, působícím v daném výrobním segmentu, k sériové komerční realizaci technikou 3D tisku.

REŠERŠE

Vznik 3D tisku betonu sahá do 80. let 20. století a byl podmíněn rozvojem informačních technologií a přejímáním progresivních technických řešení ze strojírenství do stavebnictví¹. Jeden z prvních úspěšných experimentů s konceptem aditivního „tisku“ betonových staveb, prozatím samozřejmě bez napojení na výpočetní techniku, je doložen tímto unikátním videem² již v roce 1941. Technologický průlom nastal v prvním desetiletí 21. století společně s rozvojem technologií a materiálů, které umožnily efektivní aditivní tisk betonu a vytváření komplikovanějších struktur na základě digitálních modelů.

Technologie 3D tisku betonu je metoda vhodná pro vytváření i velmi složitých tvarových struktur³. Díky aplikaci pouze nezbytného množství betonu se snižuje materiálová náročnost až o 70% v porovnání s klasickým postupem. Odpadá potřeba vytvářet bednění, což ušetří nejen finanční prostředky, ale i čas, lidskou sílu a spotřební materiál a současně se snižuje negativní impakt na životní prostředí. Robotická tisková ramena lze instalovat přímo na místo stavby, čímž se významně snižují skladovací a přepravní nároky.

Technologie využívá princip nanášení vrstev betonové směsi podle předem vytvořeného digitálního modelu. Digitální 3D model je upraven ve speciálním CAM programu zvaném také slicer (plátkovač), který model rozdělí na jednotlivé digitální vodorovné vrstvy tzv. „plátky“ určité horizontální tloušťky. Uživatelem zvolený parametr tloušťky plátku určí přesnost fyzického modelu oproti modelu virtuálnímu. Relativní množství navržených vrstev potřebné pro vytištění objektu ovlivňuje rychlost tisku a tím i jeho energetickou náročnost, způsobem přímo úměrným. Následně se připraví speciální betonová směs o vhodné konzistenci pro daný tisk. Směs je typicky obohacena vlákny či jinými materiály pro vytvoření kompozitního efektu, který je nezbytný pro zajištění pevnosti a trvanlivosti produktu. Technologie není omezená na klasickou betonovou směs a lze ji nahradit

¹ The History of 3D Printing: 3D Printing Technologies from the 80s to Today. Online. In: *Sculpteo*. Dostupné z: <https://www.sculpteo.com/en/3d-learning-hub/basics-of-3d-printing/the-history-of-3d-printing>. [cit. 2024-04-16].

² GROSS, Jarrett. *The Real First 3D Printed Building (1930's)*. Online. In: *You Tube*. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=Dl9rhG5BPrM>. [cit. 2024-04-14].

³ Digital Building Technologies. In: *NEST building of Empa and Eawag*. <https://dbt.arch.ethz.ch/project/smart-slab>. [cit. 2024-04-16].

environmentálně výrazně přátelštějšími materiály, například tzv. geopolymerním cementem, který až o 95% snižuje uhlíkovou stopu⁴ výrobku. Jedná se o nový materiál, který je prozatím v České republice obtížně dostupný. Zároveň je ve vývoji mnoho dalších materiálů, které budou moci nahradit tradiční, z hlediska ekologického dopadu, značně problematický beton. Možnost širší volby těchto alternativních materiálů v blízké budoucnosti ještě výrazně posílí aspekt udržitelnosti použité technologie.

Výsledný objekt je tištěn aditivním (nanášecím) procesem, kdy je materiál tiskovou hlavicí umísťován na určená místa budoucího produktu podle digitálního modelu v jednotlivých vrstvách, které odpovídají digitálně předem definovaným plátkům. Tisková hlavice se obvykle pohybuje ve třech osách, což umožňuje tvořit složité tvary. V konečné fázi betonová směs zraje a postupně se chemicky zpevňuje. Po omezenou dobu je tak možné výsledný objekt snadno finalizovat pomocí broušení nebo obrábění⁵.

Jedná se o perspektivní metodou v oblasti architektury a stavebnictví. Existují prognózy, které predikují, že do několika let bude možné nahradit stávající stavební technologie 3D tiskem v měřítku celých komplexů budov, realizace mrakodrapů apod. Dá se očekávat, že s dalším předpokládaným zlevněním a zdokonalením technologie 3D tisku se tento výrobní proces bude postupně rozšiřovat také do běžné stavební výroby⁶ a rovněž do výroby specializovaného městského mobiliáře.

Vývoj technologie se v současnosti zaměřuje primárně na oblast tzv. velkého stavebnictví a architektury. Menší objekty jsou takto vytvářeny spíše jen okrajově. I tak ovšem vznikají velmi zajímavé nekonvenční projekty menších měřítek. Některým z nich je věnován prostor v další kapitole.

⁴ KEANE, Phillip. A Carbon-Neutral Alternative to Cement. Online. In: *3D Printing*. 18. 7. 2023. Dostupné z: <https://3dprinting.com/news/a-carbon-neutral-alternative-to-cement>. [cit. 2024-04-14].

⁵ KAUPILLA, Ile. 3D Concrete Printing – The Ultimate Guide. Online. In: All about 3D Printing & Additive Manufacturing (ALL3DP). 16.8.2023. Dostupné z: https://all3dp.com/1/3d-concrete-printing-guide/#google_vignette. [cit. 2024-04-14].

⁶ JAMIE, D. 3D Printing: The Future of Construction. Online. In: *3Dnatives*. Dostupné z: <https://www.3dnatives.com/en/3d-printing-construction-310120184>. [cit. 2024-04-16].

mmcité a kolekce Typo

České studio mmcité za třicet let působení vytvořilo značné množství typů mobiliáře do veřejného prostoru z různých materiálů v nadčasovém designu. K projektům se zde přistupuje s premisou souladu s životním prostředím, prodloužení pobytu lidí ve veřejném prostoru a vytvoření atraktivního místa k trávení času, včetně zakomponování zeleně do městského prostředí. Tento přístup mimo jiné přispívá ke zlepšení mikroklimatu daného místa a stává se významným prvkem mitigace klimatické změny. Téma udržitelnosti v projektech studia má podobu například zakomponování solárních panelů, bezdrátového dobíjení či zelených zastřešení do návrhů.

Z portfolia studia stojí za zmínku, pro účely této diplomové práce, zejména projekt přinášející zeleň do veřejného prostoru s názvem *Typo*⁷. Jde o sériově vyráběné květináče se samozavlažovacím systémem, vytvořené pomocí technologie 3D tisku betonu. Existují v osmi tvarových variantách, které, jak název napovídá, připomínají imaginární font písma či grafické symboly a stávají se tak další typologií ve veřejném prostoru, která pracuje jak s udržitelností, tak i s mezioborovým přesahem a nadsázkou.

So concrete – Federico Díaz

Federico Díaz⁸ bývá často v médiích označován jako „robotický revolucionář“. Od devadesátých let rozvíjí pomocí nových médií svoji tendenci odhalovat lidskými smysly imateriální elementy prostředí denní reality. Pro Díazovu tvorbu jsou typické výrazové prostředky algoritmicky generovaného umění a „systems art“. Jeho základní tvůrčí premisa říká, že toto umění vzniká bez dotyku lidské ruky. Tvůrce média a technologie ve svých instalacích využívá jako socio-politické katalyzátory společenských změn. Současný umělec s pro-vědeckým zaměřením se ve svých projektech snaží vyváženě propojovat vědecké a umělecké prvky. Toto propojení je patrné i na příkladu z rešerše pro tuto diplomovou práci, kterým je jeho umělecká intervence na výduchu tunelu Blanka. Jedná se o uplatnění umělecko-experimentálního přístupu k technologii 3D tisku betonu.

⁷ KARÁSEK, David a TOMALÍK, Michael. Květináč Typo od mmcité je jedním z prvních sériově vyráběných výrobků metodou 3D tisku. Online. In: *Design portál*. Dostupné z: <https://www.designportal.cz/kvetinac-typo-od-mmcite-je-jednim-z-prvnich-seriove-vyrabeny-ch-vyrobu-metodou-3d-tisku>. [cit. 2024-04-14].

⁸ DÍAZ, Federico. Online. WORK. Dostupné z: <https://www.federicodiaz.net>. [cit. 2024-04-14].

Betonový výduch pokrylo 176 umělecky opracovaných dílů o rozměrech 130 x 235 cm, z nichž každý je unikátní. Zatímco k běžnému 3D tisku se obvykle používá tříosé rameno, Díaz sáhl po inovativním šestiosém ramenu. To umožňuje vytvářet nestejně silné vrstvy a nanášet materiál i v diagonálním směru, což významně rozšiřuje tvarové možnosti vysokopevnostního betonu v kombinaci s 3D tiskem⁹.

TECHNOLOGICKÁ OMEZENÍ

Zpočátku jsem k projektu přistoupil s techno-optimismem. Na základě svých zkušeností s jinými typy 3D tisku jsem analogicky předpokládal, že technologie 3D tisku betonu nabízí téměř neomezené tvarové možnosti. V průběhu seznamování se s technologickými detaily jsem však zjistil, že 3D tištěný beton je specifický materiál s některými významnými technologickými omezeními, která bude nutné v rámci návrhu respektovat. Klíčová omezení se vztahují na dvě oblasti: první je velmi omezená možnost zaklenout nebo uzavřít tvar v horizontálním směru. Druhé omezení vyplývá z obvykle poměrně silných vrstev jednotlivých plátků použitých při tisku, což úzce souvisí s ekonomickým aspektem tisku. V praxi obvykle relativně výrazná tloušťka vrstev má za následek, že jednotlivé technologické vrstvy jsou na konečném produktu zřetelně viditelné, nebo si výroba vyžádá další finální opracování tvaru po dokončení vlastního tisku.

KONTEXTUALIZACE PRÁCE

Aktuální trendy designu prvků ve veřejném prostoru jsou ovlivňovány mimo jiné myšlenkami udržitelnosti a inkluzivity, které se současně snaží různým způsobem vyvažovat estetiku, funkcionalitu a přístupnost. V souladu s teoriemi participativního designu byl tento projekt koncipován tak, aby podporoval uživatelskou interakci a společenskou soudržnost. Autoři jako Jane Jacobs¹⁰ a William H. Whyte¹¹ zdůrazňují význam určitých typů veřejných prostorů, které podporují sociální interakce a posilují komunitní vazby.

⁹ ŠÍR, Vladan. Robotický revolucionář. Sochař Federico Díaz chce změnit způsob, jakým svět staví. Online. In: *WIRED*. Dostupné z: <https://www.wired.cz/clanky/roboticky-revolucionar-sochar-federico-diaz-chce-zmenit-zpusob-jakym-svet-stavi>. [cit. 2024-04-14].

¹⁰ JANE, Jacobs. *The Death and Life of Great American Cities* 50th Anniversary Edition. United States: Random House USA, 2011. ISBN 9780679644330.

¹¹ Why Whyte: More than 40 Years Later His Words Inspire and Inform. Online. In: *Project for Public Spaces*. 29.7. 2014. Dostupné z: <https://www.pps.org/article/why-whyte-more-than-40-years-later-his-words-inspire-and-inform>. [cit. 2024-04-14].

Konkrétně se danou problematikou v rámci výše zmíněného kontextu zabývá projekt Social Life Project¹², který se zaměřuje přímo na problematiku sezení a relaxace ve veřejném prostoru. Autoři tohoto projektu nejen tvrdí, ale v rámci svého projektu Placemaking Fund i přesvědčivě dokládají, že „...Lavičky a sezení nejsou jen předměty; jsou zrcadlem našeho společenského chování. Způsoby, jakými lidé interagují s posezením, jsou schopny odrážet jejich osobnosti, jejich pocit sounáležitosti a bezpečí ve veřejném prostoru a jejich otevřenost vůči ostatním lidem...“¹³. Výsledky tohoto projektu jsou jednak inspirativní z hlediska designu městského mobiliáře, ale i z hlediska širšího urbanistického kontextu a ještě více z hlediska sociologického a z perspektivy zkoumání dynamiky vztahu člověka k veřejnému prostoru.

MĚSTSKÝ MOBILIÁŘ VE VEŘEJNÉM PROSTORU

Pojem „mobiliář“, v kontextu této práce, zahrnuje veškeré mobilní prvky a vybavení pro zlepšení kvality života obyvatel města a návštěvníků ve veřejném prostoru. Mobiliář přispívá k pohodlí, funkčnosti a estetice prostředí. Běžně se setkáváme s širokou škálou prvků, jako jsou například lavičky, odpadkové koše, osvětlení, zastávky veřejné dopravy, dočasné bariéry a prvky usměrňující pohyb, stojany na kola, dopravní značení a mnohé další. Progresivní přístupy k pojetí veřejného prostoru kladou důraz na udržitelnost a inkluzivní design mobiliáře. Tyto trendy zahrnují také využívání recyklovaných materiálů, energeticky úspornější technologii výroby, dostupnost pro všechny obyvatele včetně handicapovaných a zapojení veřejnosti do procesu designu a případně i participativní umístění mobiliáře.

Mobiliář určený k pohodlnému trávení času ve veřejném prostoru, kterým jsou například objekty pro sezení, stoly, lehátka a jim podobné prvky, je možné nahlédnout také optikou zkoumání žádoucího sociálního chování.

Níže naleznete fotografie pořízené během výzkumného projektu Social Life Project neziskové organizace Placemaking Fund¹⁴. Posláním organizace je zkoumat komunity po

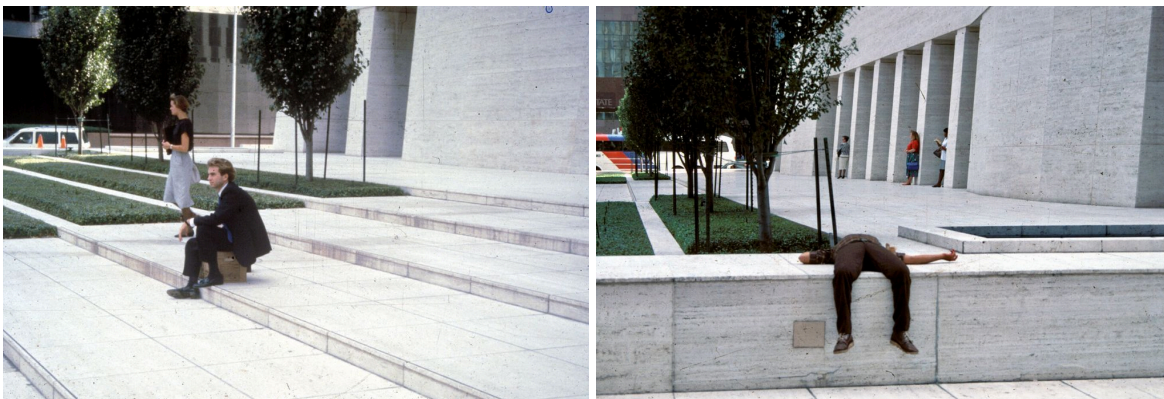
¹² MADDEN, Kathy; KENT, Fred a PEINHARD, Katherine. How Seating Shapes Welcoming Cities. Online. In: *Social Life Project*. 8.12.2021. Dostupné z: <https://www.sociallifeproject.org/have-a-seat-how-seating-shapes-welcoming-cities>. [cit. 2024-04-14].

¹³ Ibid.

¹⁴ Placemaking Fund. Online. Dostupné z: <https://www.placemakingfund.org>. [cit. 2024-04-14].

celém světě a zjišťovat, díky čemu se veřejným prostorům daří dobře sloužit a jaká řešení naopak nefungují. Během téměř 50 let nashromáždili kolem milionu fotografií, z nichž kolem 50 tisíc jsou fotografie mobiliáře určeného k sezení a jeho praktického využití. Každou fotografií doprovází příběh, kam bylo sezení umístěno, proč tam bylo umístěno, jak je navrženo a pro koho je určeno. Z hlediska funkčnosti řešení je nejdůležitější, že tyto obrázky odpovídají na důležitou otázku: Jak se sezení používá a nakolik je realizované řešení funkční respektive jak plní svoji funkci z pohledu veřejnosti?

Z dané rozsáhlé dokumentace můžeme vyzorovat, že existují vysloveně nepřátelské veřejné prostory, zcela bez možnosti sezení nebo relaxace. Příkladem je Shell Plaza v Houstonu, viz obr. 1. Smyslem tohoto uspořádání veřejného prostoru je, aby se lidé nezastavili, neposadili ani nevyužili stín stromů apod. Jedná se o úmyslně neinkluzivní řešení veřejného prostoru. Toto uspořádání je obvykle motivováno představou majitelů budov nebo zástupců města, kteří se obávají buď sociálního složení, nebo nevhodného chování potenciálních uživatelů veřejného prostoru a snaží se jejich pobyt v něm maximálně omezit.



Obr. 1: Příklad neinkluzivního uspořádání veřejného prostoru, Shell Plaza, Houston¹⁵

¹⁵ MADDEN, Kathy; KENT, Fred a PEINHARD, Katherine. How Seating Shapes Welcoming Cities: Hostile Spaces: No Place to Sit. Online. In: *Social Life Project*. Dostupné z: <https://www.sociallifeproject.org/have-a-seat-how-seating-shapes-welcoming-cities>. [cit. 2024-04-14].

Jiný typ neinkluzivního veřejného prostoru, tentokrát spíš jen nezáměrně utvářený, ilustruje obr. 2.



Obr. 2: Místně nespecifikované příklady neinkluzivních veřejných prostorů s nutností nouzové improvizace¹⁶

Výše popsany přístup je možno s jistou mírou zjednodušení označit jako „defenzivní koncept“ uspořádání veřejného prostoru. Přílišná defenzivnost uspořádání konkrétního veřejného prostoru současně snižuje diverzitu přirozených sociálních aktivit a diverzitu sociálních skupin. Ve vyhraněných případech, pak může přehnaná defenzivita až přímo podpořit vznik tzv. no-go zón¹⁷.

I v případě, že je veřejný prostor uspořádaný o něco přátelštěji tj. de facto inkluzivněji z hlediska sociální spravedlnosti, dopravních nebo fyzických omezení a z hlediska různých individuálních omezení (věk, děti, zdravotní handicap apod.)¹⁸, než ve výše zmíněných případech, stále platí, že urbánní prostor bývá často plný neoptimálních sedacích prvků například otočených neatraktivním směrem nebo takových, které jsou izolovány od dalších prvků a není možné s nimi manipulovat a podobně. Ve městech často chybí mobiliáře pro větší skupiny a delší trávení času a relaxační prvky s možností odpočinku. Takový mobiliář nejen, že veřejný prostor často postrádá, ale také proti němu část společnosti záměrně brojí. Poměrně častý je fenomén takzvaných „anti-bezdomoveckých“ laviček, které jsou opatřeny zábranami proti i jen o trochu pohodlnějšímu užívání, protože jsou určeny

¹⁶ MADDEN, Kathy; KENT, Fred a PEINHARD, Katherine. How Seating Shapes Welcoming Cities: Highlights. Online. In: *Social Life Project*. Dostupné z: <https://www.sociallifeproject.org/have-a-seat-how-seating-shapes-welcoming-cities>. [cit. 2024-04-14].

¹⁷ Merriam Webster. Online. Dostupné z: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/no-go%20area>. [cit. 2024-04-16].

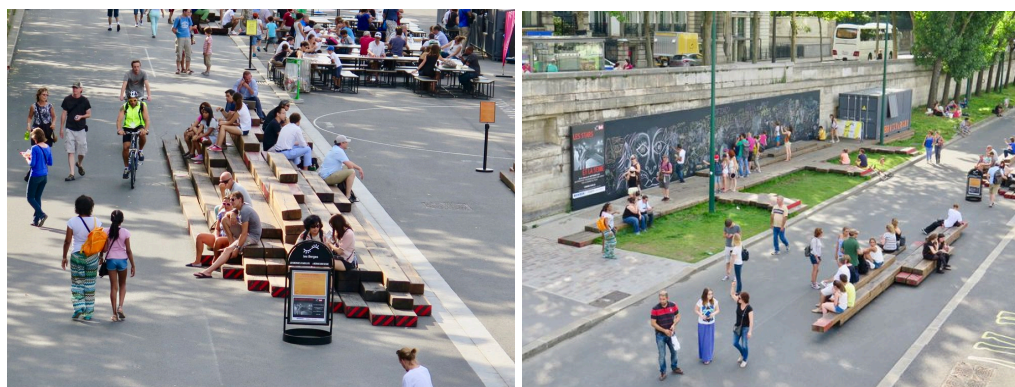
¹⁸ The Journal of Public Space. Online. In: *Mapping Everyday Public Spaces in Urban Neighbourhoods*. Dostupné z: <https://www.journalpublicspace.org/index.php/jps/article/view/1756>. [cit. 2024-04-16].

výhradně ke krátkému sezení při čekání na hromadnou dopravu nebo pouze k nouzovému odpočinku při spěchu zpět do soukromí.

Opakem defenzivního uspořádání veřejného prostoru je „inkluzivní koncept“. Jeho cílem je naopak „nasát“ do veřejného prostoru co nejvíce diverzifikované společenství a v daném prostoru jej udržet po dobu delší než jen nezbytně nutnou. Veřejný prostor, ve kterém se inkluzivní uspořádání podařilo uskutečnit, se projevuje jinou a to mnohem pozitivnější sociální dynamikou. Sociální skupiny jsou zde přirozeně promíseny a vzájemně interagují, žádná z nich nedominuje. Funkční příklady tohoto uspořádání představují obr. 3 a 4.



Obr. 3: Příklad inkluzivního uspořádání veřejného prostoru, Lucemburské zahrady, Paříž¹⁹



Obr. 4: Multifunkční městský prostor, pobřeží Sieny, Paříž²⁰

To, kterým směrem, tedy zda směrem inkluzivnějším, nebo naopak méně inkluzivním se určitý veřejný prostor vydá, mimo jiné souvisí také s volbou použitého městského

¹⁹ MADDEN, Kathy; KENT, Fred a PEINHARD, Katherine. How Seating Shapes Welcoming Cities: Luxembourg. Online. In: *Social Life Project*. Dostupné z: <https://www.sociallifeproject.org/have-a-seat-how-seating-shapes-welcoming-cities>. [cit. 2024-04-14].

²⁰ MADDEN, Kathy; KENT, Fred a PEINHARD, Katherine. How Seating Shapes Welcoming Cities: Plank seating Paris. Online. In: *Social Life Project*. Dostupné z: <https://www.sociallifeproject.org/have-a-seat-how-seating-shapes-welcoming-cities>. [cit. 2024-04-14].

mobiliáře. Dobře navržený městský mobiliář má potenciál značně zvýšit míru inkluзивity veřejného prostoru. Tímto způsobem se tak v rámci návrhu mobiliáře přímo setkávají funkce užitečná a designová s funkcí sociální a vzájemně interagují.

POPIS PROJEKTU

V rámci postupného promýšlení projektu jsem původní cíle rozšířil o další požadované vlastnosti zamýšleného výsledného produktu, kterých se budu snažit dosáhnout. Jedná se především o jednoduchost a hravost tvarů při současném udržení užité hodnoty a realizační adekvátnosti, která úzce souvisí s udržitelností.

Po vymezení těchto základních mantinelů směřování projektu jsem hledal vhodnou technologii, která by byla v souladu s užitím ve venkovních prostorech a současně by umožnila realizovat komplikovanější hravé struktury a zároveň by také splňovala požadavek udržitelnosti. Rešeršemi jsem dospěl k technologii 3D tisku betonu, která rámcově splňuje takto stanovené podmínky. Technologie je ekonomičtější a udržitelnější oproti klasickému postupu výroby betonových prvků, díky distribuci přesného množství betonu právě dostatečného pro výsledný produkt. K výrobě není třeba vytvářet speciální bednění či formu, což přináší významnou úsporu spotřebního materiálu. Díky speciální pórovité textuře betonu, který se zde používá, je materiál vhodný pro použití ve venkovních prostorech. Při jeho stárnutí nedochází k tak rychlé estetické degradaci materiálu jako u klasického realizačního postupu.

V prvních návrzích zamýšleného produktu jsem se ubíral cestou snahy o zakomponování vodních prvků a zeleně do veřejného prostoru. Výsledným produktem měla být fontána, která využívá přirozené pórovitosti tištěného betonu a samovolně zachycuje spory mechů a semena rostlin. Z betonového objektu by se tak postupem času stal organický předmět s přídatnou funkcí zpříjemnění mikroklimatu v prostoru města. Tato myšlenka se však postupně začala jevit mírně utopickou, vzhledem k problematice sezónních výkyvů teplot a především vzhledem k nutnosti průběžné údržby funkčního chodu samotného objektu. Tyto aspekty by mohly prodražovat a ve svém důsledku problematizovat provoz a jevily se tak jako významná bariéra komerčního využití, které je součástí vytyčeného zadání.

Na základě vlastních empirických pozorování ve veřejném prostoru a s pomocí cílených rešerší jsem přesunul pozornost k sociálnímu chování lidí ve veřejném prostoru a začal se zabývat, na první pohled elementárním, prvkem lidského chování, kterým je sezení. Tak jsem došel k některým dalším dílčím požadavkům, které bych rád svou prací reflektoval. Současně jsem si uvědomil, že vlastní sezení ve veřejném prostoru je jen dílčí komponentou a současně i nutnou podmínkou mnohem komplexnějšího jevu a to sociálního chování, kde možnost přiměřeného sezení současně funguje jako poměrně důležitý komunitní katalyzátor.

Sedací prvky ve veřejném prostoru mohou být výrazný a oživující element místa. Lidé se v prostoru s mobiliářem uzpůsobeným k trávení volného času setkávají a přirozeně jej zabydlují, což následně vede k dalšímu přirozenému rozvoji nejrůznějších sociálních aktivit v daném místě.

Postupně jsem hledal optimální tvarovost, která by vycházela z mého empirického výzkumu a korespondovala by také s poznatky z provedených rešerší. Cesty návrhů vedly přes parametricky modelované lavičky, které by byly originálem do jakéhokoliv prostředí a přizpůsobovaly by se krajině. Takový způsob je ovšem poměrně náročný a v konečném důsledku nepraktický pro budoucí použití, jelikož by bylo nutné navrhovat mobiliář opakovaně způsobem site-specific.

Došel jsem tedy k výslednému návrhu mobiliáře do veřejného prostoru, který je navržen jako kolekce několika tvarů. Ty mohou fungovat i jednotlivě, ale je také možné prvky na sebe napojovat a navazovat pro vytvoření většího kombinovaného objektu. Tvary jsou vytvořeny třemi hlavními elementy. Základní exaktní prvek je z oceli. Ten se stal svým způsobem gravitačním bodem jednotlivého komplexního prvku. Ocelová komponenta slouží jako stůl nebo opěradlo, které je navrženo ve vzhledu písmena T. Tyto exaktní prvky organicky ovlivňují betonovou horizontální dynamickou linku, která gravitační bod obtéká. Při návrhu jsem si vytyčil určité množství pevných bodů a tahem digitálním štětcem, o šířce optimální sedací plochy 55 cm, jsem daná místa spojoval pro vytvoření hravého tvaru. Tímto, do jisté míry organickým či intuitivním procesem, byl navržen mobiliář, který zrcadlí kreativitu sezení ve veřejném prostoru a vychází z podnětů chování jedince ve společnosti.

Po dokončení návrhů v 3D rozhraní jsem dal do běžné 3D tiskárny pokyn k vytváření prototypů mobiliáře v měřítku 1:10. Běžné 3D tiskárny využívají velmi podobnou techniku tisku jako je výsledná technika 3D tisku betonu, jen v jiném měřítku a jiném materiálu. Na tomto zmenšeném modelu jsem si ověřil a také mírně korigoval svoji původní návrhovou představu. Model mimo jiné slouží také k tvarové optimalizaci tak, aby se výsledný tisk v reálném materiálu ve skutečném měřítku 1:1 realizoval ekonomicky a efektivně. Realizace výsledného prototypu produktu byla uskutečněna ve spolupráci s tiskovou farmou ICE²¹.

ZÁVĚR

V rámci této práce byl potvrzen potenciál technologie 3D tisku betonu pro vytváření menších realizací objektů, jako je například mobiliář do veřejných prostor. Technologie umožňuje vytvářet složité struktury s výraznou úsporou materiálu, což vede k ekonomickým úsporám a také k významnému snížení negativního ekologického dopadu. Přestože existují technologická omezení a v některých regionech je dostupnost této technologie stále omezená, 3D tisk betonu představuje perspektivní přístup k tvorbě veřejného mobiliáře a architektonických struktur. Z ekologického hlediska je pozitivním posunem možnost využití materiálů, které výrazně méně zatěžují životní prostředí oproti tradičnímu betonu, který je ekologicky problematický.

Aktuální zaměření na inkluzivitu a udržitelnost veřejného prostoru zesiluje potřebu inovativního designu městského mobiliáře, který je schopen vyhovět potřebám různorodých uživatelů a zároveň zvyšuje atraktivitu a funkčnost těchto prostor. Toto téma je významné nejen pro výzkumné projekty, jako je Social Life Project, které měly zásadní vliv na mou rešerši týkající se chování lidí ve veřejném prostoru, ale také pro výsledný design mobiliáře v rámci mé vlastní práce. Na základě komplexního průzkumu jsem vytvořil prototyp mobiliáře, o kterém se domnívám, že vyhovuje stanoveným cílům práce a má i určitý komerční potenciál.

²¹ ICE Industrial Services a.s. Online. Dostupné z: <https://www.ice.cz/en/contact>. [cit. 2024-04-14].

POUŽITÉ ZDROJE

DÍAZ, Federico. Online. WORK. Dostupné z: <https://www.federicodiaz.net>. [cit. 2024-04-14].

GROSS, Jarrett. *The Real First 3D Printed Building (1930's)*. Online. In: *You Tube*. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=DI9rhG5BPrM>. [cit. 2024-04-14].

Digital Building Technologies. In: *NEST building of Empa and Eawag*. <https://dbt.arch.ethz.ch/project/smart-slab>. [cit. 2024-04-16].

ICE Industrial Services a.s. Online. Dostupné z: <https://www.ice.cz/en/contact>. [cit. 2024-04-14].

JAMIE, D. 3D Printing: The Future of Construction. Online. In: *3Dnatives*. Dostupné z: <https://www.3dnatives.com/en/3d-printing-construction-310120184>. [cit. 2024-04-16].

JANE, Jacobs. *The Death and Life of Great American Cities 50th Anniversary Edition*. United States: Random House USA, 2011. ISBN 9780679644330.

KARÁSEK, David a TOMALÍK, Michael. Květináč Typo od mmcité je jedním z prvních sériově vyráběných výrobků metodou 3D tisku. Online. In: *Design portál*. Dostupné z: <https://www.designportal.cz/kvetinac-typo-od-mmcite-je-jednim-z-prvnich-seriove-vyrabenyh-vyrobu-metodu-3d-tisku>. [cit. 2024-04-14].

KAUPIILLA, Ile. 3D Concrete Printing – The Ultimate Guide. Online. In: *All about 3D Printing & Additive Manufacturing (ALL3DP)*. 16.8.2023. Dostupné z: https://all3dp.com/1/3d-concrete-printing-guide/#google_vignette. [cit. 2024-04-14].

KEANE, Phillip. A Carbon-Neutral Alternative to Cement. Online. In: *3D Printing*. 18. 7. 2023. Dostupné z: <https://3dprinting.com/news/a-carbon-neutral-alternative-to-cement>. [cit. 2024-04-14].

MADDEN, Kathy; KENT, Fred a PEINHARD, Katherine. How Seating Shapes Welcoming Cities: Highlights. Online. In: *Social Life Project*. Dostupné z: <https://www.sociallifeproject.org/have-a-seat-how-seating-shapes-welcoming-cities>. [cit. 2024-04-14].

MADDEN, Kathy; KENT, Fred a PEINHARD, Katherine. How Seating Shapes Welcoming Cities: Hostile Spaces: No Place to Sit. Online. In: *Social Life Project*. Dostupné z: <https://www.sociallifeproject.org/have-a-seat-how-seating-shapes-welcoming-cities>. [cit. 2024-04-14].

MADDEN, Kathy; KENT, Fred a PEINHARD, Katherine. How Seating Shapes Welcoming Cities: Luxembourg. Online. In: *Social Life Project*. Dostupné z: <https://www.sociallifeproject.org/have-a-seat-how-seating-shapes-welcoming-cities>. [cit. 2024-04-14].

MADDEN, Kathy; KENT, Fred a PEINHARD, Katherine. How Seating Shapes Welcoming Cities: Plank seating Paris. Online. In: *Social Life Project*. Dostupné z: <https://www.sociallifeproject.org/have-a-seat-how-seating-shapes-welcoming-cities>. [cit. 2024-04-14].

MADDEN, Kathy; KENT, Fred a PEINHARD, Katherine. How Seating Shapes Welcoming Cities. Online. In: *Social Life Project*. 8.12.2021. Dostupné z: <https://www.sociallifeproject.org/have-a-seat-how-seating-shapes-welcoming-cities>. [cit. 2024-04-14].

Merriam Webster. Online. Dostupné z: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/no-go%20area>. [cit. 2024-04-16].

Placemaking Fund. Online. Dostupné z: <https://www.placemakingfund.org>. [cit. 2024-04-14].

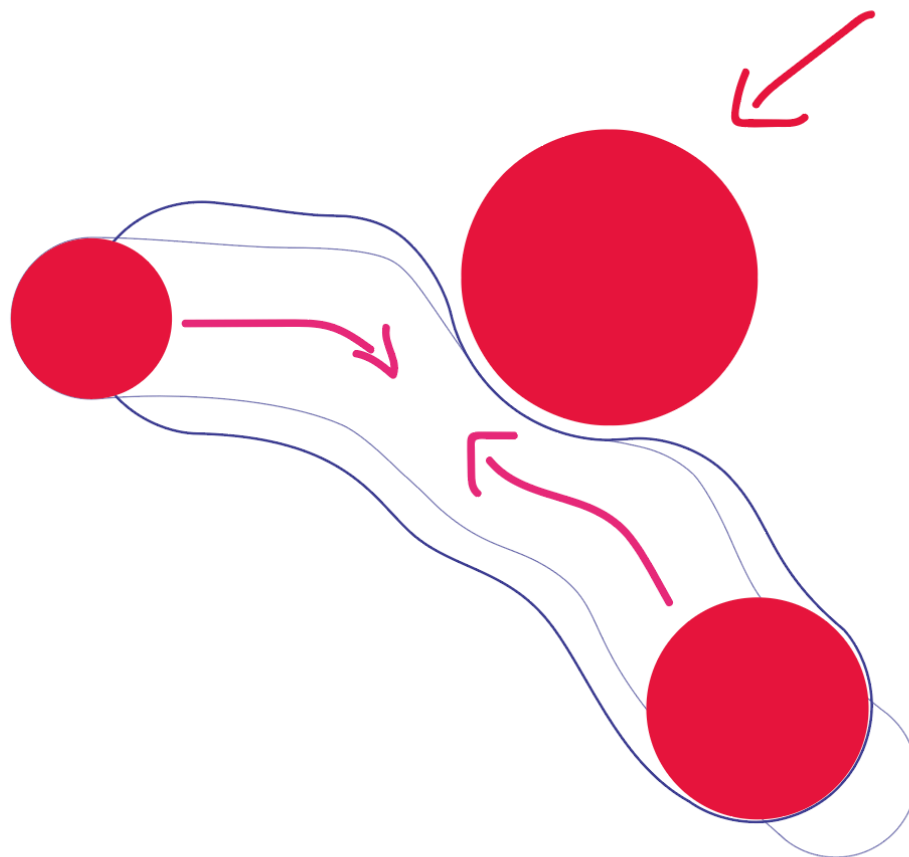
ŠÍR, Vladan. Robotický revolucionář. Sochař Federico Díaz chce změnit způsob, jakým svět staví. Online. In: *WIRED*. Dostupné z: <https://www.wired.cz/clanky/roboticky-revolucionar-sochar-federico-diaz-chce-zmenit-zpusob-jakym-svet-s-tavi>. [cit. 2024-04-14].

The History of 3D Printing: 3D Printing Technologies from the 80s to Today. Online. In: *Sculpteo*. Dostupné z: <https://www.sculpteo.com/en/3d-learning-hub/basics-of-3d-printing/the-history-of-3d-printing>. [cit. 2024-04-16].

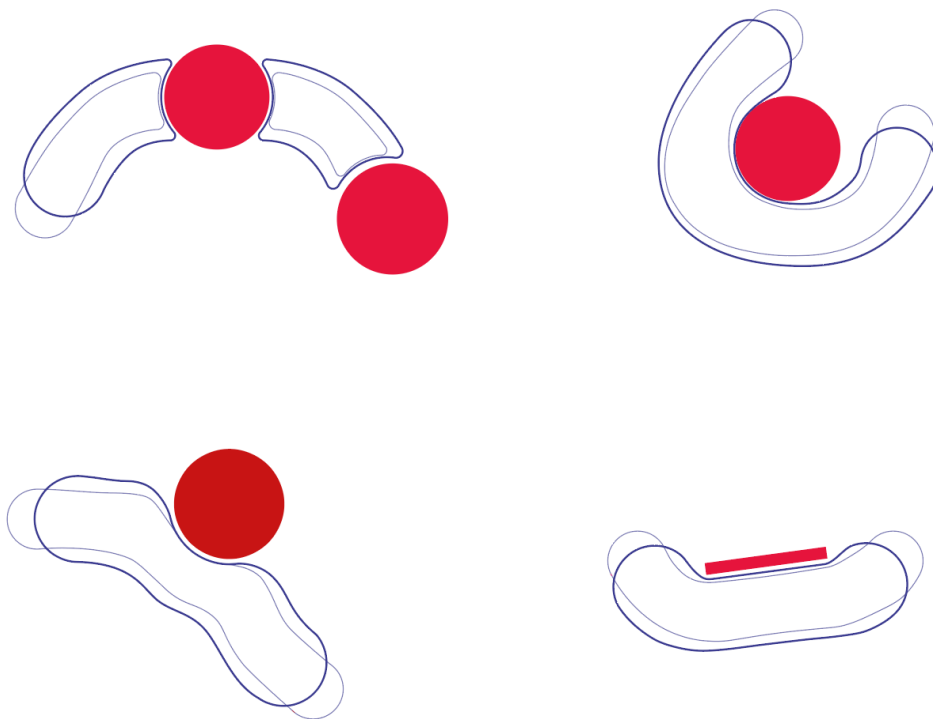
The Journal of Public Space. Online. In: Mapping Everyday Public Spaces in Urban Neighbourhoods. Dostupné z: <https://www.journalpublicspace.org/index.php/jps/article/view/1756>. [cit. 2024-04-16].

Why Whyte: More than 40 Years Later His Words Inspire and Inform. Online. In: *Project for Public Spaces*. 29.7. 2014. Dostupné z: <https://www.pps.org/article/why-whyte-more-than-40-years-later-his-words-inspire-and-inform>. [cit. 2024-04-14].

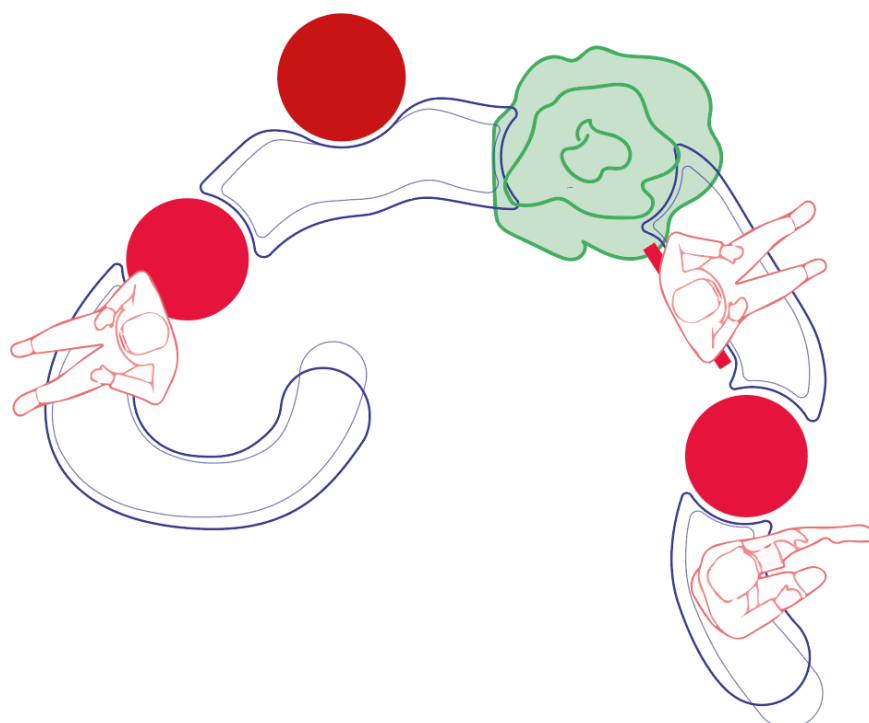
OBRAZOVÁ ČÁST



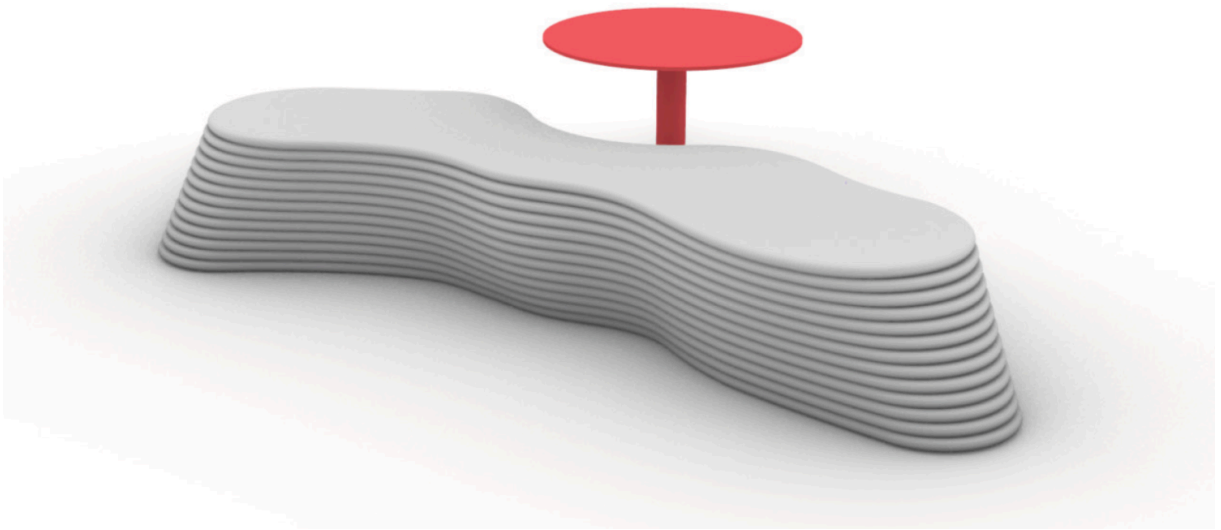
Obr. 5: Vizualizace tahu těles a funkce gravitačního pole



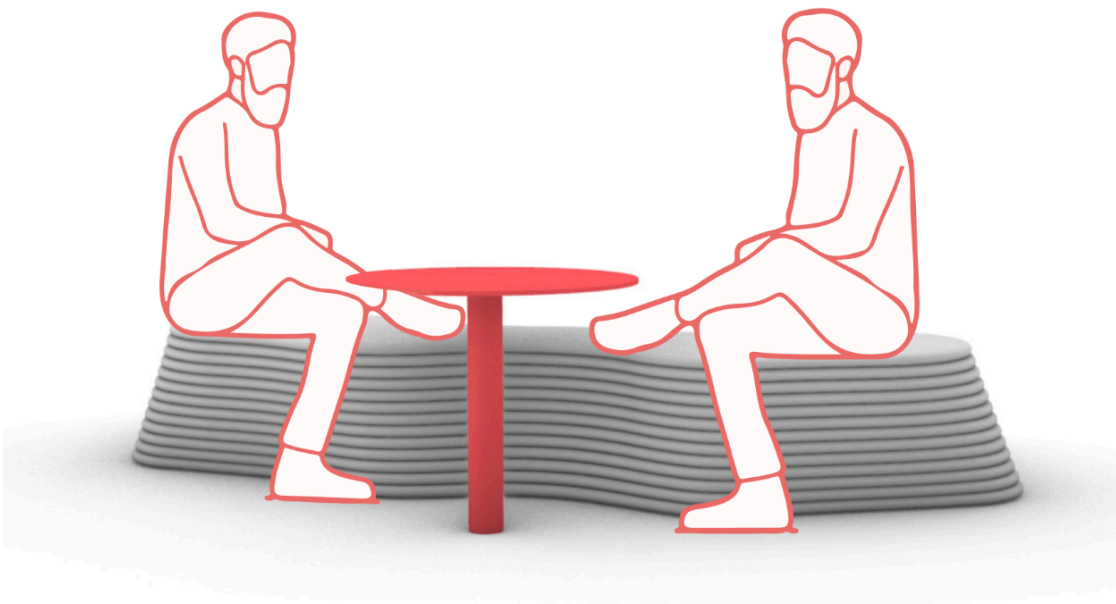
Obr. 6: Půdorys vybraných objektů



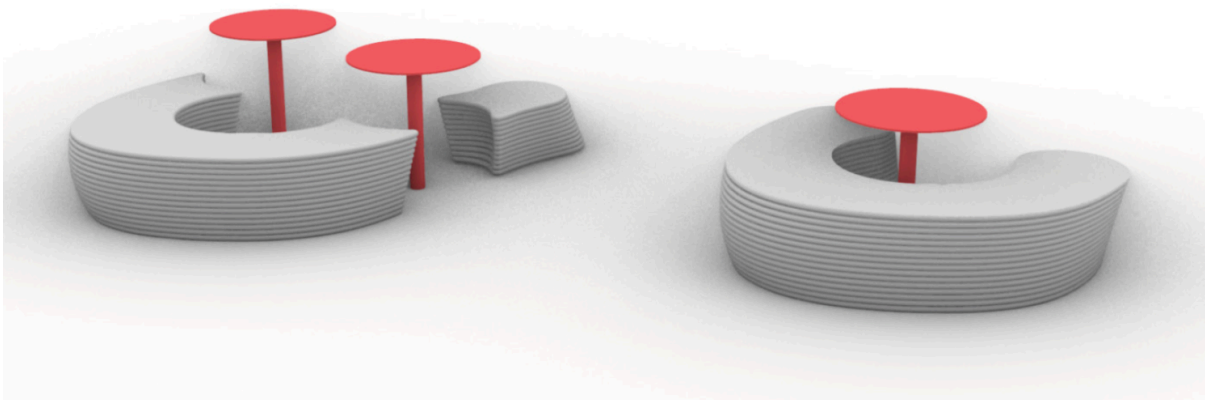
Obr. 7: Možnosti tvarových kombinací



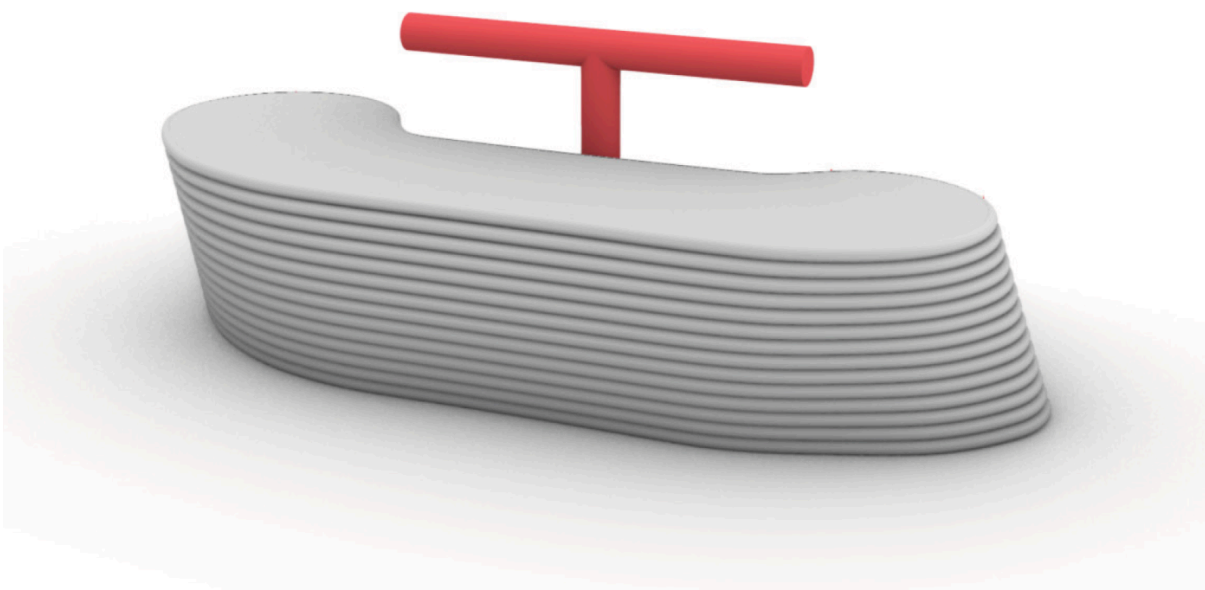
Obr. 8: Objekt č. 1 doplněný kovovým stolem



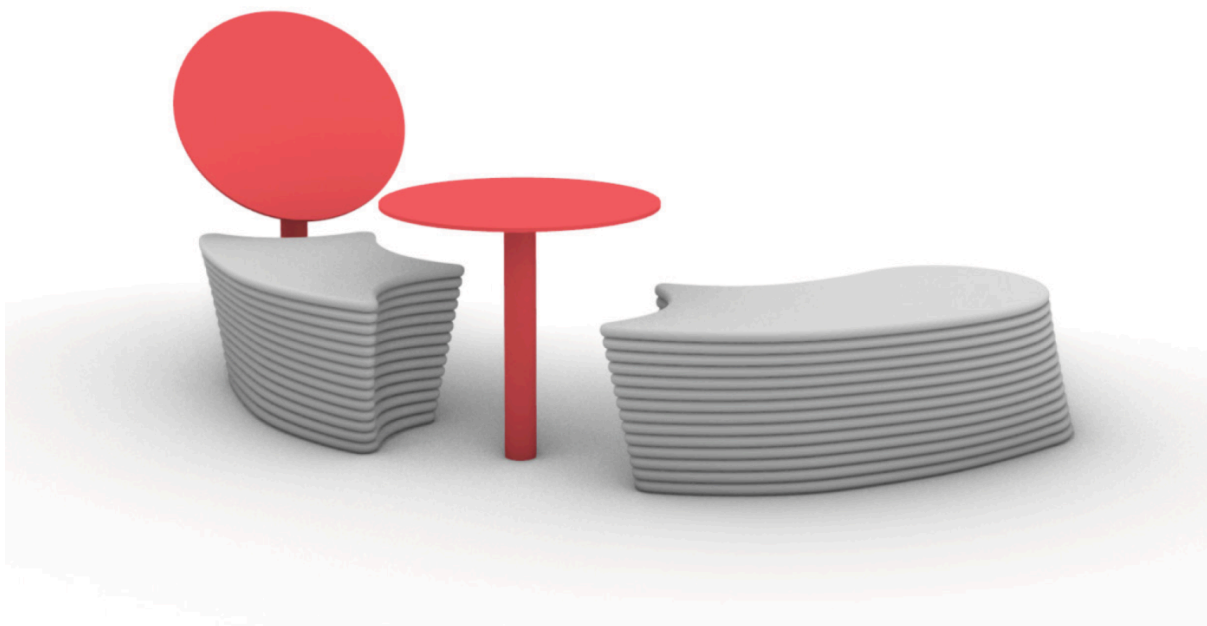
Obr. 9: Objekt č. 1 v proporčním měřítku s lidskou postavou



Obr. 10: Objekt č. 2 s dvěma typy zakončení a variantami kombinace s kovovým stolem



Obr. 11: Objekt č. 3 v kombinaci s kovovým prvkem typu jednoduché opěradlo



Obr. 12: Objekt č. 4 v kombinaci s kovovými prvky stůl a opěradlo typu „lenoška“