



Rozptyl, odraz a absorpce světla na skleněné tavené plastice

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil
Studijní obor: 3107R006 – Textilní a oděvní návrhářství
Autor práce: **Veronika Kolářová**
Vedoucí práce: ak. soch. Oldřich Plíva





Dispersion, reflection and absorption of light on glass melted plastics

Bachelor thesis

Study programme: B3107 – Textil
Study branch: 3107R006 – Textile and Fashion Design - Design of fashion accessories and interior objects

Author: **Veronika Kolářová**
Supervisor: ak. soch. Oldřich Plíva



Technická univerzita v Liberci
Fakulta textilní
Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Veronika Kolářová**
Osobní číslo: **T17000012**
Studijní program: **B3107 Textil**
Studijní obor: **Textilní a oděvní návrhářství**
Název tématu: **Rozptyl, odraz a absorpce světla na skleněné tavené plastice**
Zadávací katedra: **Katedra designu**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Inspirace strukturami (s efektem nahodilosti nebo v rastru), vzniklými erozí přírodních a syntetických materiálů.
2. Zkoušky na polystyrenových deskách, hledání tvaru a struktury.
3. Výběr a upřesnění technologie ke zpracování.
5. Vlastní realizace skleněné tavené plastiky.
6. Fotodokumentace objektů.



Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: **25**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

KLESBA, Vladimír. Základy technologie skla pro hospodářskou fakultu. Vysokoškolská podnik, s. r. o., Liberec Komenského, 2002. ISBN 80- 7083- 556-7

HOTAŘ, Vlastimil. Úvod do výroby komponent skleněné bižuterie. Liberec: Technická univerzita v Liberci. Liberec, 2009. ISBN 978-80-7372-534-1

PIJON, José. Dějiny umění. Praha: Euromedia Group, 2002. ISBN 80-242-0720-6

Vedoucí bakalářské práce: **ak. soch. Oldřich Plíva**
Katedra designu

Datum zadání bakalářské práce: **5. října 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce: **4. května 2018**


Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka




Ing. Renata Štorová, CSc.
vedoucí katedry

V Liberci dne 28. března 2018

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum: 3.5.2018

Podpis: 

Poděkování

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce ak. soch. Oldřichovi Plívovi za podnětné rady při její realizaci. Ráda bych také poděkovala Jakobovy Berdychovi za poskytnutí jeho cenných zkušeností a znalostí. Panu Holbovi za pomoc při praktickém zpracování díla. A v neposlední řadě bych ráda poděkovala svým rodičům za nekonečnou trpělivost.

Anotace

Bakalářská práce, kterou jsem nazvala Rozptyl, odraz a absorpce světla na skleněné tavené plastice zahrnuje dva samostatné skleněné objekty. Ty jsou inspirované optickými vlastnostmi skla a strukturou (s efektem nahodilosti nebo rastru), vzniklými erozí přírodních a syntetických materiálů. Modely pro sádrové formy na skleněné tavené plastice vznikaly při postupném opracovávání polystyrenových desek.

Výsledkem jsou vizuální masy skla s iluzorním prostorem.

Anotation

My bachelor thesis that I named Dispersion, absorption and reflection of the light on the melted glass sculpture includes two separate glass objects. These are inspired by the optical properties of the glass and structure (with the randomness effect or the raster) originates from the erosion of the natural and synthetic materials. Models for the gypsum forms on the glass plastics were developed by the gradual processing of the polystyrene boards.

The final result is the visual masses of the glass with illusory space

.

Klíčová slova

Tavená skleněná plastika

Eroze

Odraz

Rastr

Struktura

Polystyren

Key Words

Glass melted sculpture

Erosion

Reflection

Raster

Structure

Polystyrene

Obsah

Úvod	10
1 Inspirace	11
1.1 Inspirace strukturami (s efektem nahodilosti nebo v rastru), vzniklými erozí přírodních a syntetických tvarů	11
2 Zkoušky na polystyrenových deskách, hledání tvaru a struktury	16
2.1 Polystyren	16
2.2 Aceton.....	16
2.3 Zkoušky.....	16
3 Výběr a upřesnění technologie k zpracování	19
3.1 Historie tavené skleněné plastiky	20
3.2 Stanislav Libenský a Jaroslava Brychtová	20
3.3 Oldřich Plíva.....	22
4 Základy technologie skla	24
5 Optické vlastnosti skla	28
5.1 Barevnost skel	29
6 Vlastní realizace skleněné tavené plastiky	32
6.1 Výroba modelů	32
7 Výroba forem	34
8 Výběr skla a příprava formy k tavení	35
8.1 Tavení	36
8.2 Zušlechťování	36
8.3 Pokusy světla a tavené plastiky	38
9 Závěr	39
10 Seznam obrázků	40
11 Použité obrázky a zdroje	41
12 Fotodokumentace	43

Úvod

Má bakalářská práce vznikla na základě fascinace možnostmi skla. Samotný materiál mi byl velkou inspirací. Stavebním kamenem vzniklé práce byly optické vlastnosti transparentního skla a změnám, kterým podléhá při různé intenzitě světla. Imponovalo mi využití tohoto materiálu jako sochařského media skrze technologii tavené plastiky.

Touto technologií jsem dokončila dvě tavenice, které vznikly z modelů upravených polystyrenových desek.

Celá práce je tak zaměřena na technologii skleněné tavené plastiky, na popisu inspirace a postupu samotné práce. Na závěr jsou pak prostřednictvím příložených fotodokumentací prezentovány výsledky.

1 Inspirace

Pokud bych mluvila o své inspiraci k mé bakalářské práci, kdy jsem se rozhodla pracovat s technologií skleněné tavené plastiky, musela bych zmínit dva hlavní zdroje. Prvním zdrojem, ze kterého jsem čerpala při hledání tvaru, byly struktury přírodních a syntetických tvarů, erozí a jejich rastry. Tyto principy mi jsou velmi blízké, pro mě to znamená určitý vdech živosti a organičnosti do jinak zdánlivě neživého skla. Modely jsou z desek polystyrenu, kdy už samotný materiál byl inspirativní svou povrchovou strukturou. Díky technice tavené plastiky bylo možné přenést strukturní vzhled polystyrenových desek, která jsou netransparentní na sklo které je tolik typické pro své vlastnosti.

Další hlavní inspirace této práce tkvěla v optických vlastnostech skla, prostoupení intenzity světla a barev, kterou jsem pozorovala kolem sebe. Inspirovaly mě ostré odrazy na povrchu zrcadel, odrazy od oken v libereckých ulicích a úhel dopadu světla na ně, který se měnil dle denní hodiny či ročního období.

Dále v této kapitole osvětlím termíny, které se vztahují k této práci. Optické vlastnosti skla pak vysvětlím v kapitole technologie skla.

1.1 Inspirace strukturami (s efektem nahodilosti nebo v rastru), vzniklými erozí přírodních a syntetických tvarů

Eroze

Jak již bylo zmíněno, následně rozeberu podrobněji zdroje mé inspirace, a jak se doslova odráží ve výsledných pracích. V mém počínání tvoření jsou důležité struktury, jednu ze zajímavých struktur jsou erozní vlivy na půdu. Eroze je přirozený proces rozrušení zemského povrchu například půdy, horniny skály a podobně. Její příčinou je působení větru, proudící nebo vlnící se vody, ledu, sněhu či pohyblivých zvětralin nebo pohyb nezpevněných usazenin. Tyto v podstatě destrukční vlivy vytvářejí zajímavé někdy až mozaikové pohledy. Horniny, půda či skály se nám různě otvírají, vytvářejí zajímavé výstupky a propadliště.[12]



Obrázek 1.1 Eroze půdy [1]

Rastry

Při hledání definice rastru zjišťuji, že se vyskytuje v různých oborech a různě se uplatňuje. Existuje rastrová grafika, rastrový papír, ale například i sádrokartonový rastr, což je určitý druh systému pro uchycení sádrokartonových desek. Já jsem našla jistý druh rastru na strukturovaném profilu polystyrenu. Obecně by se dalo říct, že rastr je něco co se ve svých tvarech a podobách pravidelně opakuje.[13]

Struktura

Struktura označuje způsob složení, nebo vnitřního uspořádání nějakého objektu. Pro mě to spíše znamená texturu objektů, v podstatě texturovaný povrch. Při vytváření strukturovaného povrchu jsem se inspirovala v polystyrenových deskách a to jak při mém zásahu do plochy, kdy se vytvářely erozní tvary. Ale našla jsem inspiraci i ve strukturách plochého skla, stavebního či technického, které se používá pro zasklívaní budov, či jako výplň oken, dveří atd. Které sice propouští světlo, ale je více méně neprůhledné, neboli ztrácí svou transparentnost.[14]



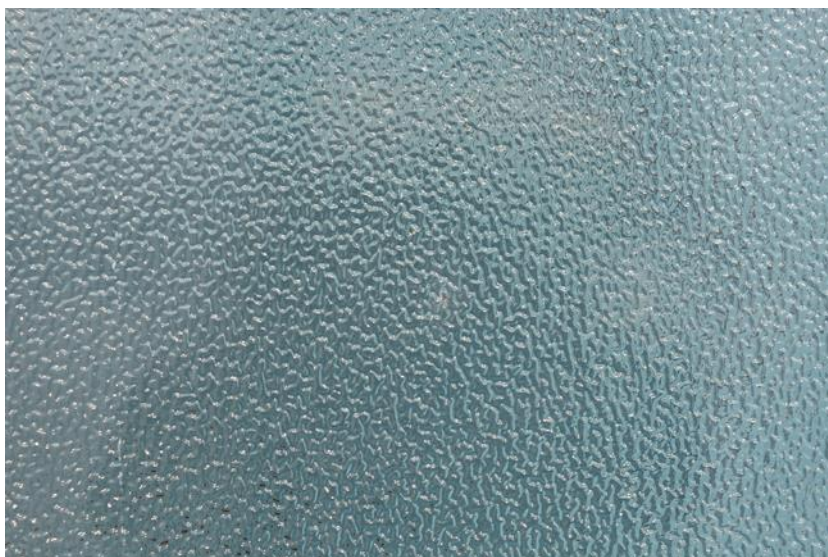
Obrázek 1.2 Struktura polystyrenu [2]



Obrázek 1.3 Ploché sklo (texturované)[3]



Obrázek 1.4 Ploché sklo (texturované)[3]



Obrázek 1.5 Ploché sklo (texturované)[3]

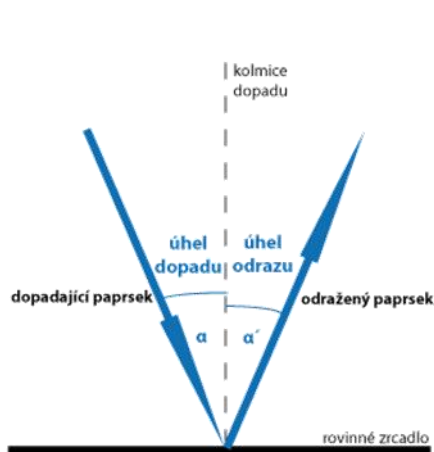
Ploché sklo

Ploché sklo spadá do kategorie stavebního technického skla, známé také jako tabulové. Zejména známe jeho použití v zasklívání pláštů budov, výplní oken, dveří, výloh, přístřešků na autobusových a tramvajových zastávkách, stavbě skleníků, atd. Plochá skla jsou buď průhledná, čirá nebo ornamentální. Což znamená, že propouštějí světlo. Taková skla mohou být i barevná. Nebo se dají dále zušlechťovat (broušením, leštěním, leptáním atd.) [15]

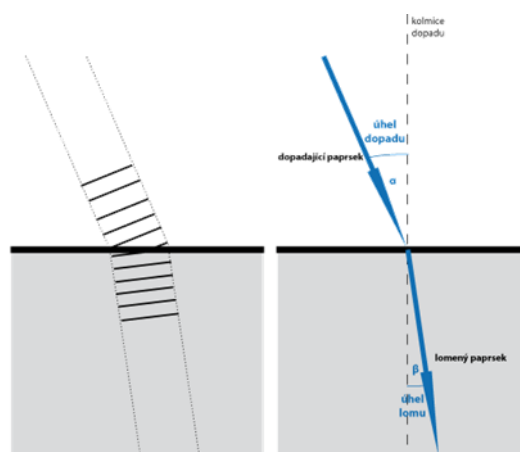
Světlo

Důležitým aspektem inspirace této bakalářské práce je světlo. A jeho děje na povrchu a vně skla. Proto osvětlím jeho základní charakteristiku a chování a šíření ve hmotě.

Světlo je viditelná část elektromagnetického záření. Mezi vlnovými délkami ultrafialového záření a infračerveného záření leží vlnové délky viditelného světla. Světlo můžeme chápat jako elektromagnetickou vlnu, kdy každá vlna má svojí složku elektrickou a magnetickou. Pokud světlo považujeme za elektromagnetické vlnění, je jeho základní charakteristika vlnová délka.



Obrázek 1.6 [4] Odraz světla



Obrázek 1.7 [4] Lom světla

Světlo se v jiném prostředí (*Obrázek 1.8 [4] Lom světla*) šíří určitou rychlostí a při přechodu do jiného prostředí se rychlost světla snižuje. Podíl těchto rychlostí je roven indexu lomu a v důsledku toho dochází na rozhraní látek s různými hodnotami k lomu světla. Světlo, které se šíří ve hmotě můžeme vnímat jako opakované a pohlcování a vyzařování fotonů. Po ozáření se atom dostane do excitovaného stavu, ve kterém zůstane pouze zlomek času a následně foton zpět vyžáří a ten následně pohltí další atom. Světlo ve vakuu se tedy šíří stejnou rychlostí, ale je neustále pohlcováno a vyzařováno atomy.[4, 16]

2 Zkoušky na polystyrenových deskách, hledání tvaru a struktury

Mnoho inspirace jsem získala právě z materiálu, se kterým jsem se rozhodla pracovat jako s médiem pro vytvoření modelů. Z počátku bylo nutné vytvořit jisté zkoušky a zjistit jak tento materiál pracuje při mechanických či chemických vlivech. V zájmu toho jsem přišla na některé pro mě dobré vlastnosti materiálu, které jsem se rozhodla uplatnit na výsledných modelech pro sádrovou formu, v níž se nechá sklo utavit. V této kapitole popíši zkoušky materiálu, kterými jsme podrobovala polystyrenové desky. A následně jsem tak již utvářela tvary a struktury, kterých jsem na výsledných pracích chtěla dosáhnout.

2.1 Polystyren

Polystyren je pevný, snadno lámavý a levný plast. Ve stavitelství se používá polystyren zejména v deskách o plošném rozměru 0,5 x 1,0 metru. Tloušťky jsou různé dle potřeby (cca od jednoho do několika centimetrů). Při zkouškách jsem použila klasický fasádní bílý a šedý a pak extrudovaný polystyren, který se liší svým povrchem a systémem výroby.[17]

2.2 Aceton

Aceton je triviální pojmenování pro propan-2-on nebo též dimethylketon. Charakteristickou skupinou je karbonyl. Aceton je bezbarvá kapalina specifického zápachu, hořlavá, s vodou neomezeně mísitelná. Směs par s kyslíkem je výbušná. Používá se jako rozpouštědlo organických látek.[18]

2.3 Zkoušky

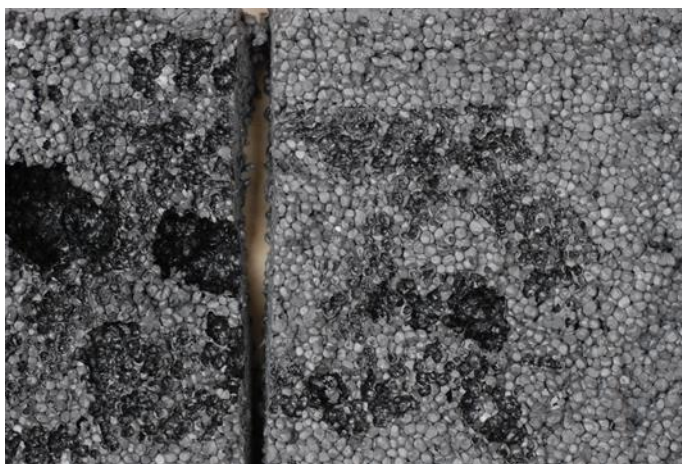
Při mechanické zkoušce, kdy jsem se v podstatě snažila prohloubit strukturu polystyrenu, jsem spíše testovala, jak polystyren reaguje. Při řezání do desek, z polystyrenu odpadávají malé částičky a je velmi křehký. Dobře se řezalo do extrudovaného polystyrenu, u kterého bylo možné snadněji vyřezat určitý tvar bez většího poškození a odpadávání malých kousků. Do desek jsem nejdříve řezala řezákem, ale posléze jsem vyhodnotila jako vhodnější pilku. Vyhlubování jsem nejdříve prováděla kovovým okem na modelování z hlíny, u kterého nebylo dosaženo potřebné vyrovnané struktury a tak bylo na práci použito struhadlo na polystyren.

Dalším pokusem, který jsem na polystyrenových deskách prováděla, bylo použití acetonu. Což je v podstatě rozpouštědlo. Tento pokus mě velmi nadchl a nejvíce mi

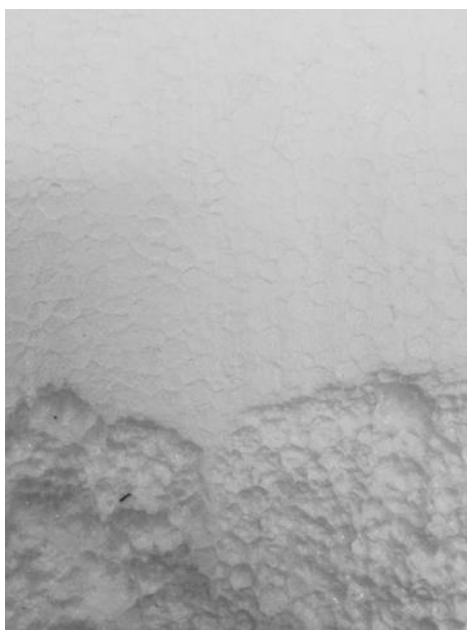
připomínal jistou formu eroze. Acetonem jsem vytvářela velké prohlubně, pomocí nanášení štětcem.

Pokaždé jsem aplikovala mechanickou zkoušku řezání i použití acetonu na tři druhy polystyrenu. Jejich chování bylo velmi podobné. Bílý fasádní byl nejkřehčí, a tudíž jsem ho už dále při vytváření forem nepoužívala. Při zkoušce s acetonem všechny tři druhy polystyrenových desek reagovaly velmi podobně.

Při zkouškách s nabranými zkušenostmi a inspirovaná možností tohoto jinak stavebního materiálu, jsem byla schopná vytvořit modely pro mé formy na tavenou plastiku.



Obrázek 2.1 Aceton na polystyrenu (šedý)



Obrázek 2.2 Aceton na polystyrenu (bílý)



Obrázek 2.3 Aceton na polystyrenu (extrudovaný růžový)



Obrázek 2.4 Mechanická zkouška na polystyrenové desce (šedý)

3 Výběr a upřesnění technologie k zpracování

Technologie skleněné tavené plastiky si je svým principem podobná technologii odlívání bronzových soch. U skla nás však limituje jeho křehkost. Je to velmi nákladná a časově náročná technologie. S technikou tavené skleněné plastiky jsem se poprvé setkala v prvním semestru mého studia na Technické univerzitě Liberec. Proto jí v této kapitole zmíním stejně tak, jako některé inspirativní osobnosti, které se touto technikou zabývali.

Semestrální práce (Pocta českému kubistické architektuře)

V prvním semestru mého studia na Technické Universitě jsme dostali zadání upomínkový předmět. Já jsem se rozhodla vzdát poctu české kubistické architektuře. Velmi mi imponovalo funkčnost přenesených principů kubismu do architektury, interiérů a sochařství. A tak jsem se rozhodla přenést část té inspirace do skla. Zvolila jsem si tavenou plastiku pro svou podobnost s určitými prvky sochařské práce. Pro svou práci jsem zvolila křišťál, který nám nabídl nečekané průhledy. Některé strany jsem vyleštila a ty hranaté jsem nechala hrubě opískovat, tak aby vznikl dojem, který bychom mohli mít, kdybychom koukali skrze zdi. Jako primární inspirací mi byla Lampa na Jungmannově náměstí od Emila Králíčka. Jeho sochařské prvky, které propůjčil této lampě, mi přišli jako skvělé zobrazení kubismu ve funkčním sochařství.



Obrázek 3.1 Lampa na Jungmannově náměstí (Emil Králíček) [5]



Obrázek 3.2 Semestrální práce, pocta kubistické architektury v Čechách

3.1 Historie tavené skleněné plastiky

Tavená plastika je v podstatě tak mladá, jak je i stará. Je to vlastně původní sklářská technika. Jelikož až se sklářskou píštalou, můžeme mluvit o foukaném sklu, která však byla vynalezena, až na přelomu našeho letopočtu. Už odnedávna lidé sklo znali a používali. V pouštích od zásahu blesku vznikaly objekty tzv. fulgurity- tavený písek. Také ze sopečné lávy vzniká přírodní sklo tzv. obsidián. Už od pravěku jej lidé používali na nástroje a ozdoby. Samostatné sklo vzniklo jako vedlejší produkt při výrobě keramiky. Tavení skla ve formě je sklářská technika (doložená cca 400 let př. Kr. U Egyptanů, Féníčanů a Peršanů), která se po staletí zapomnění znovu vrací ve 20. st. Právě Čeští výtvarníci Stanislav Libenský a Jaroslava Brychtová se řadí mezi nejvýznamnější propagátory této metody. Od té doby se této technice věnovalo několik českých sklářů.[10, 19]

3.2 Stanislav Libenský a Jaroslava Brychtová

Sklářský výtvarník, sochař a pedagog se za svůj život stal legendou českého sklářství. Jeho studie probíhali na školách v Novém Boru a Železném Brodě. Později na těchto školách vystupoval i jako pedagog. Na Železnobrodské škole se stal ředitelem a na umělecko-průmyslové škole vedl v letech 1963 až 1987 ateliér skla. S Jaroslavou Brychtovou, jeho pracovní i životní partnerkou se seznámil na Železnobrodské škole.

Brychtovou zaujaly skici hlavy od Libenského, které použila do tavené plastiky, což bylo prakticky jejich první spolupráce. Jejich sklářské partnerství často přesahovalo až do architektury, jako některé příklady kooperace s architektem můžu uvést například vitráže v Chrámu sv. Víta v kapli sv. Václava (1968-1969) nebo meteorické skleněné plastiky na Ještědu, které mě fascinovaly už jako malou při návštěvách Ještědu. Brychtová, která pocházela z rodiny sklářského pedagoga Jaroslava Brychty, se stala sochařským prostředkem pro kresby Libenského. Jejich sochařská hmota, která byla obohaceno o nekonečnou světelnou hru se stala odrazovým můstkem nejen pro české skláře, ale obecně pro svět sklářské tvorby.

Po úspěchu v Bruselu 1958 se pro dvojici Libenský Brychtová otevřel svět neomezených možností. Od kovových přes betonové stěny, do kterých byla vsazena skleněná plastika, až ke skleněné fasádě Nové scény Národního divadla v Praze. Brychtová sama vystudovala Akademii Výtvarných umění v Praze a převzala státní vyznamenání medaili za zásluhy. Společně pak vytvořily mnoho dalších plastik, které mi byly také inspirací a motivací při vytváření mé bakalářské práce. Libenský a Brychtová, také společně vyhrály spousty cen, například Grand Prix na Expu 58 v Bruselu, Zlatou medaili na ART Bienále v São Paulu (1966), Bavorskou státní cenu (1967). Jejich tavené plastiky jsou zastoupeny v řadě světových sbírek (např. The National Museum of Modern Art Kyoto, The Corning Museum of Glass v USA, The Metropolitan Museum of Art New York, Národní galerie Praha). Na aukcích se draží za vysoké ceny (loni se Silueta města III prodala za 1,3 milionu Kč). Jméno Libenský nese od roku 2007 uznávaná soutěž čerstvých absolventů sklářských oborů (je založena Pražskou galerií českého skla).

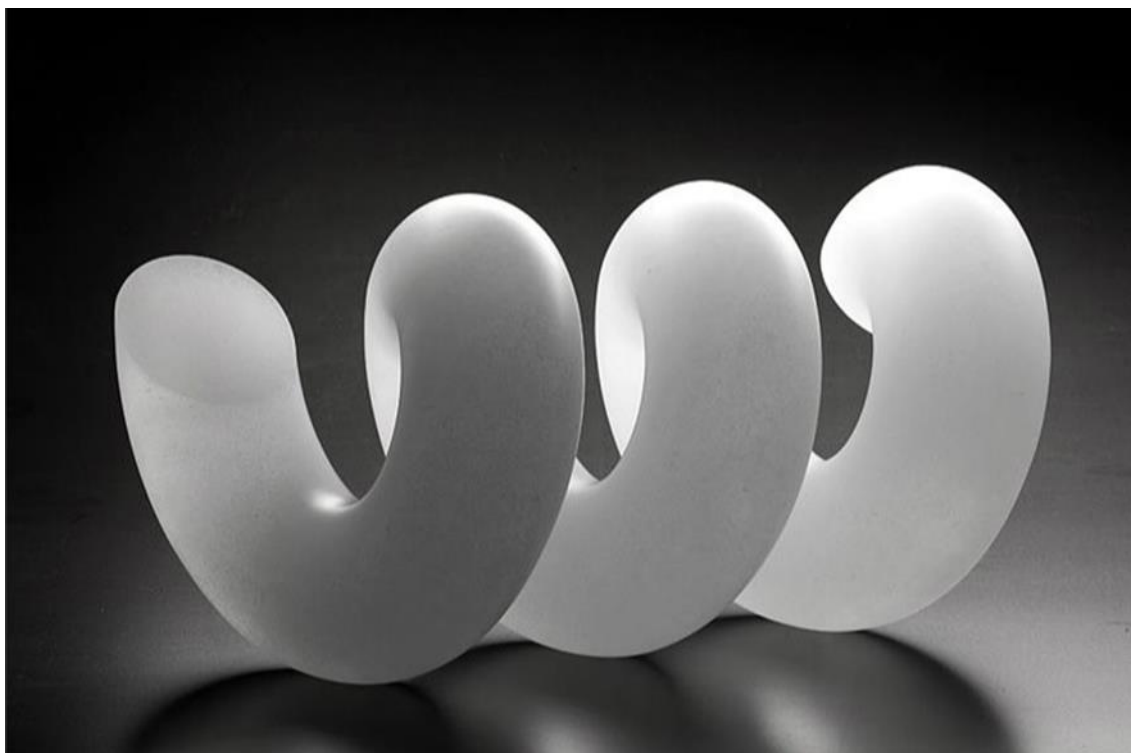
[5, 20, 21]



Obrázek 3.3 Stanislav Libenský – Jaroslava Brychtová, Prostor II [6]

3.3 Oldřich Plíva

Nemohla bych se nezmínit o ak. Soch. Oldřichovi Plívovi, který je mým pedagogem a vedoucím mé bakalářské práce. ak. Soch. Oldřich Plíva byl studentem v atelieru prof. Stanislava Libenského na vysoké škole uměleckoprůmyslové. Tam se spojil s dalšími třemi studenty (Marián Karel, Aleš Vašíček, Jan Zoričák) a společně vytvořili čtveřici studentů se zálibou v elementární geometrické skleněné tvary. Od absolvování je na volné noze a od roku 2013 vystupuje jako pedagog na Technické univerzitě v Liberci, obor Sklo a design. Jeho práce jsou zastoupeny v uměleckoprůmyslových muzeích, muzeích moderního umění doma i ve světě. Na přehlídce výtvarného umění a designu PAD 20 v Paříži, byla jeho práce zakoupena jako již druhé dílo do sbírek MAD (Musée des arts décoratifs). A na této přehlídce též získal hlavní cenu.[5, 22, 23]



Obrázek 3.4 Oldřich Pliva, kiln cast glass, tavená skleněná plastika [7]

4 Základy technologie skla

Sklo je materiál, který lidstvo provází přes 5. tisíc let a jeho vlastností bylo využito ve všech oborech. Za posledních několik let se také díky sklu změnil životní styl civilizovaného obyvatelstva. Sklo se stalo nedílnou součástí designu, šperku a architektury.

Sklo je amorfní látka (tj. nemající znaky krystalové mřížky), které jeví při přechodu z pevné konzistence ve viskózně plastickou a opačně, transformační přeměny. [8]

Krystalický, kapalný a skelný stav

Sklo vzniká, pokud anorganické látky, které pozvolna měknou a přecházejí ve viskózní taveninu. Sklo lze snadno přechladit a za zvyšování viskozity u nich nedochází ke krystalizaci.

Křemičitá skla

Stavební jednotkou pro křemičitá skla je anion $(\text{SiO}_4)^{4-}$. Vytváří takzvané (tetraedry) prostorový pravidelný čtyřstěn, v jehož čtyřech vrcholech leží atomy kyslíku a v těžišti atom křemíku. Určitý počet vrcholových kyslíku vytváří spojení mezi tetraedry (tzv. Můstkové kyslíky) a tím pádem vzniká nepravidelná prostorová síť.

Sklářské suroviny

Sklářské suroviny ovlivňují technologii tavení skla a jeho vlastnosti. Dále se pak podílejí na kvalitě hotového výrobku a ovlivňují také ekonomiku a rychlost výroby. Dnes se využívá okolo 40 prvků pro průmyslovou výrobu, do které jsou vnášeny až 100 druhů různých surovin. Většinu z nich však tvoří písek, soda, dolomit, vápenec, živec a skleněné střepey.

Sklotvorné suroviny

Pro výrobu skla je potřeba značné množství surovin. Nejdůležitějšími surovinami jsou ty, které tvoří podstatu skla – tzv. sklotvorné suroviny. Jsou jimi především písek, soda nebo například potaš a vápenec. Sklotvorné suroviny můžeme dělit na:

- mřížkotvorné (vytvářejí novou krystalickou mřížku – křemičité sklo),
taviva (umožňují tavbu, tedy rozpad krystalické mřížky),
stabilizátory (díky nim vzniká nová krystalická mřížka, která se stabilizuje).

[8,9]

SiO₂ (oxid křemičitý) - Základní surovina je písek. Kvalita skla závisí na čistotě písku. Běžná skla mají asi 60% až 80% oxidu křemičitého. Příznivě ovlivňuje chemickou odolnost, mechanické vlastnosti skel a teplotní roztažnost.

B₂ O₃ (Oxid Boritý) – Usnadňuje tavení, zvyšuje chemickou odolnost a snižuje teplotní roztažnost, zlepšuje proces barvení skla. Do kmene se vnáší boraxem nebo kyselinou boritou.

K₂O (oxid draselný) – Základní alkalická surovina olovnatých křišťálů. Surovina je potáš. Potáš se dříve získával z popelu spáleného dřeva.

Na₂O (oxid sodný) – Usnadňuje tavení, snižuje chemickou odolnost, tavící teplotu a zvyšuje elektrickou vodivost skloviny při tavení skla přímým průchodem elektrického proudu. Jako surovina se používá lehká a těžká soda.

Pomocné suroviny:

- čefící suroviny – pro každý typ skla a barvu se používá jiné čefivo (síran sodný, ledek),
- urychlovače tavení – soda, jako další lze použít různé fluoridy, chloridy a sírany,
- zakalující suroviny – Fluorokřemičitan, syntetická fluorová surovina, urychluje rozpad krystalické mřížky.

[8, 9]

Tavení skla

Tavící proces je nejnáročnější fází při výrobě skla. Je na ni potřeba více jak 60% spotřební energie, proto je tavení skla finančně náročné. Při tavícím procesu dochází nejprve k vlastnímu tavení, kdy dochází k přeměně suroviny taveninu, poté následují procesy čěření a homogenizace, které odplyní a promíchají sklovinu a nakonec sejítí, a ochlazení skloviny na tzv. Pracovní teplotu, kdy se sklo tvaruje (1100°C – 1200 C°).

Chlazení skla

Je velmi důležitý proces ovlivňující výslednou kvalitu skleněného výrobku a jeho mechanickou pevnost. Sklo se musí ochladit pomalu, aby se stabilizovalo vnitřní pnutí a zabránilo tak prasknutí skla. Čím je skleněný předmět hmotnější, tím je chlazení delší. Probíhá ve dvou fázích – do teploty okolo 500°C (horní chladící teplota). Je poměrně rychlé, aby nedošlo k odskelnění, od této teploty je proces pak velice pomalý, na skleněný předmět o hmotnosti 5 kg je ideální doba kolem 100h.

Zušlechťování skla

Zušlechťováním se provádí dodatečná úprava skleněného výrobku, buď z důvodů funkčního, nebo vzhledového. Zušlechťovací techniky můžeme rozdělit na mechanické, tepelné a chemické.

Mechanické

Do této techniky patří broušení a leštění, což jsou operace, které na sebe plynule navazují. Broušení je úprava povrchu skla, při níž se odstraňují nerovnosti. Provádí se většinou ve dvou stupních – hrubé a jemné broušení. Hrubým broušením se rychle odeberou nerovnosti povrchu a jemným broušením se zarovnají nerovnosti a odstraní rýhy vzniklé hrubým broušením. Výsledkem je daný tvar matného povrchu, který se upravuje leštěním do zprůhlednění skla. Brousí se buď brusnými kotouči na kuličském stroji, které jsou vertikálně zavěšené na hřídeli, nebo volným brusivem na hladinářském stroji, který tvoří litinový kotouč v horizontální poloze. U kuličského stroje se brousí karborundovými kotouči, kotouči ze syntetického diamantu, někdy i gumovými kotouči, které sice sklo odebírají ale zároveň i leští.

U hladinářského stroje je brusivem nejčastěji křemenný písek, karbid křemíku nebo tavený korund. Toto brusné zrno se spolu s vodou přivádí na litinová kotouč. Leštění pak probíhá také na těchto strojích. Rozdíl je v kotoučích, kdy se na leštění používají filcové, plstěné, gumové či polyuretanové kotouče a leštivem je pemza. Vysokého lesku se pak dosáhne cerem.

[8, 9]

Tepelné

Tepelným zušlechťováním se rozumí operace probíhající za zvýšené teploty. Řadíme mezi ně tvrzení skla (zahřátí a prudké zchlazení výrobku způsobí tlakové napětí v povrchové vrstvě skla, které zvýší pevnost – duritky, autoskla), leštění (krátkodobé zahřátí povrchu, kdy se tenká vrstva rozteče a vyhladí), pukání (naškrábnutí povrchu a jeho prudký ohřev způsobí odpadnutí nežádoucí části výrobku), otavování (zahřátím se zaobaluje strana), spojování (zahřátí okrajů na teplotu měknutí a přitisknutí k sobě, čímž se skla spojí).

Chemické

Chemické zušlechťování se rozumí leštění, matování a výroba povrchových vrstev. Leštění probíhá v lázni kyseliny fluorovodíkové a sírové, které působí na povrch skla. Na povrchu skleněného povrchu dochází k tvorbě fluoridů, které jako produkty chemické reakce pevně ulpívají. Procesu rovněž napomáhá odstraňování reakčních produktů z povrchu skla v průběhu reakce vzájemným pohybem skla a lázně.

Nevýhodou této technologie je obtížná manipulace s kyselinou fluorovodíkovou, která je vysoce škodlivá zdraví. Je tudíž nutné účinné odsávání a zachycování plynných produktů, také nákladná neutralizace vody a celkově vysoká cena technologie.

[8, 9]

5 Optické vlastnosti skla

Následně budou popsány základní optické vlastnosti skla. Rychlost světla ve vakuu je 299 792 458 metrů za sekundu, o něco nižší je rychlost světla ve vzduchu. V jiných materiálech je rychlost světla podstatně nižší, což má za následek optické jevy při přechodu z jednoho prostředí do jiného.

Odraz a lom světla

Pokud dopadá paprsek monochromatického světla z prostředí indexu lomu na rozhraní, které je odděluje do prostředí indexu lomu (sklo), dělí se obecně na dva paprsky. Jeden paprsek zůstává v prostředí indexu lomu (paprsek odražený) – jedná se o odraz, pokud se druhý láme, jedná se o lom (refrakce). Je možné definovat lom světla jako změnu rychlosti světelného paprsku při jeho průchodu optickým rozhraním. Jelikož sklo bývá obklopeno vzduchem, udává se nejčastěji index lomu skla vůči vzduchu. Index lomu skla závisí na vlnové délce světla, které na sklo dopadá. Dále na chemickém složení skla a popřípadě i jeho vrstvy. U běžných křemičitých skel se hodnoty indexu lomu pohybují v rozmezí 1,46 až 1,56 n_D .

Absorpce světla

Absorpce světla vzniká, když intenzita světla procházející sklem se v důsledku jeho částečného pohlcování snižuje. Množství absorbovaného světla závisí na druhu látky, v němž k absorpci dochází a také na vlnové délce světla. Dochází-li k absorpci v celé viditelné oblasti spektra, pak se spektrální složení světla vystupujícího z látky nemění, to znamená, že nedochází ke změně barvy, ale pouze ke snížení intenzity světla. Pokud ale dochází k absorpci světla pouze v určité vlnové délce, pak světlo po průchodu zkoumanou látkou má odlišné spektrální složení (dochází ke změně barvy). Tento jev můžeme pozorovat u barevných transparentních skel. To bývá zapříčiněné již nepatrnou přísadou barvicí složky.

Rozptyl světla

Rozptyl se projevuje v prostředí, které obsahuje částičky, lišící se od svého okolí indexem lomu. Nezávisle na tom jestli to jsou bublinky plynu, koloidní částice kovů nebo krystalky tuhé látky apod. Na povrchu částiček dochází k odrazu světla, vzhledem k tvaru částic všemi směry a průchodem světla částičkami a značně mění původní směr paprsků. První zjiřitelné stopy rozptylu nastávají od velikosti částic 20 nm a přesto se projevují barevným efektem. Lidské oko je schopno spatřit částice od velikosti 10 000 nm. Rozptyl se může projevit například při barvení koloidními částicemi.

Disperze světla

Disperze světla, která je též nazývaná chromatická disperze nebo rozklad světla, je rozklad většinou bílého denního světla podle jeho vlnové délky, tedy barvy. Například modrou barvu obecně reprezentují v indexu lomu v prostředí větší pro kratší vlnové délky, než-li pro delší vlnové délky, které odpovídají červené. Na rozhraní mezi vzduchem a sklem u svazku paprsků, které bude obsahovat obě složky, bude mít modrá složka menší úhel lomu než červená. Bílé světlo, které se skládá ze všech složek barev viditelného světla s přibližně stejnou intenzitou a při lomu se rozkládá na jednotlivé barevné složky.

Dvojlom a interference

Za určitých podmínek je sklo látkou izotropní, což znamená, že jeho vlastností, včetně optických vlastností jsou ve všech směrech stejné. Pokud se ale ve skle vytvoří napětí, které může být vytvořeno nedokonalým vychlazením nebo vyvolané účinkem vnější síly, sklo se stává opticky anizotropním a vykazuje dvojlom. To vzniká tak, že paprsek dopadajícího světla na povrch skla se štěpí na paprsky dva, řádný a mimořádný. Ty jsou polarizovány ve vzájemných kolmých rovinách. Při průchodu obou paprsků sklem rozdílné rychlosti, vzniká fázový posun (dráhový rozdíl), jehož velikost je přímo úměrná napětí ve skle. Za pomoci polarizačních přístrojů se v praxi využívá toho jevu ke zjištění vnitřního pnutí.

Jestliže dva světelné paprsky prostupují prostředím stejným směrem a kmitají ve stejné rovině, pak dochází k interferenci.

5.1 Barevnost skel

Pomocí barvicích surovin jsou do skloviny vnášeny barvicí částice, které mají vliv na barevnost skla. Ty se vnášejí do sklářského kmene, mohou být přítomny ve formě iontů či molekul. Kromě barvení skloviny se můžeme setkat i s odbarvováním, kterým se snažíme docílit zbavení nežádoucích nečistot ve sklovině a to zejména Fe_2O_3 . Podle vnějšího vzhledu jsem schopni rozdělit skla na čirá bezbarvá, transparentní a zakalená (opakní). Výsledné zbarvení závisí na těchto činitelích:

- Koncentraci barvicích látek,
- chemickém složení základního skla,
- stavu skla, které závisí na přítomnosti oxidovadel a redukovadel a na podmínkách tavení,
- způsobu tepelného zpracování, u barev nadbíhavých.

Skla můžeme rovněž rozdělit podle vnějšího vzhledu, nebo podle velikosti částic (do 1 nm, 1 – 500 nm, nad 500 nm).

Čirá bezbarvá skla

Tyto skla jsou známá pod pojmem křišťál a můžeme je rozdělit na olovnatá a neolovnatá. Dnes se můžeme setkat i s křišťálem s obsahem 30% PbO. Z ekologického hlediska se v některých skel PbO nahrazuje BaO a mluvíme o tzv. krystalínech.

Skla transparentní

Tyto skla jsou též nazývaná čirá či barevná. Jsou vyráběny v mnoha barvách, sytostech a odstínech. Jelikož tyto skla nejčastěji napodobují svým vzhledem přírodní polodrahokamy a drahokamy, jsou i jejich názvy odvozené z mineralogie (ametyst, topas, safír, granát, jantar). Koncentrace barvicích látek ovlivňuje sytost. Pokud sklo při zvyšování teplot svou barvu nemění, jedná se o skla nenabíhavá, kdy je barvivo ve formě iontů či molekul. Jsou to pak taková skla, která při zvyšování teploty své zbarvení mění, nebo nabíhají do jiného odstínu, jejich sytost se buď zvyšuje, nebo snižuje. Jsou to tzv. skla nabíhavá (koloidní částice velikosti 1 – 500 nm).

Skla nenabíhavá

Ve sklech je barvivo přítomno ve formě iontů či molekul, tato skla jsou opticky čirá. Jejich zbarvení je dosaženo přítomností oxidů nebo jiných sloučenin (barvicích prvků), která jsou snadno rozložitelná teplem. Při opakovaném zahřívání nedochází ke změně zbarvení.

Barviva iontová

Barviva iontová jsou buď ve skle v jednom oxidačním stupni. Například Ni^{2+} , který barví sklo hnědočerveně až žlutohnědě (surovina – oxid nikelnatý). Nebo další příklad je iont Co^{2+} , který barví sklo modrofialově a je nejintenzivnější barvicí látkou používanou ve sklářství (surovina – oxid kobaltnatý). Nebo se ve skle také vyskytují ve dvou nebo více oxidačních stupních. Například sloučeniny chromu a železa.

Sloučeniny chromu a železa

Chrom bývá ve skle obsažen ve dvou oxidačních stupních. Modrozeleně sklo barví Cr^3 , dále jako chromovaný anion, který barví žlutozeleně až žlutě. Zbarvení závisí na podmínkách tavení a na přítomnosti dalších iontů.

Sloučeniny železa

Železo se ve skle objevuje ve formě iontů Fe^{2+} a Fe^{3+} . Vzájemný poměr těchto iontů je dán podmínkou tavení, přítomností oxidovadel, resp. redukovadel. Ion Fe^{3+} barví sklo žlutozeleně a ion Fe^{2+} barví sklo modrozeleně

Barviva molekulární

Zbarvení těchto skel je způsobeno přítomností jejich molekul. Rozdíl mezi koloidními barvivy a molekulovými je ve velikosti barvicí částice. Do skupiny těchto molekulárních barviv patří zejména síra, selen a jejich sloučeniny. Přičemž neznámější je uhlíková žlutá a ambr. Podle nejnovějších poznatků, je toto zbarvení způsobeno iontem Fe^{3+} v tetraedrické koordinaci se třemi kyslíkovými a jedním sírníkovým iontem.

Odbarvování skla

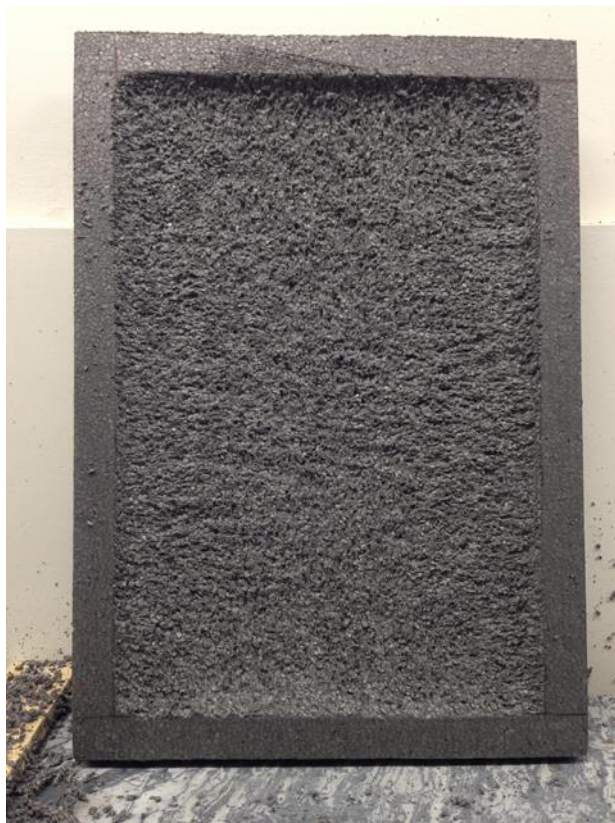
Při odbarvování se v praxi mohou uplatňovat tyto dva odlišné principy, známe buď odbarvování chemické či fyzikální. Princip fyzikálního odbarvování spočívá ve sčítání vlnových délek světla příslušejícího určité barvě, přičemž se volí přibarvování skla na barvu doplňkovou, která dává s nežádoucím odstínem neutrální šed. U chemického odbarvování se využívá oxidovadel, případně oxidačního prostředí při tavení. Kdy se rovnováha mezi ionty Fe^{2+} a Fe^{3+} posunuje na stranu iontu železitého. Což je iont, který způsobuje zbarvení o nižší intenzitě. Jako chemická odbarviva se používají síran sodný, oxid arzenitý spolu s dusičnanem sodným.

6 Vlastní realizace skleněné tavené plastiky

6.1 Výroba modelů

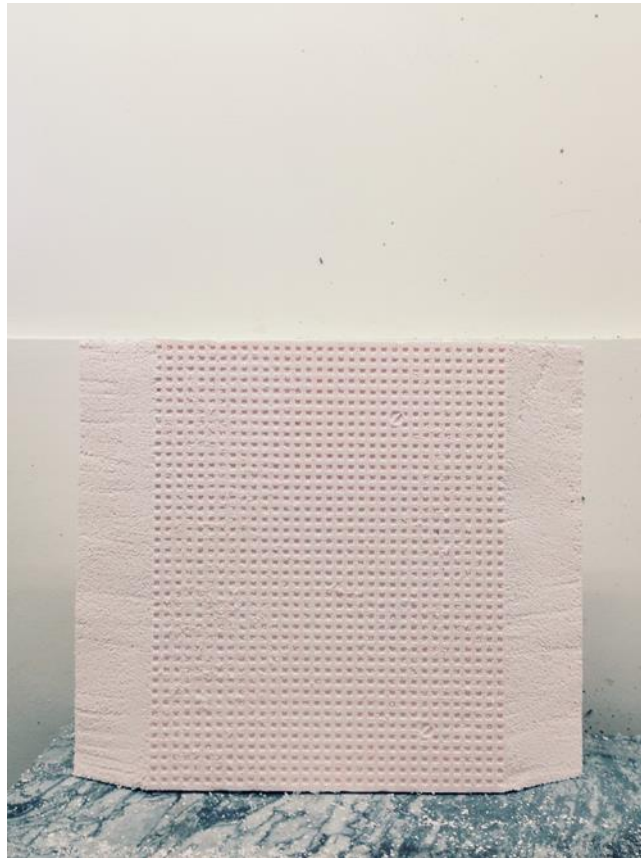
Vlastní realizace začíná u modelů a nalezení tvaru a struktury, který se odlije do sádry. Už při zkouškách jsem formovala určitý tvar pro výsledné modely. Rozhodla jsem se vytvořit tři modely z dvou druhů polystyrenu. Jelikož má inspirace přímo odkazuje i na materiály, ze kterých jsem se rozhodla vytvářet modely pro tavenou plastiku, je v těchto modelech částečně přiznaná přirozená strukturovanost polystyrenových desek.

Jeden model jsem vytvořila z růžového extrudovaného polystyrenu, který mě zaujal svým texturovaným rastrovým povrchem. Pomocí pilky jsem geometricky tvarovala novou boční strukturou (obr. 6.2). Další model jsem vytvořila z jednoho kusu šedého fasádního polystyrenu. Rozhodla jsem se vytvořit obdélníkový tvar a tím napodobit tradiční formát polystyrenových desek. Poté jsem pomocí struhadla na polystyren vytvářela prohlubující se erozní texturu (obr. 6.1). Třetí model je ze čtyř menších obdélníkových kusů, každý z těchto čtyř kusů má svou originální strukturu, která vznikla za pomoci reakce s acetonem. Polystyrenové desky tak vytvářely jistou formu eroze při vlivu chemikálie.



Obrázek 6.1 Baltazar, polystyrenový model

Tyto tři modely jsem pojmenovala Kašpar, Melichar a Baltazar (Jejich jména nijak neodkazují na inspiraci, ale jejich pojmenování usnadňovalo práci při počítání s rozměry či váhou atd.)



Obrázek 6.2 Melichar, polystyrenový model

7 Výroba forem

Po dokončení polystyrenových modelů následuje důležitý krok a to vytvoření sádrových forem. Pro vytvoření tavené plastiky je nutné, aby model byl obložen ohrádkou z armatury, jelikož při následném tavení dochází k tlaku na stěny sádrové formy způsobené roztavenou sklovinou. Špatně odlitá nebo uschlá forma může mít katastrofální dopad na výsledek.

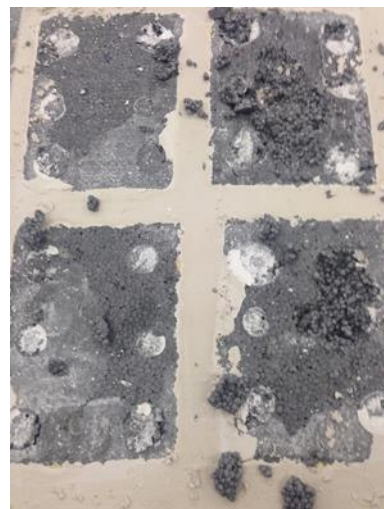
Jeden z mých prvních kroků, bylo přilepení modelů spodní stranou ke stolu, jelikož polystyrenové desky jsou lehčí nežli sádra a tudíž by při zalévání sádro, mohly uplavat. Také jsem tímto způsobem doladila poslední model (Kašpara) a to tak že jsem čtyři kusy polystyrenu nalepila s distancí od sebe.

Takto přilepené modely jsem ohradila dřevěnými prkny. Model a vnitřní okolí jsem namazala stearinem, který zabrání přilepení ke stěnám formy a následné snadnější odstranění modelu od sádrové formy. Jak jsem již zmiňovala tak jsem vytvořila ohrádku kolem a na modelu. Pro utěsnění malých otvorů jsme použila hlinu.

Takto připravené modely se již mohou zalít sádro. Je důležité mít správný poměr sádry, písku a vody. Když sádra trochu zaschne, je možné odstranit dřevěnou ohrádku a otočit formy. Poté jsem odstranila polystyrenový model ze sádrové formy. Následně jsem musela nechat formy vyschnout, což při jejich rozměru trvalo téměř měsíc a půl.



Obrázek 7.1 Zalitá forma



Obrázek 7.2 Obrácená forma (Kašpar)

8 Výběr skla a příprava formy k tavení

Před nákupem skla je potřeba změřit, kolik kilogramů skla bude potřeba k vyplnění formy. Měření se provádí za pomoci jemného písku a odměrného válce. Do formy se nasype písek až tam, kam má dosáhnout hladina. Objem písku se následně vynásobí koeficientem skla. Pro mnou použitá tyčová skla byl použit koeficient 2.6.

Pro výsledné tavení jsem zvolila tyčové sklo z firmy Preciosa – Ornela. Pro tavbu jsem zvolila natolik tmavá skla, aby se transparentnost projevila zejména v nejužších místech skleněné plastiky a poskytla nám tak pohled do jejího nitra. Všechny plastiky mají utvořenou hladinu v celé ploše. Díky mé inspiraci jsem vybírala takové barvy, které lze vidět na oknovém sklu při zapadajícím slunci či při východu slunce.

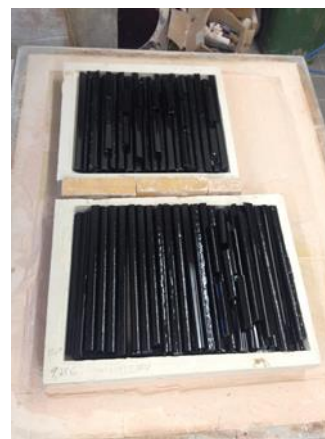
Takto vyschlé a dokonale vyčištěné formy se usadí do pece. Bylo nezbytné, aby byly dokonale položeny, tak aby hladina byla vodorovná, to se ověří vodováhou. Díky tomu se utaví rovný povrch (obr. 8. 1). Formy se vyrovnají pomocí jemného písku, kterým je pokryto celé dno pece. Písek zároveň chrání topné spirály před eventuálním vytečením skloviny při popraskání forem.

Následně se připraví tyče, které se nasekají, tak aby se vešly do formy (obr. 8.2). Všechny kusy skla musí být očištěny od prachu a jiných nečistot, jelikož by se tyto nečistoty mohly projevit ve sklovině.

Bohužel se do pece vešly pouze dvě formy (Melichar, Baltazar). Třetí forma se do pece dostala až za dva týdny a s délkou tavícího procesu, bylo zřejmé, že nebude utavena včas k procesu zušlechťování.



Obrázek 8.1 Usazení forem



Obrázek 8.2 Vyplnění tyčovým sklem

8.1 Tavení

Vlastní tavení probíhá pokaždé jinak, doba tavení závisí na tavící křivce, kterou má každé sklo jiné. Například olovnatým sklům stačí nižší teplota, za to tvrdší skla potřebují vyšší teplotu a delší dobu tavení, tak aby sklovina mohla zatéct všude ve formě. Při chlazení je potřeba, aby teplo ze skloviny odcházelo rovnoměrně. Kdyby se sklo ochladilo příliš rychle, mohly by se střetnout vyšší teploty uvnitř skla s nižší teplotou formy, což může mít za následek popraskání skla. Čím je objem skla větší, tím je proces tavení a chlazení skla delší. Melichar je tvořen ze 34 kg skla a Baltazar ze 26 kg skla. Tavící proces trval více než dva týdny. Po skončení tavícího procesu, sklo vychladne na 30 – 40 °C, se utavené sklo může oddělit od formy a to opatrně za pomoci kousku dřeva (Obr. 8.4).



Obrázek 8.3 Utavené sklo



Obrázek 8.4 Odstranění sádrové formy

8.2 Zušlechťování

Sklo se po vyjmutí z pece důkladně omyje vodou a kartáčem. Jelikož skla budou dále pískované, tak není potřeba řešit zanesené prohlubně sádro. Tyto prohlubně se vyčistí při pískování (Obr. 8.5).

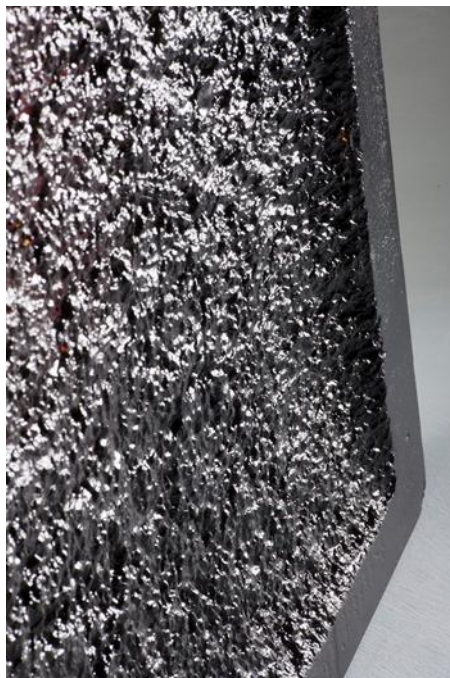
Díky velikosti a váze skel nebylo možné brousit ani leštit na hladinářských nebo kotoučových strojích. Proto se skla brousila ve vaně za pomoci ruční brusky s brusným kotoučem. Za pomoci těchto brusných kotoučů se odbrousily přelisky. Dále bylo zapotřebí mírně zaoblit okraje plastiky. Také bylo potřeba zarovnat základnu, na které bude objekt stát. Celkovým cílem broušení bylo zachovat co nejvíce z povrchové

struktury objektu a nenarušit plochou stranu skel, která z pece vyšla dobře utavená. Proto byla ochráněna lepicí páskou. Posledním krokem bylo chemické leštění.

To se provádělo v Pelechovské sklárně u Železného Brodu. Před leštěním se skla vypískovala nejdříve jemně a posléze hrubě. Tím se odstranily zbytky sádry a také se podařilo odstranit mírné odskelnění, které na strukturovaném povrchu skla vzniklo při tavení. Poté bylo sklo vloženo do lázně kyseliny fluorovodíkové. Za střídaného ponoru se sklo vyleštilo do požadovaného lesku.



Obrázek 8.5 Utavená struktura (Baltazar)



Obrázek 8.6 Chemicky vyleštěná struktura (Melichar)

8.3 Pokusy světla a tavené plasty

V neposlední řadě bych se ráda na tomto místě věnovala optickým jevům hotových skleněných plastů. V této práci se několikrát zmiňuji o světle a o optických vlastnostech skla, jelikož právě tyto vlastnosti byly jednou z mých inspirací. Tudiž jsem zkoušela použít rozdílnou intenzitu světla z různých stran. Jak jsem předpokládala, v nejtenčích místech byla transparentnost nejzřejmější a barva světlejší. V určitém úhlu osvětlení plasty ztrácejí svůj skleněný vzhled a stávají se tmavou hmotou. Na hladké a rovné ploše docházelo ke zřetelnému odrazu. U Melichara se podařilo, při osvětlení bílým světlem dosáhnout absorpce světla a díky barvicím složkám ve hmotě skla se procházející světlo hmotou změnilo, neboli změnilo své spektrální složení. Celý tento pokus je zřejmý na fotografiích.

9 Závěr

Při práci s velkoobjemovou skleněnou plastikou, jsem uplatnila znalosti technologie zpracování skla jak v rovině teoretické tak praktické.

Výsledek, jak je dokumentován na výsledných přiložených fotografiích Melichara a Baltazara, dává skleněným plastikám další rozměr, který svou podstatou překračuje svazující hranice hmotného tělesa. Světlo prostupující na jedné straně plastiky do a na druhé straně vystupující ve zcela změněné podobě dává tušit i jiné souvislosti, které pro vnímavého člověka rozšiřují vnímání něčeho tak na první dotek chladného jako je sklo.

Svojí prací jsem si potvrdila názor, že sklo třeba i v surovém tvaru může být působením světla inspirativní a vzbuzující v člověku emoce různého druhu, které mohou na oplátku takovému výtvaru alespoň na malý okamžik vtělit duši.

10 Seznam obrázků

Obrázek 1.1 Eroze půdy [1].....	12
Obrázek 1.2 Struktura polystyrenu [2]	13
Obrázek 1.3 Ploché sklo (texturované)[3].....	13
Obrázek 1.4 Ploché sklo (texturované)[3].....	14
Obrázek 1.5 Ploché sklo (texturované)[3].....	14
Obrázek 1.6 Odraz světla [4].....	15
Obrázek 1.7 Lom světla [4].....	15
Obrázek 2.1 Aceton na polystyrenu (šedý)	17
Obrázek 2.2 Aceton na polystyrenu (bílý).....	17
Obrázek 2.3 Aceton na polystyrenu (extrudovaný růžový)	18
Obrázek 2.4 Mechanická zkouška na polystyrenové desce (šedý).....	18
Obrázek 3.1 Lampa na Jungmanově náměstí (Emil Králíček) [5]	19
Obrázek 3.2 Semestrální práce, pocta kubistické architektury v Čechách.....	20
Obrázek 3.3.Stanislav Libenský – Jaroslava Brychtová, Prostor II [6]	22
Obrázek 3.4 Oldřich Plíva, kiln cast glass, tavená skleněná plastika [7]	23
Obrázek 6.1 Baltazar, polystyrenový model.....	32
Obrázek 6.2 Melichar, Polystyrenový model	33
Obrázek 7.1 Zalitá forma (Kašpar).....	34
Obrázek 7.2 Obrácená forma (Kašpar).....	34
Obrázek 8.1 Usazení forem.....	35
Obrázek 8.2 Vyplnění tyčovým sklem.....	35
Obrázek 8.3 Utavené sklo.....	36
Obrázek 8.4 Odstranění sádrové formy	36
Obrázek 8.5 Utavená struktura (Baltazar)	37
Obrázek 8.6 Chemicky vyleštěná struktura (Melichar).....	37

11 Použité obrázky a zdroje

Obrázky

- [1] [online]. [cit. 2018-04-03]. Dostupné z: <http://yellconsumerradio.com/2017/09/14/causes-and-preventive-measures-of-erosion/>
- [2] [online]. [cit. 2018-05-03]. Dostupné z: <https://www.izolace-info.cz/aktuality/?nid=21219-polystyren-expandovany-polystyren-eps.html#.WutUEuQh2M8>
- [3] [online]. [cit. 2018-04-03]. Dostupné z: <https://rcdezine.deviantart.com/art/Glass-Texture-350473344>
- [4] [online]. [cit. 2018-04-03]. Dostupné z: <http://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/svetlo/odraz-lom-svetla>
- [5] MAREK, Vlastimil. *Něco v síti: fejetony, které vycházely od roku 1997 na internetu na adrese http://svet.namodro.cz*. Praha: Dharma Gaia, 1999. ISBN 80-86013-57-X.
- [6] [online]. [cit. 2018-04-03]. Dostupné z: <https://www.luxus.cz/krehka-sila-skla-novy-rekord-za-plastiku>
- [7] [online]. [cit. 2018-04-03]. Dostupné z: https://www.lidovky.cz/o-skle-se-mi-i-zdalo-rika-legendarni-sklarka-brychtova-pdp-design.aspx?c=A150209_160108_In-bydleni_toh

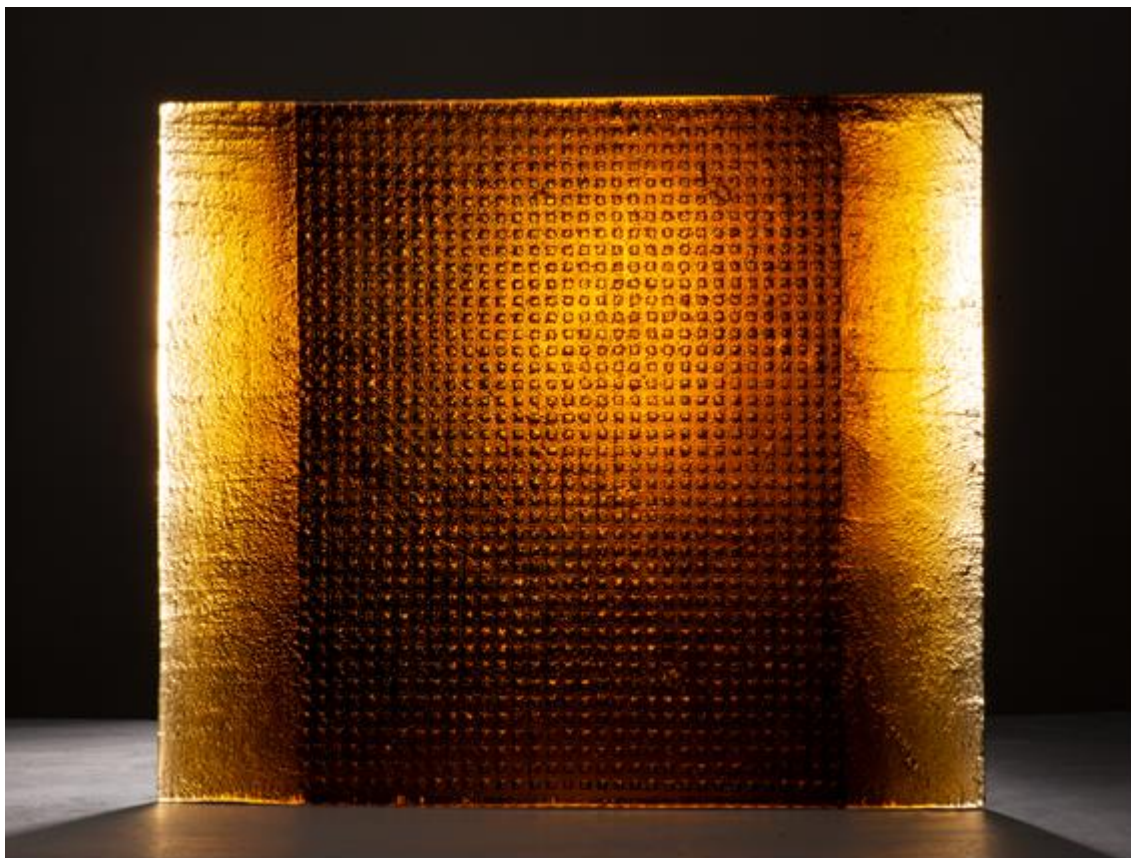
Zdroje

- [8] HOTAŘ, Vlastimil. Úvod do výroby komponent skleněné bižuterie. Liberec: Technická univerzita v Liberci. Liberec, 2009. ISBN 978-80-7372-534-1.
- [9] KLESBA, Vladimír. Základy technologie skla pro hospodářskou fakultu. Vysokoškolská podnik, s. r. o., Liberec Komenského, 2002. ISBN 80-7083-556-7.
- [10] PIJON, José. Dějiny umění. Praha: Euromedia Group, 2002. ISBN 80-242-0720-6
- [11] VOJTĚCHOVSKÝ, Miroslav. *Skleněné rozhovory*. 1. Praha: Creatteam, 2016. ISBN 978-80-86801-09-4.
- [12] [online]. [cit. 2018-04-03]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Eroze>

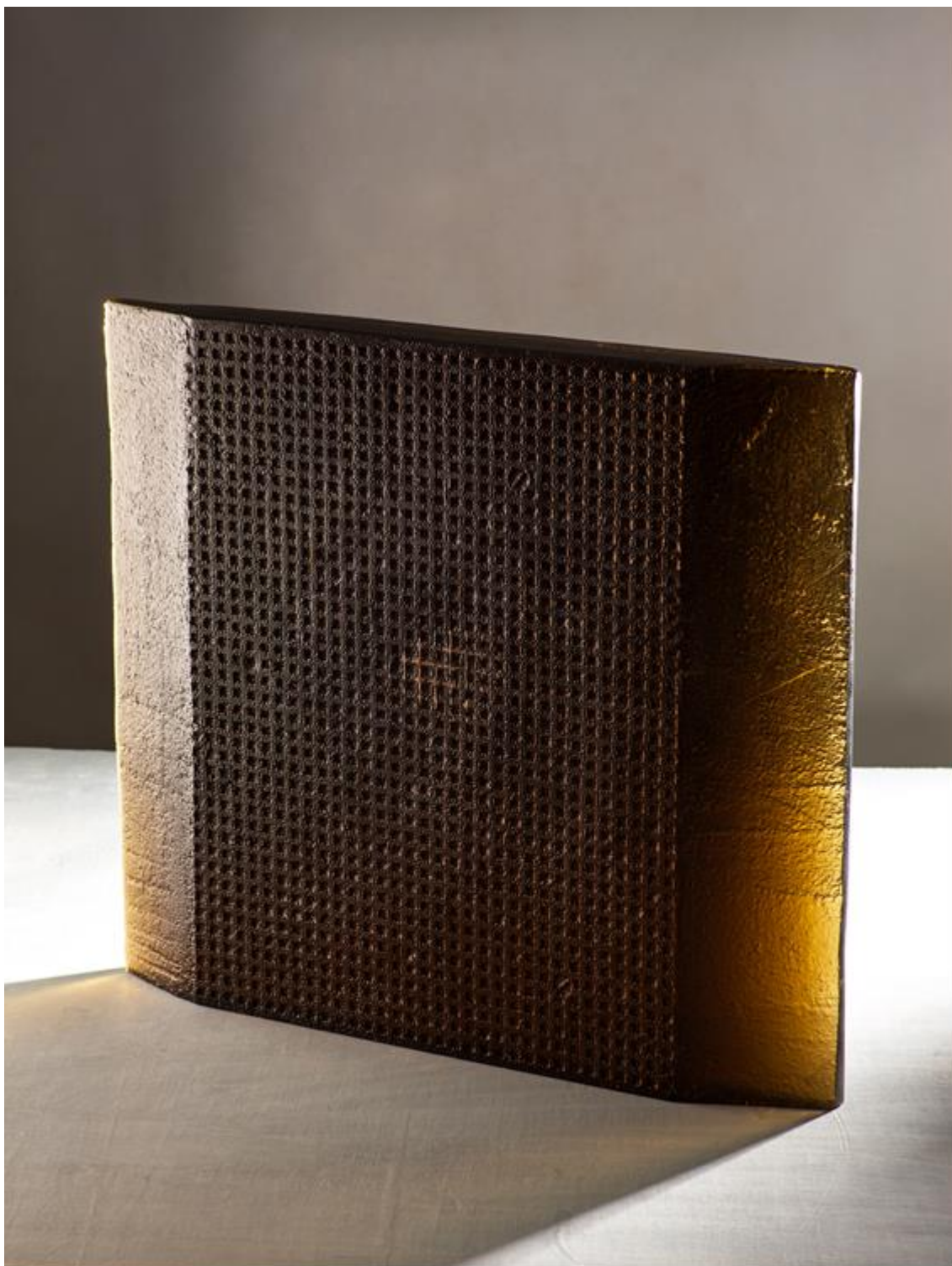
- [13] [online]. [cit. 2018-04-03]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/w/index.php?search=rastry&title=Speci%C3%A1ln%C3%AD:Hled%C3%A1n%C3%AD&go=J%C3%ADt+na&searchToken=4toaws8qkd4jjoyibldf3ws8d>
- [14] [online]. [cit. 2018-04-03]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Struktura>
- [15] [online]. [cit. 2018-04-03]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Ploch%C3%A9_sko
- [16] Světlo [online]. [cit. 2018-04-03]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Sv%C4%9Btlo>
- [17] [online]. [cit. 2018-04-03]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Polystyren>
- [18] [online]. [cit. 2018-04-03]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Aceton>
- [19] [online]. [cit. 2018-03-03]. Dostupné z: <http://www.hanaglass.cz/html/cj3.htm>
- [20] [online]. [cit. 2018-04-03]. Dostupné z: <http://www.vetrelciavolavky.cz/sochari/stanislav-libensky-jaroslava-brychtova>
- [21] [online]. [cit. 2018-04-03]. Dostupné z: https://www.lidovky.cz/o-skle-se-mi-i-zdalo-rika-legendarni-sklarka-brychtova-pdp-/design.aspx?c=A150209_160108_In-bydleni_toh
- [22] [online]. [cit. 2018-03-03]. Dostupné z: <http://www.oldrichpliva.info/>
- [23] [online]. [cit. 2018-03-03]. Dostupné z: <https://www.mestojablonec.cz/cs/mesto/jablonecky-mesicnik/rocnik-2016/09-2016/oldrich-pliva-zivot-vytvarnika-to-je-takovy-full-time-byznys.html>

12 Fotodokumentace

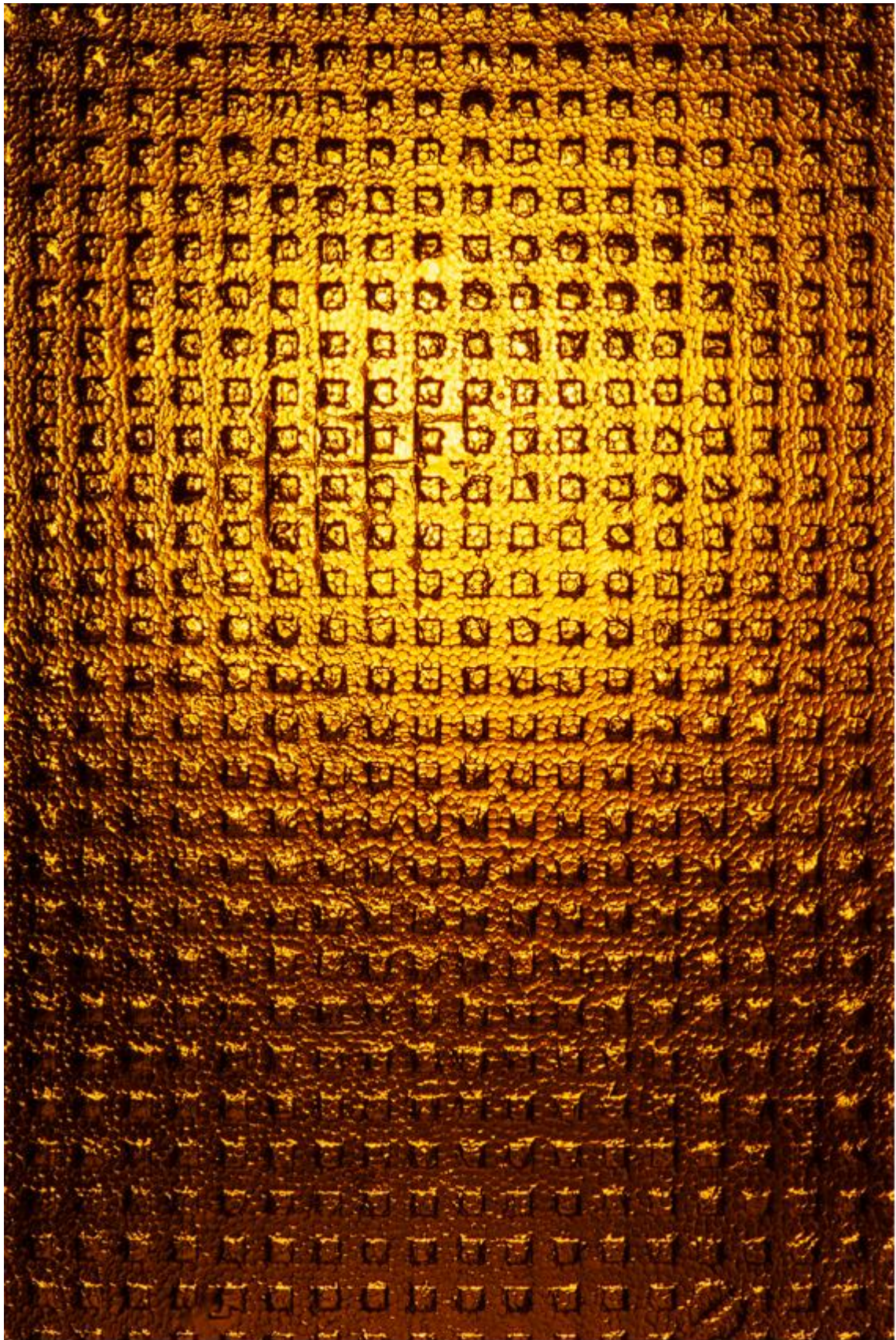
Melichar

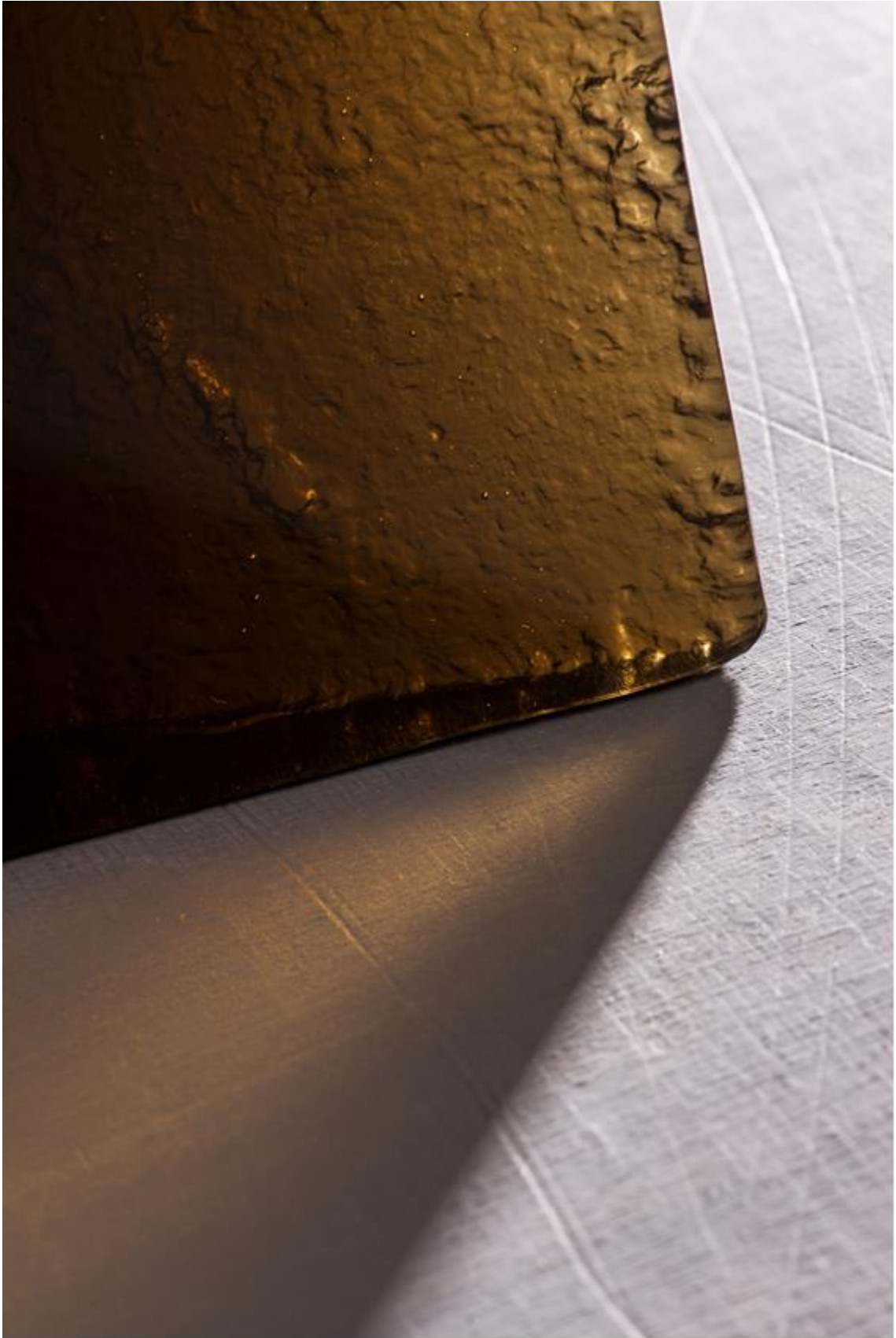


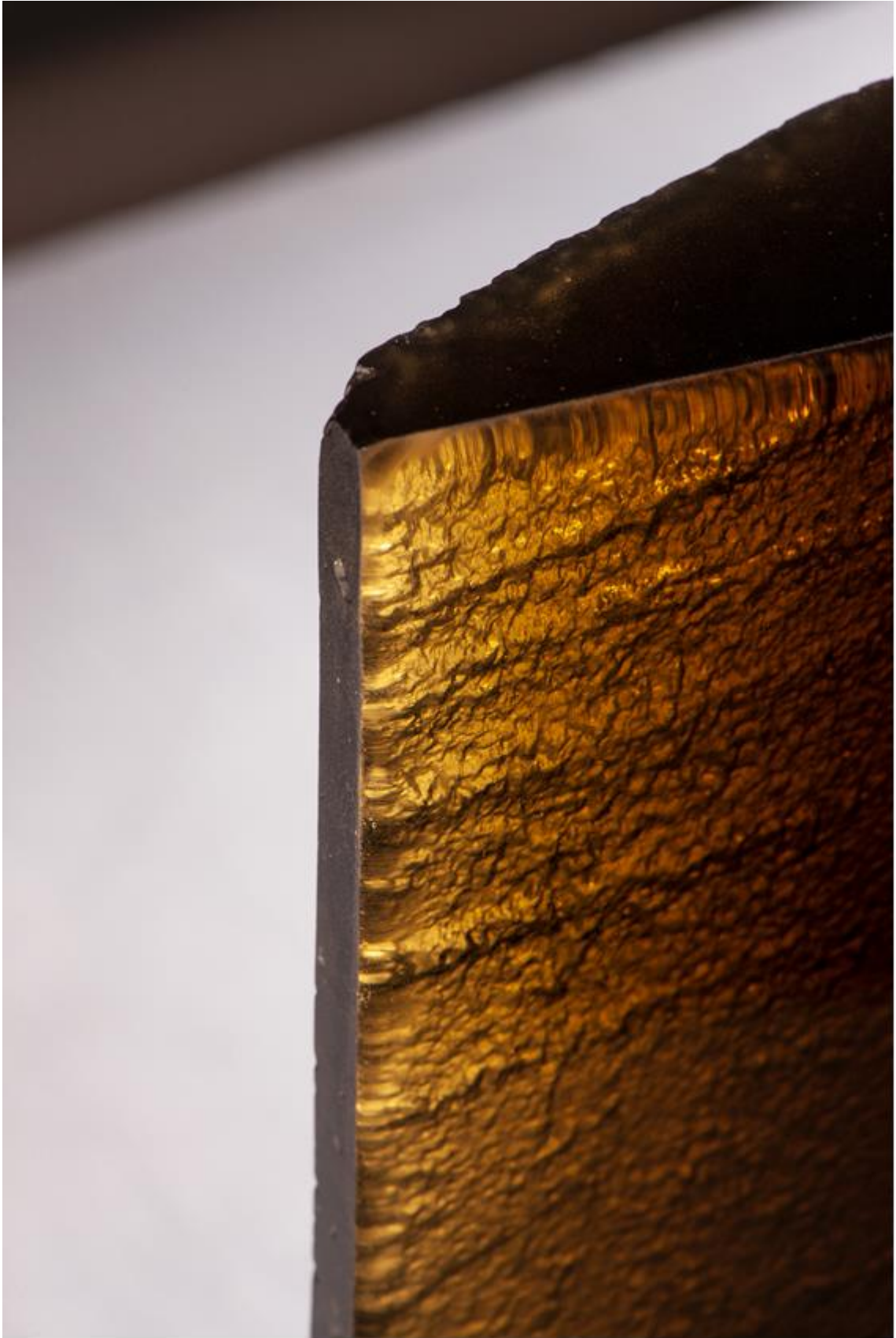












Baltazar









