# 

# **České vysoké učení technické v Praze**

Fakulta architektury – ústav designu

short paper

**Pracovní název disertační práce:**

**Nové materiály a technologie v umění a designu**

Doktorský studijní program: P8208 design

Studijní obor: průmyslový design

Školitel: MgA. Šafařík Josef Ph.D

Jaroslav Chramosta

08/2021

.

.

.

# **Anotace:**

Použité materiály a technologie a jejich vývoj obohacují funkci i vzhled nově vznikajících produktů, objektů a výtvarných děl. Jejich základní aplikace doporučená výrobci či určená tradičním přístupem vede k opakování výtvarné formy a posun ve funkci je mnohdy minimální. Jaké metody a přístupy můžeme v současné době aplikovat na rozvoj tradičních přístupů? Jaké metody je možné rozvinout? Které materiály a technologie mají pro budoucnost vývoje zmíněných oborů široké uplatnění? Jaké materiály a technologie se nedostávají k rukám umělců a designerů a proč? Jak můžou umělci a designeři uchopovat nové přístupy a aplikovat je v praxi bez barier laboratorního prostředí? Jakou roli hraje v tomto procesu experiment a empirický postup? Které obory je potřeba více propojovat v praxi aplikovaného výzkumu a jak?

# **ABSTRAKT:**

Téma disertační práce se zabývá soudobými a inovativními přístupy v oblasti designu materiálů, nových technologií a jejich aplikace. V této široké oblasti je téma zúženo na materiály především kompozitního typu, tedy takové, které se skládají z více různorodých materiálů či částic a které ve svém spojení vytváří nový celek. Do této oblasti jsou zahrnuty tradiční materiály, ve kterých za poslední dekády došlo k výraznému vývoji, a to především veškeré druhy betonů, příbuzné minerální kompozity a jejich kombinace s obecnými průmyslovými a přírodními materiály, které jsou navázané na tento vývoj. Lze například uvést UHPC – Ultra pevnostní beton a jeho modifikace, HPC – Reaktivní práškový beton, betonové sukno a jeho textilní obdoby a též obecně “Zelený beton“, tedy nové směsi, kde je prioritou zpracování sekundárních zdrojů, aplikace geopolymerních a jiných necementových pojiv. Možnost postupného rozšíření této práce je též zpracování tzv. Self-healing materiálů a jejich aplikaci.

Základní kompozitní kombinace určují charakter a vlastnosti materiálu, které je možné nastavit přímo pro danou a potřebnou funkci a aplikaci. Tvoří základní medium a stavební složku, která bude v následném výzkum obohacována o další stupeň vlastností, které se budou adaptovat na konkrétní aplikaci a specifické požadavky. Tyto specifické požadavky budou zaměřeny na oblast interaktivity ve vztahu k člověku či prostředí aplikace. Schopnost interaktivity materiálu je vnímána od elementární úrovně ve změně vzhledu ve vztahu k jeho tradiční formě až po interaktivitu, kdy může být materiál nositelem senzorické schopnosti. Lze tedy očekávat vznik nové formulace a inovativního přístupu v oblasti designu, umění či architektuře. Finální výstup výzkumu je tedy zaměřen na možnosti interaktivity ve vztahu člověk x materiál či prostředí x materiál. Konečná konkrétní verze výstupu vyjde ze samotného výzkumu a dosaženého poznání a možností vhodné aplikace.

Do rámce vyvíjených a zkoumaných materiálů a technik jsou zahrnuty potřebné technologie a obory, které jsou s tímto výzkumem přímo provázány, a to především ty které, které výrazně zasahují do možnosti měnit vlastnosti elementárního materiálů a obohacují možnosti aplikace a jeho interaktivity. Do této oblasti spadají technologie zpracování a opracování základního materiálů a nanotechnologie povrchových úprav, integrace aktivních prvků na chemické či elektronické bázi a neposlední řadě, též přístupy vycházející z nových přístupů a poznání v oblasti HCI, tedy rozvíjející vztah člověka a počítačového prostředí a jeho vliv na vnímání reality v kontrastu ke vnímání materiality.

Současné technologie se posouvají neodvratně k počítačově řízeným technologiím. Kromě mechanického zpracování a jeho limitů, se výzkum zabývá též potenciálem v oblasti softwarového inženýringu, ve kterém došlo k radikálnímu posunu v tom, jak byla tradiční práce s materiály a jejich vývoj dosud vnímána. Stejně, tak již zmíněný obor HCI je oblastí, která do tohoto výzkumu vnáší zkoumání samotné interakce člověka a počítače jako nástroje k poznání vztahu člověka k materiálu. Jaké emoce či počitky vznikají při vizuálním a haptickém kontaktu a jak je možné do tohoto výzkumu zahrnout též vazbu na specifické skupiny například se zrakovým handicapem. Díky první interakci je možné pochopit jaké nástroje je možné získat k pochopení toho, jak člověk reaguje na materiály a proč. Stejně tak, bude zkoumána oblast možných chemických modifikací za účelem změny specifických vlastností a vznik, tedy již zmíněného interaktivního – chytrého materiálu či nového „media“.

Samostatnou tématikou a kapitolou jsou „světelné“ a „transparentní“ betony. Zde budou zdokumentovány současné přístupy, produkty a srovnání jejich potenciálu a limity aplikací. Bude navržen a realizován nový způsob tvorby světelných objektů, jak v oblasti architektury a designu, tak v uměleckých objektech a jejich posun cílený již ke zmíněné interaktivitě.

Celkově se tedy téma této práce zabývá rešerší a vývojem experimentálních aplikací technologií a materiálů v architektuře či designovém a uměleckém objektu – soše, ve spojení s požadavkem na pokročilou specifickou funkci a technickou kvalitu reagující na aktuální potřeby společnosti a ověření těchto přístupů v reálném veřejném prostoru.

# **Klíčová slova**

architektura, design, umění, estetika, technologie, materiály, vývoj, výzkum, inovace, experiment, aplikace, výroba, kompozity, polymery, beton, vzory, dílce, prototypy, 3D tisk, robotika, samo opravný, interaktivní, chytrý materiál, fasáda, …UHPC, UHPFRC, RPC, „textilní beton“, polymer, geopolymer, hybridní materiály, nanotechnologie, filozofie, sociologie, psychologie, historie, archeologie, …

barva, struktura, obraz, kresba, malba, socha, výtvarné umění, …

# **Seznam zkratek, terminologie**

UHPC – Ultra High Performance Concrete

UHPFRC – Ultra High Performance Fiber Rainforced Concrete

RPC – Reactive Powder Concrete

HCI – Human Computer Interaction

Self-healing – sebe-opravující materiál

# **CÍLE**

1. **Strategický cíl výzkumu**

Na základě rešerše a osobní zkušenosti selektovat vhodné oblasti ve vývoji materiálů a technologii a ověřit potenciály pro jejich aplikaci a inovativní vývoj. Experimentální aplikace a ověření hypotéz v oblasti designu, umění a architektuře v konkrétním výstupu.

1. **Taktické cíle výzkumu**

* Rešerše inovativních materiálů a technologií a jejich přínos společnosti
* Vývoj inovativních materiálů a postupů
* Testování a ověření vývoje v aplikaci, rozvoj metodiky testování a snížení nákladů na vytváření prototypů prostřednictvím virtuálních nástrojů a ověření jejich funkce
* Určení vhodné aplikace v oblasti umění, designu a architektuře
* Návrh na postup navrhování díla zahrnující aplikaci inovativního či experimentálního materiálu a technologie
* Vytvoření aplikace demonstrující vývoj a inovaci ve výzkumné oblasti
* Dokumentace postupu výzkumu a vznik katalogu – publikace s přehledem výsledků vývoje

# **Rešerše**

Literatura:

Doplnit literaturu:

# **Výzkumné otázky**

Jaké materiály umožňují inovativní přístup v hledání nové estetické formy v umění, designu a architektuře?

Jaké možnosti interaktivity jsou možné?

Je možné vyvinout interaktivní materiál, který bude nezávislý na energetických zdrojích?

Jaké podoby mají základní selektované materiály a jaká je možnost jejich modifikace?

Jakým způsobem interaktivní funkce ovlivní technické vlastnosti a možnosti opracování a aplikace?

Jaké technologie je potřeba rozvinout pro efektivní aplikace a jaké jsou jejich estetické limity?

Jaké obory je potřeba propojit?

Jaké jsou specifické a typické cílové skupiny tohoto výzkumu?

Které vlastnosti mají v dané oblasti atraktivitu a proč?

Které vlastnosti jsou potřebné?

Je nutná determinace vzhled materiálu technickými vlastnostmi?

Lze využít chyb a defektů ve zpracování pro rozvoj vzhledové formy materiálů?

Jak postupovat při hledání těchto materiálů a kdo má k dispozici technologické podmínky pro konkrétní selektovanou oblast?

Jsou selektované instituce nekloněny výzkumu, který přesahuje průmyslové zpracování materiálů?

Jaké jsou priority výrobců materiálů a vývojářů technologii?

…

**Zobecnění rámce výzkumu:**

**Vývoj a experimentální aplikace materiálů. Aplikovaný výzkum možných vizuálních modifikací při zachování potřebné kvality a následný vývoj za účelem rozvoje estetických, technických a aplikačních možností. Vývoj a vynalezení inovativní formulace materiálu a technologie vhodné pro klíčovou oblast umění a designu.**

# **hypotéza**

V současném vývoji materiálů a technologii je možné definovat novou formu technologie a materiálu, který svými technickými i estetickými vlastnostmi bude variabilní pro aplikaci v umění a designu a umožní rozšíření základních vlastností kompozitu v rovině interaktivity ve vztahu k divákovi, uživateli či prostředí.

# **základní předpoklady**

Materiál a jeho technologické zpracování umožní s ohledem na životní prostředí a celkovou energetickou stopu, vyvinutí inovativní formulace, která umožní individuální modifikaci vzhledu a funkce základního kompozitu.

Tento kompozit se skládá z velké části z recyklovaných složek a jeho charakter a vlastnosti jsou definovány na základě užití díla.

Kompozitní a hybridní materiály jsou nejvhodnější oblastí pro hledání inovativní formy vzhledu a funkce.

Kooperace s výzkumnými ústavy může přinést mnoho nečekaných přístupů a je zde potenciál v objevení nového přístupu na základě v minulosti definované chyby či vady, které z výtvarného hlediska mohou být však zajímavé. Tyto „nahodilé“ procesy a jejich důsledky je možné analyzovat a ovládnout a vytvořit tak nové metody či zpracování tradiční hmoty.

Technologie zpracování často determinují vzhled. Tato determinace je barierou pro estetický vývoj a je potřeba ji eliminovat a hledat inovativní nastavení procesu, tak aby forma díla byla určena záměrem, a ne vlivem zpracování.

Jaké jsou technologie, které determinují vzhled, jak je možné tuto typickou vlastnost ovlivnit? Co konkrétní charakter způsobuje a proč? Jak tyto determinace použít k výtvarném posunu, tak aby od počátku byla záměrem, a ne vynucenou hodnotou?

# **PLÁNOVÁNÍ VÝZKUMU**

KVALITATIVNÍ – FLEXIBILNÍ vzhledem k charakteru výzkumu, ve které bude hodnocení často subjektivní, je potřeba mít rozdělen výzkumný prostor na EXAKTNÍ A SUBJEKTIVNÍ.

- EXAKTNÍ – experimenty, záznam skutečnosti, procesu a měřitelných hodnot

- SUBJEKTIVNÍ – část vývoje ovlivňující interpretaci estetiky a některé aspekty emotivních působení, které mohou být i důsledkem intuitivní či empirické volby, nemusí být tedy výhradně logické.

# **metodika**

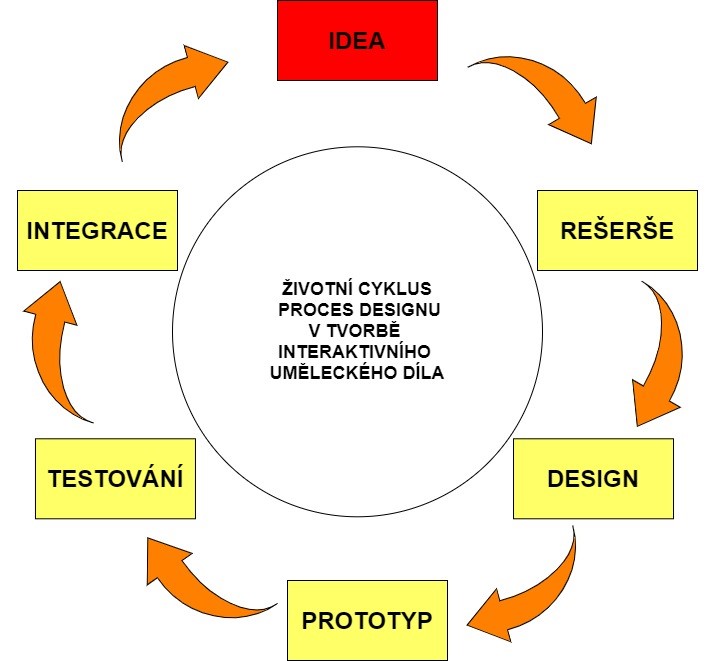
DESKRIPTIVNÍ/POZITIVNÍ METODICKÝ PŘÍSTUP

EMPIRICKÝ ROZBOR A VÝZKUM současného vývoje a aplikací v dané oblasti – srovnání tradičních materiálů a technologii s inovativními.

# **metody a postup výzkumu**

METODA VÝZKUMU – OD KVALITATIVNÍ KE KVANTITATIVNÍ – rešerše dostupných zdrojů – vyhodnocení konkrétních potenciálů a určení klíčové oblasti pro experimentální výzkum s následnou definicí hypotézy, vývojem designu a postupu testování a vyhodnocení exaktních a subjektivních hodnot. Výzkum bude založen na postupném řazení menších projektů a hledání vzájemných souvislostí.

Na postup výzkumu bude aplikována metoda „Research by design“ na principu schématu převzatého z aplikovaného výzkumu a testování produktů v HCI nazývaný „Life cycle“, který byl v rámci studia adaptován pro účely postupu navrhování a testování výtvarného díla. V tomto případě použitý na vývoj nového materiálu, technologie a aplikace.



Konkrétní postup výzkumu:

1. Rešerše technologií a materiálů, ověření stávajícího vývoje a navázaní na vývoj v experimentálních aplikacích.
2. Navázání spolupráce s odbornými výzkumnými ústavy, experimentálními centry a výrobci technologii a materiálů.
3. Empirická modifikace použitých postupů a výsledků a vyloučení determinace vzhledu technickými vlastnostmi a zpracováním materiálu či definice jejího inovativního použití.
4. Vznik katalogu – vizuálních vzorků – děl manifestujících vlastnosti materiálu a posun samotného vzhledu
5. Aplikace v konkrétním výstupu

# **Význam a aktuálnost předmětu výzkumu**

Výzkum, experimentální aplikace konkrétních materiálů a technologii, jejich testování, vyhodnocení výsledků a konkrétní aplikace slouží k možnosti rozšíření aplikačních, vzhledových a funkčních možností v jejich použití. Získané výsledky budou zdokumentovány a publikovány. Též budou na základě výsledků určeny vhodné a nevhodné oblasti užití, silné a slabé vlastnosti a možnosti následného vývoje.

Materiály a technologie byly vždy klíčové pro rozvoj a prosperitu společnosti i jejím zrcadlem. Za poslední století jsme v porovnání s předchozí dobou zaznamenali neobvyklý vývoj. Definují se nové pojmy, přístupy, aplikace i podoby. Současnost si žádá specifický přístup a je velmi vhodné využívat více sekundárních zdrojů, zvolit nový přístupy k tradiční materiálům a technikám a rozvíjet potenciály, které nabízí hardwarové i softwarové inženýrství a umělá inteligence v generování nových materiálů[[1]](#footnote-1) a designu na základě předem definovaných potřebných materiálních i estetických vlastností.

Možnosti generování nových materiálů a designů postoupily od primárně materiálního anorganického k organickému a od elementárního zpracování surovin k částicové fyzice a definování materiálů na úrovni molekul a atomů, od reálného experimentu k virtuální simulaci.

Designem materiálů můžeme pozitivně měnit realitu kolem sebe tím, že budeme minimalizovat množství potřebné hmoty na generování nezbytně potřebných, ale i kulturně nadstavbových prvků v našem životním prostředí. Pokud nějaký materiál za sebou zanechává nesmazatelnou negativní stopu již pouze tím, že je z primárních surovin vyroben, je potřeba se ho naučit recyklovat a minimalizovat jeho spotřebu zvýšením jeho kvality. Je-li nahraditelný sekundárními zdroji, je potřeba je využívat na nové úrovni. Není nezbytné „věci“ měnit, ale poznávat a vyvíjet.

Umění, design a filozofie estetiky pouze přispívají k produkování nových strategických postupů tím, že inspirují a vytváří nové impulzy v sociálním prostoru rozvíjením tradičních idejí a definováním nových. Ty se následně realizují v dalších prostorových dimenzích prostřednictvím ať drobných objektů či monumentálních prvků a dávají uměleckým objektům, designu a architektuře jiný filozofický význam a esteticky „vnější tvar.“

Nezanedbatelnou příčinou potřeby zabývat se tímto tématem je též prohlubující se dematerializace společnosti a virtualizace prostoru a jeho extenzí, postupná ztráta vztahu k hmotným realizacím a hledání nové atraktivnosti uchopující možnosti 21. století.

Virtuální nástroje pro projektování jsou ve svém vývoji mnohonásobně rychlejší než možnosti vývoje nástrojů sloužící k jejich realizování a je potřeba hledat nové možnosti, které neomezené imaginaci vyjdou vstříc a udrží, tak vědomí člověka v přirozeném prostředí…

Virtuální prostor je nejen hravé prostředí naplňující téměř jakékoliv představy ale též velmi potenciálním prostředím vhodným pro zefektivnění vývoje a testování skutečných realizací, postupů a s cílem vytvořit celkově pozitivní enviromentální komplex architektury, umělecké objekty i drobný designový předmět.

# **Prozatím dosažené výsledky**

**experimenty 2019–2021:**

Výchozí výzkumné otázky vznikaly v osobní profesní praxi a týkají se velmi konkrétních oblastí vývoje a **aplikací Betonových kompozitů** v umělecké tvorbě a realizacích v designu a architektuře.

Na základě rešerše z roku 2019 a 2020 se ukázalo, že vhodnou oblastí na začátek výzkumu a návaznost na dlouhodobější osobní činnost je vývoj estetického zpracování pokročilých druhů **betonů**. Výzkum byl zaměřen na ověření aplikace UHPC v sochařské a designerské praxi. Experimenty byli důsledně zaznamenávány a vyhodnocovány. Na základě výsledků testů vznikly nové postupy generující charakterní vzhled v úrovni vysoce kvalitního HPC betonu. UHPC úroveň nebyla prozatím laboratorně potvrzena a změřena. Metodika navázala na doporučený postup Kloknerova ústavu[[2]](#footnote-2)

**Estetika betonů versus vzhled umělého kamene**

Nahrazení přírodních kamenů kompozitní formulací na základě recyklovaného materiálu:

V současné době se klade v estetice pohledových betonů v architektuře i designu především důraz na čistý vzhled bez skvrn a kaveren. Pro tento výraz vzniklo mnoho technologických postupů a pomocných materiálů. Vývoj forem a bednění byl též zaměřen především tímto směrem. Paradoxem je, že za získáním vyšší technické kvality, trvanlivosti a relativně kvalitní estetiky, je ztráta tradiční identity materiálu. Ta není v žádném případě dogmaticky „brutalistní“ a surová a ani nikterak výjimečná, ale je spíše důsledkem soudobých technických možností v jednoduchém přístupu ke zpracování. Prostřednictvím technologického vývoje probíhá transformace vzhledového výrazu a vnímání této tradiční hmoty. Dokonalost povrchu může být však velmi často výrazně vzhledově „umělá“. V rámci psychologického působení může být „přírodní“ vzhled a dynamičtější výraz ve struktuře i škále odstínů výrazně pozitivnější a často žádány. Vývoj práce s těmito výrazy a jejich vývoji by byla věnována minimálně jedna z částí této práce.

**Barevnost, kresebnost a struktury betonů**

Barevnost betonů je velmi širokým tématem ke zpracování. Při použití portlandských bílých i šedých cementů je možné pracovat s širokou barevnou škálou probarvování směsi oxidy kovů. Barvu a odstín též sekundárně modifikuje mnoho technických příměsí, které upravují především základní vlastnosti betonové směsi. Je tedy též možné kontrolovat vzhled pomocí úpravy požadovaných vlastností.

Stejně jako ovlivňují technické příměsi a pigmenty barevnost monochromatického výrazu, je též možné některé příměsi použít pro kontrolovatelný vznik map či struktur. Získání požadovaného vzhledu však nemá zcela pevnou vazbu na exaktní kontrolu receptury a proces tvorby strukturálních směsí a kreseb ve formování je oblast výrazně subjektivně empirická. Podrobná analýza směsí, způsobu míchání a aplikace ve spolupráci s odborným technikem v laboratorních podmínkách, by mohla vést k výrazně vyšší kontrole požadovaných výsledků. Otázkou může být je-li možné opakovat laboratorně ověřené principy v průmyslovém měřítku nebo bez odborného zácviku. Z dosavadní osobní praxe je zkušenost taková, že četné vlivy na formovanou směs (kompozice směsi, kvalita surovin a jejich zdroj, podmínky zpracování: teplota, vlhkost surovin a vzduchu, druh formy a technika aplikace …) téměř znemožňují opakovat exaktně postup i recepturu pro konečný požadovaný výraz bez dlouhodobé zkušenosti tvůrce a přizpůsobení procesu pro momentálním podmínkám, se stejnými výsledky. Proto je tato disciplína založena nejen na velmi přesných postupech, ale především na zkušenosti z experimentů na jejichž základě je možné přizpůsobit celkový proces situaci. Z tohoto důvodu nebude cílem detailně popsat jednotlivé postupy, ale především zpracovat základní principy a výsledky z experimentální tvorby.

# **návrh a Aplikace:**

***„STRUKTURY“***

**Přirozené struktury jako obrazotvorná technika**

**Hypotéza:**

Přirozený vznik strukturálních kavernových povrchů při výrobě betonových objektů lze pochopit a ovládnout do míry potřebné pro vznik nové výtvarné techniky používající struktury jako obrazotvorný nástroj pro vznik abstraktních i konkrétních motivů.

* Potvrzeno, bude doplněna dokumentace experimentu a aplikace.

***„nové způsoby formování betonu“***

**využití cnc technologii v generování jednoduchých forem za použití EPS a xps**

**Hypotéza:**

Na formování minerálních materiálů není nezbytné používat drahých sofistikovaných materiálů, ale lze použít běžně dostupné stavební materiály a vyvinout jejich zpracování a separaci povrchu vhodnou pro zvolených formovaný materiál.

* Potvrzeno, bude též doplněno o dokumentaci z experimentu a výsledků vývoje.

***„SVĚTELNÉ betonové reliéfy“***

**Nová formulace tvorby světelných reliéfních objektů**

**Hypotéza:**

Světelné a průsvitné betonové aplikace nejsou limitovány výrobně pro plochou a deskovou výrobu, ale je možno generovat prostorové objekty a reliéfy.

* Potvrzeno, bude též doplněno o dokumentaci z experimentu a výsledků vývoje.

# **design a aplikace v architektůře, 2019–2021**

***„inovace luxferu“ 2019***

**Hypotéza:**

„Luxfer“ název skleněného průsvitného až průhledného stavebního prvku využívá vlastnosti skleněné dutého kvádru v odolnosti v tlaku a jeho optických vlastností. Je určen především k vynášení průsvitných příček, které na základě vizuálního motivu jednotlivých cihel mohou tvořit obrazový motiv většího formátu. Vzhledem k nákladnosti liso-foukaného zpracování skleněné hmoty v tradičním zpracování a generování komplikovaných kovových forem, lze navrhnout hybridní kombinaci minerálního kompozitu a hutně zpracované skloviny. Tato kombinace nabízí potenciál jednoduché individualizace a širší prostor pro zaměstnání čím dál více utlačovaného ručního zpracování hutního skla. Charakter takovéhoto prvku by byl v základu v minerální části exaktní a již nosný dle poměrů tvaru jednotlivých stavebních prvků. Sklo by fungovalo jako pevná výplň, kterou by v případě zničení bylo možné nahradit novým prvkem.

* Ve fázi designu a tvorby prototypu.

***„kamenný světelný relief 1 “ 2020***

**Hypotéza:**

Světelné a průsvitné betonové aplikace nejsou limitovány výrobně pro plochou a deskovou výrobu, ale je možno generovat prostorové objekty a reliéfy. Tato hypotéza byla prokázána realizací již uvedeného díla „CLUSTER“. V další fázi se nabízí využití vlastností UHPC, transparentních optických pryskyřic a optických prvků na vytvoření komplexního monumentálního díla navrženého v rámci projektu na novou budovu biologické fakulty Košické univerzity.

* Ve fázi designu a projektu pro výběrové řízení

# **rešerše 2019–2021**

**psychologie v hci – ÚVAHA NAD MOŽNOSTMI VYUŽÍTÍ METOD V HCI PŘI NAVRHOVÁNÍ INTERAKTIVNÍHO UMĚLECKÉHO DÍLA**

***„REŠERŠE, NÁVRH POSTUPŮ, UKÁZKA APLIKACE POSTUPU“ 2019***

Prezentace abstraktu písemné práce a výsledků použitelných v rámci souvisejícího výzkumu.

**NAnotechnologie:**

***„aplikace nanokarbonových trubic“ 2019***

Na základě rešerše technologických článků byla vytvořena hypotéza, že příměs nano-uhlíkových trubic zvyšující několikanásobně povrchovou odolnost lze dosáhnout nejen technologického parametru, ale též vysoce hlubokého černého odstínu blížícího se absolutní černé, která by byla vhodná k aplikaci pro vysoce zatížené povrchy v oblasti vesmírného výzkumu či jako vysoce efektivní estetický nátěr pro aplikaci v umění a designu.

* Ve fázi experimentální aplikace, navázání kooperace s holandskou firmou dodávající 99% čisté uhlíkové nano trubice, získání experimentálního množství nano trubic v podobě prachu, vodní a ředidlové bázi pro diverzifikaci možných experimentálních aplikací. Je nyní potřeba navázat kooperaci s odbornou laboratoří za účelem předem dohodnuté aplikace, testování a vyhodnocení výsledků.

***„Modifikace tvaru prostřednictvím chemického procesu v průběhu tuhnutí trasparenních pryskyřic“***

Dvousložkové pryskyřice tuhnoucí na základě chemické reakce jsou velmi náchylné k různým deformacím a chybám v průběhu zpracování a zrání. Tento proces v základu ovlivňuje pouze několik fyzikálních veličin. Chyby vznikající při zpracování se nabízí jako potenciální postup k novému přístupu „procesního“ výtvarného tvarování, které generuje tvarosloví, které nelze jiným způsobem napodobit či simulovat formováním modelu.

* Ve fázi výsledku experimentu, nezbytné opakovat k doložení skutečného pochopení a důsledného zanalyzování procesu.

# **Navázaná spolupráce:**

**fel ČVUT – HCI**

**nanocyl**

**BASF**

**ústav mechaniky hornin AV v praze**

**havel kompozit**

# **závěr**

V rámci prezentace bude představen vývoj postupu výzkumu a jeho struktura. Budou představeny výsledky experimentálních aplikací, následné výzkumné studie a záměry pro následné studijní období.

**31.08.2021**

1. Příklad: <https://www.tudelft.nl/en/2019/tu-delft/tu-delft-researchers-design-new-material-by-using-artificial-intelligence-only/> [↑](#footnote-ref-1)
2. http://www.klok.cvut.cz/wp-content/uploads/2016/02/Metodika-3-V%C3%BDroba-UHPC.pdf [↑](#footnote-ref-2)