



OPTICKÉ LOMY VE SKLE

Bakalářská práce

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





Optical refraction in the glass

Bachelor thesis

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

Author: **Natálie Bozděchová**
Supervisor: ak. soch. Oldřich Plíva



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Natálie Bozděchová**
Osobní číslo: **T12000065**
Studijní program: **B3107 Textil**
Studijní obor: **Textilní a oděvní návrhářství**
Název tématu: **OPTICKÉ LOMY VE SKLE**
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. Rešerše na téma skleněný světelný objekt.
2. Hutní zpracování skla - crackle efekt.
3. Návrhy a jejich rozpracování.
4. Realizace prací zvolenou technologií.
5. Fotodokumentace, video.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: **25**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

Gombrich, E. H.: Příběh umění, nakladatelství Argo, 1997, ISBN 80-204-0685-9

Langhamer, A.: Legenda o českém skle, nakladatelství TIGRIS, 1999, ISBN 80-860-6202-3

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

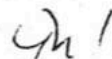
Katedra designu

Datum zadání bakalářské práce: **12. října 2015**

Termín odevzdání bakalářské práce: **13. května 2016**



Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka



Ing. Renata Štorová, CSc.
vedoucí katedry

V Liberci dne 7. března 2016

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:

Podpis:

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat především vedoucímu své bakalářské práce, panu ak. soch. Oldřichu Plívovi, za jeho odborné rady a připomínky během tvůrčí činnosti, dále pak Lukáši Šulcovi a Emilu Matějkovi, za jejich pomoc a ochotu během realizace. Také bych chtěla poděkovat panu Jirkovi Stejskalovi za pomoc při výrobě nerezových součástek a v neposlední řadě také velmi děkuji své spolužačce Barboře Tydlitátové za její podporu a asistenci.

Anotace

Cílem mé bakalářské práce je vytvoření kolekce světelných objektů, které vznikaly na sklářské školní huti v Železném Brodě. Především se jedná o práci s jednoduchým rotačním tvarem baňky a kombinaci skla a světla. Ve své práci se zabývám jak technologií výroby, tak i designem. Výsledkem by mělo být získání nových praktických i teoretických zkušeností během procesu tvorby a zhotovení finální podoby skleněných objektů určených do interiéru.

Klíčová slova

krakelování, skleněná baňka, Železnobrodsko, hutní zpracování skla, světlo, objekt

Annotation

The goal of my bachelor thesis is the creation of a lighting objects collection, which came to be at the school glassworks. It mainly concerns working with a simple circular shape of the basic bulb flask and the combination of glass and light. In my work I deal with manufacturing technologies and design as well. The result should consist of both obtaining new practical and theoretical experience and the completion of a finalised form of the glass objects intended for interior use.

Key words

Crackle effect, glass bulb flask, the region of Železný Brod, fabricated glass, light, object

Obsah

1	ÚVOD	9
2	INSPIRACE.....	10
2.1	Historie sklářské školy v Železném Brodě.....	10
2.2	Svítidla jako světelné objekty	13
3	TECHNOLOGIE HUTNÍHO ZPRACOVÁNÍ SKLA.....	16
3.1	Sklářská vsázka.....	16
3.2	Zakládání vsázky.....	20
3.3	Tavení skla.....	20
3.4	Vlastnosti skloviny.....	21
3.5	Vlastnosti skla	22
3.6	Ruční tvarování skla.....	25
3.7	Plastické zdobení skla - kraklování.....	30
3.8	Chlazení.....	31
3.9	Zušlechťování skla	31
4	PROCES NAVRHOVÁNÍ	33
5	REALIZACE.....	37
6	ZÁVĚR	40
7	POUŽITÉ ZDROJE	41
8	FOTODOKUMENTACE.....	43

1 ÚVOD

Na vysokou školu jsem šla hlavně za šperkařským uměním, mám jen jazykové gymnázium, a protože mne od dětství bavilo cokoli tvořit a produkovat vlastníma rukama, bylo toto pro mne velkou výzvou. Díky vysokoškolskému studiu jsem se však dostala i ke sklu a práce s ním mi učarovala. Je to materiál, který je neuvěřitelně ušlechtilý a zároveň nevyzpytatelný. Můžete mu věnovat dostatek péče a pozornosti, ač jste však sebeopatrnější, nemusí to stačit a vše se roztříští na malé kousky.

Technická univerzita mi díky svému skvělému zázemí a báječnému pedagogickému vedení poskytla zkušenosti s rozličnými technikami zpracování skla. Jediná věc, co mi scházela, byla zkušenost s hutním zpracováním skla po praktické stránce, a proto jsem se přihlásila na střední uměleckoprůmyslovou školu v Železném Brodě, kde začala moje cesta za dalším osvojováním si sklářského umění a to na místní školní huti Hedvika. Tady začíná i moje bakalářská práce.

2 INSPIRACE

2.1 Historie sklářské školy v Železném Brodě

Železnobrodsko bylo dříve regionem bez sklářské tradice. Sklo se tady před tím netavilo, nefoukalo, nebrousilo, nerylo, ani nemalovalo. Nevyráběli se zde ani vzdáleně sklářské figurky, pro které je region tak vyhlášený.

Přibližně od poloviny 19. století se u pícek v driketách nebo u kahanů mačkaly korálky, knoflíky a menší skleněné kameny, na brusech-klemprdách ručně sekaly korálky – „rokajl“, několik let se tu a tam navíjely perle nebo doma brousily a navlékaly korále. Později se brousily a povrchově zušlechťovaly také kroužky – bengle.

Pro vytvoření jakéhosi zdání sklářských tradic se připomínala sklárna v Huti-Syřišťově u Zásady, která byla v provozu od poloviny 16. do začátku 18. století a patřila k nejvýznamnějším v regionu.

V Železném Brodě chtěli školu odbornou, ale nevěděli jakou. Hovořili o škole sklářské, ale víc mysleli na školu pasířskou, tedy bižuterní, která by jim umožnila zkvalitnit domácí výrobu. Chtěli se naučit s bižuterií i obchodovat. Chtěli, aby z města a okolí udělala region schopný konkurovat Jablonci. V Praze se myslelo na školu sklářskou, srovnatelnou s již existujícími německými školami v Kamenickém Šenově a Novém Boru.

Železnobrodským se splnil sen až 12. prosince 1919, kdy se v Praze rozhodlo Revoluční národní shromáždění o zřízení první české Státní

odborné sklářsko-obchodní školy v Železném Brodě. Nikdo v té době netušil, že výsledek se tolik vzdálí původním představám, že se železnobrodští absolventi této školy nestanou konkurentem Jablonce nad Nisou a jeho bižuterie, ale zaslouží se o vznik nového střediska výtvarného vývoje a ruční výroby skla v Čechách.

Železnobrodský okres byl v té době průmyslový, byly v něm brusírny, kde se vyrábělo tzv. jablonecké zboží, které se dodnes mylně považuje za produkt jabloneckého okresu. Mimo brusírny pracovalo ještě asi 1700 mačkářů a 3000 dalších domácích sklářských dělníků, které by „škola jen naučila čelit konkurenci, protože dělníci umí pracovat, ale neumí obchodovat“. Proto také jedním z přání obyvatel bylo, aby do programu budoucí sklářské školy byla zařazena osnova dvouleté obchodní školy a aby ji mohly navštěvovat i ženy.

Na jaře 1920 vypsal Ministerstvo školství a národní osvěty konkurz na místa učitelů-výtvarníků. Z přihlášených uchazečů vybralo Josefa Jirouše, Bedřicha Jelínka a Jaroslava Brychtu.

Jaroslav Brychta (*1895-1971) byl sochař - absolvent pražské Uměleckoprůmyslové školy. Jak po letech přiznal, když se na radu svého učitele sochaře Bohumila Kafky do konkurzu přihlásil, věděl prý jen to, že jsou ze skla tabulky v oknech, lahve a půllitry. Před příchodem do Železného Brodu ho ministerstvo školství poslalo do Kamenického Šenova a Nového Boru, aby tam získal zkušenosti a znalosti. Šťastné bylo jeho seznámení s jediným tamním českým sklářským podnikatelem Václavem Jíllem, který mu zprostředkoval setkání s místními podnikateli, sklářskými mistry a patrně také některými učiteli sklářských škol. Po příchodu do Železného Brodu se

ze všeho nejdříve seznamoval s novým prostředím, zvyky, tradicemi a domácí výrobou, a poznatky promítal do školní tvorby. [1]



Obr 2-1 Střední uměleckoprůmyslová škola sklářská v Železném Brodě



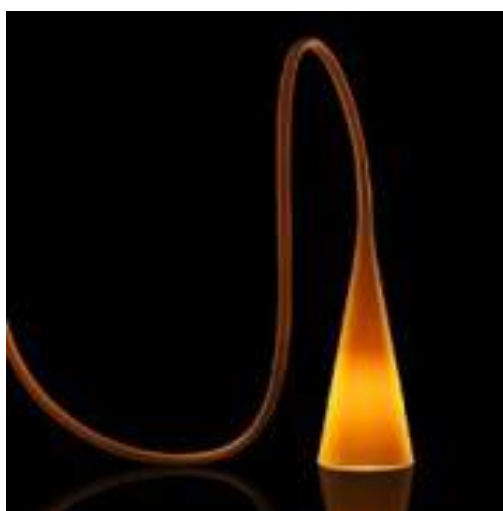
Obr 2-2 Město Železný Brod v době založení státní odborné sklářsko-obchodní školy

2.2 Svítidla jako světelné objekty

Svítidla mají často více variací, jednotlivé typy svítidel se vzájemně doplňují. Je u nich nutné klást důraz na soulad technického a výtvarného řešení, úspornost světelných zdrojů, barvu světla, optiku svítidel, možnost stmívání, směřování světelného toku atd. To jsou prvky, které při posuzování svítidla hrají hlavní roli. U svítidel – světelných objektů je situace poněkud jiná.



Obr 2-3 stolní lampa Kundalini-Atomium, design Hopf & Wortmann, 2006



Obr 2-4 Foscarini-UTO, Lagranja Design, 2005

„Světelné objekty mohou být svítidla, která jsou ze světelného hlediska zbytná. Neposkytují celoplošné osvětlení, nelze je obvykle používat jako pracovní svítidla. Poskytují spíše estetický zážitek, jsou objektem, který na sebe soustřeďuje pozornost. Proto by bylo možné soudit, že jde, minimálně ze světelnotechnického hlediska, o svítidla nadbytečná. Ale i tato svítidla mají své opodstatnění, do konce naopak – mohou být onou „třešničkou na dortu“.“

Velice často se vyskytuje světelný objekt v kombinaci s hlavním osvětlením a to v ideálním skloubení výtvarné stránky se světelnou.

Stejně jako se dříve lidé obklopovali krom užitných předmětů i estetickými, které byly vyloženě jen libé na pohled jako třeba keramika, obrazy, sklo nebo květiny, i dnes máme tuto touhu. A proč bychom si ji nemohli plnit v podobě svítidla příjemného na pohled, jak v jeho základní nesvítící podobě, tak jako svítícího objektu. Je tedy zřejmé, že osvětlovací funkce není dominantní. Ale ani ta nemusí být zcela vyloučena. Tato svítidla jsou vhodná tam, kde postačuje nízké osvětlení pro vytvoření určité atmosféry – nálady.



Obr 2-5 Kundalini-La La Lamp, design Helen Kontouris, 2004



Obr 2-6 Belux-Jingzi 30, design Herzog & de Meuron, 2005

U světelných objektů je pro nás jako pozorovatele – uživatele nejdůležitější design (estetická stránka). Ne snad, že u jiných svítidel by nás vzhled neměl zajímat, ale v některých interiérech jsou svítidla potlačena až skryta a uživatel vnímá pouze osvětlený prostor. U dekorativních světelných objektů se posuzuje použití a zpracování materiálů včetně barvy ve zhasnutém stavu, zejména ale po rozsvícení, neboť barva stínidla dává charakter světlu, a tím i osvětlovanému prostředí. Vše záleží na subjektivním pocitu.

Je důležité se věnovat i kompozicím tvořených více světelnými objekty. Není nutné se omezovat pouze na vícenásobné použití stejných svítidel, ale lze kombinovat různé varianty svítidel tvořících tzv. rodiny – např. stojanové, závěsné, nástěnné nebo volně položené svítidlo. Některá svítidla se pokládají přímo na zem.

U dekorativních světelných objektů není volba světelného zdroje dominantní. Obvykle se používají žárovky s teplou barvou světla. Lze ale najít i svítidla osazená kompaktními zářivkami, popř. diodami LED. Nicméně nejpreferovanějším a nejméně úsporným světelným zdrojem je stále žárovka.

Svítidla často plní vedle světelné funkce i funkci hlavního prvku v interiéru, lze je však úspěšně uplatnit i v exteriéru. Tyto dva typy svítidel mohou být tvarově téměř stejná, verze určená do exteriéru ale musí být dostatečně chráněna před vniknutím cizích těles, prachu a vody. Mnohé typy svítidel se vyrábějí ve dvou nebo více velikostech a v různých barevných provedeních. Pro běžné, každodenní používání jsou nejvhodnější bílá svítidla. Naopak svítidla barevná (myšleno s barevným průsvitným stínidlem) jsou určena spíše pro mimořádné chvíle a jsou vhodná k navození zvláštní atmosféry.

Je nutné si uvědomit, že čím je světelný objekt větší a výraznější, tím větší odstup a prostor vyžaduje.

Svítidla – světelné objekty nemusí být vždy fixována na pevný vývod elektrického kabelu, například malá dekorativní svítidla napájená baterií a osazená barevnými diodami LED lze v prostoru umisťovat na libovolném místě nebo podkladu (nábytek, skleněná výplň dveří aj.). Můžeme pomocí nich vytvářet barevnou atmosféru v interiéru.

[2],[3]

3 TECHNOLOGIE HUTNÍHO ZPRACOVÁNÍ SKLA

Ve sklárnách se ze základních surovin (písku, sody, vápence a dalších) taví sklo, to pak zpracováváme buď strojově nebo ručně a to hlavně v hutních halách. Huť bývá vysoká prostorná hala čtvercového půdorysu. Na hřebenu střechy je tzv. rytíř s větracími otvory, kterými odchází horký vzduch ohřátý teplem vycházejícím z pece. Tavící pec bývá zpravidla uprostřed hutní haly. Kolem pece bývá umístěno podium, tzv. “verštat”, které je ze dřeva a na němž pracují skláři. [4]

Má práce je zpracována převážně hutním tvarováním skloviny na sklářské huti, začněme však od úplného začátku celého procesu a to od výroby skloviny jako takové. Sklovina je utavena z tzv. vsázky, ta je ze dvou částí, ze sklářského kmene a střeplů.

3.1 Sklářská vsázka

Suroviny pro výrobu sklářského kmene:

Sklářský tavný písek do skla dodává SiO_2 , získáváme ho těžbou a modifikací přírodních křemenných surovin, například rozpalováním, praním a tříděním pískovců či písků nebo drcením, mletím písků nebo kusového křemene a následným tříděním vzniklé drti.

Soda do skla dodává Na_2O . Vyrábíme jí kalcinováním NaHCO_3 , připraveného z kamenné nebo průmyslové soli působením NH_4 a CO_2 .

Síran sodný-sulfát do skla dodává Na_2O . Získáváme ho rozkladem průmyslové soli kyselinou sírovou.

Kalcinovaná a hydrátová potaš do skla dodává K_2O . Vyrábíme ji z výpalkového uhlí za přísady páleného vápna. Je krystalická.

Vápenec do skla dodává CaO . Získáváme ho drcením, mletím a tříděním. Jeho zrnitost by neměla přesahovat 0,45 mm.

Dolomit do skla dodává CaO a MgO . V přírodě se nachází přirozeně jako dolomitový písek .

Suřík do skla dodává PbO . Vyrábíme ho za tepla a přístupu vzduchu oxidací masikotu (zelený klejt).

Živec a živcové suroviny do skla dodávají převážně SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , K_2O , CaO .

Nachází se běžně v přírodě. Hlavní složkou živce je nerost živec draselný či sodný, základní složkou živcového pegamtitu je živec křemen.

Znělec do skla dodává převážně SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , Fe_2O_3 . Je to vyvřelá sopečná hornina, hlavním požadavkem je co nejvyšší obsah alkálií a nízký obsah Fe_2O_3 .

Barviva, kaliva a čeřiva se přidávají do kmene ve velice nízkých dávkách (jen několik gramů). Nezískáváme je přirozeně, ale chemickou přípravou. Zajímavé je, že jejich cena často převyšuje cenu ostatních surovin, tím pádem zvyšuje cenu utavené skloviny. Mnohé suroviny jsou z dovozu.

CaO , MgO , PbO , BaO jsou suroviny vnášející oxidy kovů stabilizujících sklovinu a oxidy kovů alkalických zemin. Nás nejvíce zajímá **BaO** protože je součástí skloviny se kterou jsme pracovali. Někdy se používá jako náhrada za oxid olovnatý. Abychom dodali oxid barnatý do skla, přidáváme uhličitan barnatý nebo síran barnatý, díky tomu je

sklo snadno tavitelné a je tzv. měkké a dlouhé, proto je možné s ním déle pracovat – tvarovat ho. Takovému sklu se říká krystalin. Index lomu krystalinu se pohybuje okolo hodnoty 1,52.

Postup přípravy kmene:

Kmen můžeme mísit ručně nebo strojně. Ruční mísení je vhodné při malém množství nebo při mísení kmene z přísad, které by znečistily míchačku. Mísení probíhá tzv. překopáváním po malých dávkách na jednu stranu a zpět, opakuje se asi 12krát. Při strojním mísení se využívá míchaček, jednou jejich polovinou je vozík na dopravu surovin. Míchačku lze naplnit jen do poloviny, aby se zabránilo přeplnění. V její neoddělitelné části jsou dvě lopatky, které přehazují kmen ze stran do středu.

K udržení potřebné jakosti by měly kmenárny udržovat stálou teplotu a vlhkost, proto musí být klimatizovány, jinak suroviny hrdkovatí. Důležitá je příprava práce - zajištění množství a složení kmenů potřebných pro tavbu, doprava surovin do kmenárny, čištění vozíků na kmeny a jejich správné označení, kontrola a čištění vah, příprava síta na snadno hrdkující suroviny, vážení barviva a odbarviva.

Nejprve zvážíme každý vozík zvlášť, poté napustíme potřebné množství písku, musíme stejným způsobem navážit i ostatní suroviny a to v ustáleném pořadí, např. písek, soda, potaš, vápenec (navrchu vždy hygroskopická surovina). Pomocí síta s velikostí ok 1 mm proséváme hrdkující suroviny. Čeriva musíme vážit na malých (kuchyňských) vahách. V závěru vozíky dopravujeme k míchačkám,

ty před zapnutím musíme zkontrolovat, zda dokonale těsní. Pak už nám stačí jen dodržet správnou dobu míchání.

Příprava barviv a odbarvovacích směsí:

Barviva přidáváme do kmenů tavených na pánvových pecích. Dávkujeme v rozsahu 3 g až 2 kg na 100 g písku. Odbarviva přidáváme, abychom zakryli nežádoucí barevný odstín u křišťálových a bezbarvých skel, ten bývá způsoben železem ze žáruvzdorného materiálu a otavováním sklářských píšťal. Odbarviva je vhodné mísit se surovinami, odbarvení je pak stejnoměrnější.

Hotové kmeny musí být řádně označeny podle odpovídající barvy, aby nedošlo k záměně. Skladujeme je maximálně jeden den, abychom předešli znehodnocení nečistotami nebo vlhkostí.

Střepy:

Střepy rozdělujeme na cizí (kupované, jsou jiného složení) nebo vlastní (z odpadu na huti). Ty se dále dělí na vratné (můžeme je použít do vsázky) nebo nevratné (odpad). Jsou velice cennou surovinou, protože čím vyšší je dávka střepů, tím rychlejší je tavení. Na druhou stranu se nám vysokou koncentrací střepů zhoršuje homogenita skloviny. Optimální množství střepů je 40% z váhy utaveného skla. Nedodržování ustáleného poměru skla a střepů způsobuje kolísání teplotní roztažnosti, viskozity a indexu lomu. Na střepy klademe přísné požadavky, posuzujeme u nich chemické složení, barvu, velikost, vlhkost a mechanické znečištění. Od začátku

je důležité shromažďovat různé druhy střepů zvláště, aby nedošlo ke smíchání. Důležité je pro nás chemické složení a barva, nečistoty, velikost střepů (ideálně 3 mm – 3 cm) a vlhkost. [4]

3.2 Zakládání vsázky

Vsázku zakládáme podle typu tavící pece. Pro pece kontinuální používáme zakladače, které vsázku rozprostřou po celé šířce nebo válcové zakladač, který zakládá odděleně kmen a střepy. Pro pece pánvové pak používáme mechanické lžíce.

3.3 Tavení skla

Při tavení skloviny je potřeba pečlivě sledovat teplotu a dobu tavení, protože může dojít ke krystalizaci. Krystalizace je nechtěná situace, kdy sklo mění svou strukturu, při čemž dojde ke zmatnění a ztmavnutí skla.

Vlastnosti skla tedy velmi závisí na teplotě a na následné rychlosti ochlazování, kterým dokážeme zabránit prasknutí skla při nevhodném zacházení se skleněným výrobkem.

Během tavicího procesu vynaložíme na tavení více než 60% energie z celkové potřeby, je to tedy nejnáročnější fáze výroby z hlediska energií. Tavící proces má několik fází – vlastní tavení, čeření a homogenizace, sejtí. Při tavení v pánvích probíhají tyto fáze na stejném místě ale v určitém časovém sledu. Dobu samotného tavení nám ovlivňuje několik faktorů, např. teplota, chemické složení, obsah vody, množství střepů, urychlovače tavení, úprava kmene, elektrický příhřev. Čeření je proces, kdy dochází k odplynění skloviny.

Provádíme ho zvýšením teploty skloviny, přidáním čeřiv do kmene nebo bubblingem (přidáním plynů do skloviny). Naším záměrem je co nejhomonější sklovina. Při procesu homogenizace záleží na konstrukci tavicího agregátu, ta nám totiž ovlivňuje proudění ve sklovině.

Tavicí proces probíhá v zařízeních STA (sklářské tavicí agregáty) neboli sklářských pecích. Jsou ze žáruvzdorných materiálů a musí odolat korozi způsobené sklovinou. Na naší školní huti Hedvika se používá dvoupánvová tavicí pec s elektrickým vytápěním, protože je vhodná pro menší objem výroby a periodické tavení. Existují však i pece vytápěné plynem a ty bývají větší, mohou pojmout až 12 pánví. Dalšími tavicími agregáty jsou tzv. denní vany neboli pece vanové s kontinuálním provozem (pracují nepřetržitě). [5]

3.4 Vlastnosti skloviny

Jedná se o vlastnosti látky v roztaveném stavu neboli nad transformačním intervalem.

Viskozita - Se stoupající teplotou přechází sklo z tuhého stavu do stavu tekutého - stává se sklovinou. Viskozita je vnitřním odporem skloviny proti pohybu. Pro skláře je velmi důležité znát teplotní závislosti dynamické viskozity. Závislost na teplotě vyjadřujeme viskozitní křivkou a vztažnými body viskozity. Rozlišujeme skla "krátká" se strmým průběhem křivky a skla "dlouhá" s průběhem pozvolnějším.

Povrchové napětí – Setkáváme se s ním v oblasti tavení, čerění, dávkování, tvarování a tepelného zušlechťování skla. Je to vlastně síla působící na povrchu kapalin kolmo na jednotku délky směrem dovnitř. Povrchové napětí je funkcí chemického složení, oxidy zvyšující napětí jsou např. CaO, MgO, snižující pak K₂O, PbO, B₂O₃.

Krystalizační schopnost – Důsledkem pravidelného uspořádání struktury se mohou ve skle objevit krystalky.

3.5 Vlastnosti skla

Mechanické vlastnosti - hustota, elastické vlastnosti, pevnost, tvrdost

Nejvýznamnější mechanickou vlastností je pevnost, tu nejvíce ovlivňuje kvalita povrchu skla, chlazení a tvrzení. Za nízkou pevnost v tahu mohou mikroskopické trhlinky na povrchu vznikající při tvarování. Teoretická pevnost skla se odhaduje na 30. 000 Mpa.

Elektrické vlastnosti - el.vodivost, dielektrické vlastnosti, el.pevnost

Většina běžných skel je iontově vodivá, jde především o ionty alkalických kovů Na⁺ a K⁺, ty vodivost zvyšují. Snižuje jí pak rostoucí obsah SiO₂. Elektrické vodivosti se využívá při elektrickém tavení.

Tepelné vlastnosti - teplotní roztažnost, odolnost proti náhlým změnám teploty, měrné teplo, tepelná vodivost

Nás bude nejvíce zajímat teplotní roztažnost a tepelná odolnost.

Teplotní roztažností chápeme změny rozměrů tělesa při jeho zahřátí. Průběh teplotní roztažnosti jako funkce teploty nám udává “dilatační křivka”. Z ní můžeme snadno graficky určit dva důležité body – “dilatační bod měknutí” a “transformační teplotu”. Teplotní roztažnost nám zvyšuje vyšší množství Na_2O a K_2O ve skle, klesá nám pak s vyšším obsahem SiO_2 . Tepelná odolnost je vlastností určitého výrobku nežli vyloženě materiálu. Chápeme ji jako schopnost skla odolat určitým změnám teplot.

Chemická odolnost – odolnost skla proti vodě – zvětrávání a vyluhování, odolnost skla proti kyselinám, odolnost proti alkáliím

Optické vlastnosti – lom a odraz záření, absorpce světla, rozptyl světla, dvojlom

Jsou to vlastnosti které definují vzájemné působení záření se sklem. Charakteristická vlastnost skla je propustnost záření a to různých vlnových délek, např. UV záření, viditelné záření a infračervené záření. Při interakci skla a záření dochází k různým jevům, jako jsou např. odraz, lom, absorpce, rozptyl, dvojlom nebo polarizace, dvojlom, interference.

Lom a odraz záření je vlastnost, kdy se dopadající paprsek světla na rozhraní rozdělí na dvě části. Jedna se odrazí a druhá se lomí do skla. Lom světla lze definovat jako změnu rychlosti a směru paprsku při průchodu optickým rozhraním. Nejčastěji udáváme index lomu skla vůči vzduchu. Jeho hodnoty úzce souvisí s chemickým složením skla a s vlnovou délkou dopadajícího světla. Sklo, které používáme na

školní huti, je barnatý křišťál a jeho index lomu se pohybuje kolem 1,56.

Absorpce světla je jev, kdy světlo procházející sklem vlivem částečné absorpce snižuje svou intenzitu. Závisí na druhu látky a na vlnové délce světla. Pokud se jedná o celé viditelné spektrum, pak se složení světla, které vystupuje, nemění, neboli nedojde ke změně barvy, jen ke snížení intenzity. Pokud však absorpce probíhá jen v určité vlnové délce, světlo mění spektrální složení a tudíž dochází ke změně barvy. Tento jev pozorujeme u barevných skel, díky přidaným barvicím složkám v základu skla.

Rozptyl můžeme definovat nejjednodušeji jako změnu směru šíření světla, které se rozptyluje v různých úhlech do různých směrů.

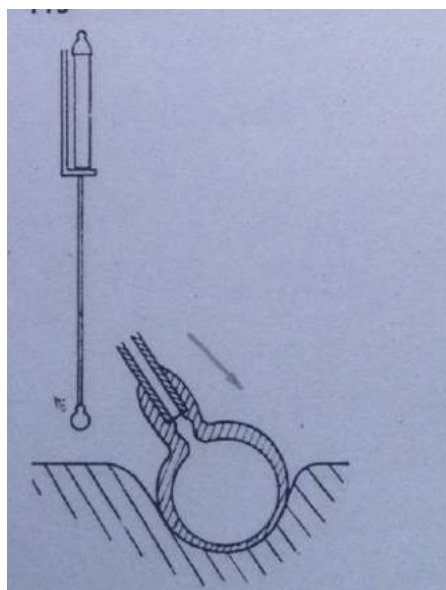
Pokud sklo například špatně vychladíme, způsobíme v něm napětí, díky němuž se sklo stává anizotropním a vykazuje dvojlom, dělí se na dva paprsky, řádný a mimořádný. Ty jsou polarizovány v navzájem kolmých rovinách. K polarizaci obecně může docházet při odrazu, absorpci, lomu nebo rozptylu světla. Interference je jev, při kterém dva světelné paprsky prostupují prostředím stejným směrem a kmitají ve stejné rovině. [5]

Utavenou sklovinu dále zpracováváme buďto strojně nebo ručně. Vzhledem k tomu že moje práce vznikala na malé školní huti a převážně mýma rukama, seznámíme se blíže s ručním tvarováním skla.

3.6 Ruční tvarování skla

Při ručním tvarování začínáme náběrem skloviny na sklářskou píšťalu. Tou je ocelová tlustostěnná trubka o průměru 8-27 mm, délky 90-150 cm. Dolní konec píšťaly musí být ze žáruvzdorné oceli, ta se jen minimálně rozpouští ve sklovině a neznečišťuje ji. V místě, kde sklář drží píšťalu, je nasazena dřevěná násada (štýlko) zakončená náustkem (pimprlí).

Píšťalu předejdeme v pracovním otvoru, ponoříme jí do skloviny a otáčíme s ní. Sklovina se nabaluje na píšťalu a vniká i do ní. Nabíráme vždy ve středu kroužku, protože tak nabíráme sklovinu spodní, tedy čistší. Když takto nabíráme, je zaručen rovnoměrný kruhový pohyb skloviny a vyhneme se tak hlinitým šlírům. Vyjímáme píšťalu a sklovina na ní se vytahuje ve stále tenčí niti, která se nakonec odtaví. Když přenášíme sklovinu na píšťale, musíme s ní stále točit, aby nám sklovina neodkápala. Shrneme sklovinu na konec píšťaly a vytvarujeme ji do kónusu sválením na plíšku a tažením směrem k sobě. Poté do píšťaly foukáme. Zpočátku vyvíjíme větší tlak, až do té doby, než se z vnitřku píšťaly vyfoukne sklovina, která je v ní nateklá. Vzduch foukáme vždy z pusu, nikoliv z plic, aby se nám nezamotala hlava. Po vyfouknutí malé baňky vytvoříme krček pomocí cvokajzu a nůžek. I když se nám zdá sklovina studená, musíme stále točit z píšťalou aby jsem měli baňku stále v rovině s píšťalou. Při ochlazování baňky se viskozita skloviny zvyšuje, baňka je tuhá. Poté na baňku nabíráme další sklovinu, opět otáčením, říkáme tomu tzv. přepíchnutí. Nově nabraná sklovina má nízkou viskozitu a snadno se na baňku přichytí.



3-1 Obr Přepichování baňky

Prohřeje ji tak, že se nám vyrovná viskozita obou skel a ty jsou opět tvárnivé. Baňku přepichujeme, protože na první vnoření nelze nikdy nabrat dostatečné množství skla. Tvárnivou sklovinu si tzv. sválíme dřevěným svalákem, který musí být vždy mokrý. Mimo to, že si sklovinu urovnáme, částečně ji také ochladíme na povrchu. Díky malé tepelné vodivosti zůstává sklovina poměrně dlouho tvárná. Po přifouknutí opět sválíme aby se nám sklovina rozdělila na potřebnou tloušťku stěny. Píšťalu máme vždy opřenou v růžku a stále s ní musíme otáčet. Zpočátku je sklovina příliš tekutá, točíme tedy rychleji. Jak nám sklovina pomalu tuhne, točení se může zpomalit. Růžek je součástí železného korýtko, ve kterém je voda. Do té si namáčíme dřevěné svaláky. Na plochu kolem korýtko si pak pokládáme ostatní nářadí, které zrovna používáme. Jak bylo již zmíněno, svalák se při svalování skloviny střídavě namáčí do vody v korýtko. To proto, že suchý svalák se nám jednak vypaluje, jednak “maže” sklovinu, znečišťuje ji a drhne, nevytváří se totiž ochranná vrstva vodní páry. Střídavě rozfukujeme a držíme píšťalu ve svislé

poloze, tím se nám sklovina natahuje a prodlužuje. Tlustá místa, která jsou vždy teplejší, se rozfukují více, kdežto tenčí a viskóznější méně. Sklovina by měla být vždy předtvarována tak, aby měla alespoň zhruba tvar budoucího výrobku. U dna se připravuje větší tloušťka stěny než na ostatních místech. Čím více sklovinu rozfoukneme, tím tenčí budou stěny výrobku. Připravenou sklovinu vkládáme ve svislé poloze do formy, díky níž získá finální tvar. Také ji můžeme tvarovat ručně pomocí různých kovových a dřevěných nástrojů. Pokud vytváříme výrobek větších rozměrů, musíme přepichovat sklovinu vícekrát než jednou, abychom nabrali dostatek skloviny.

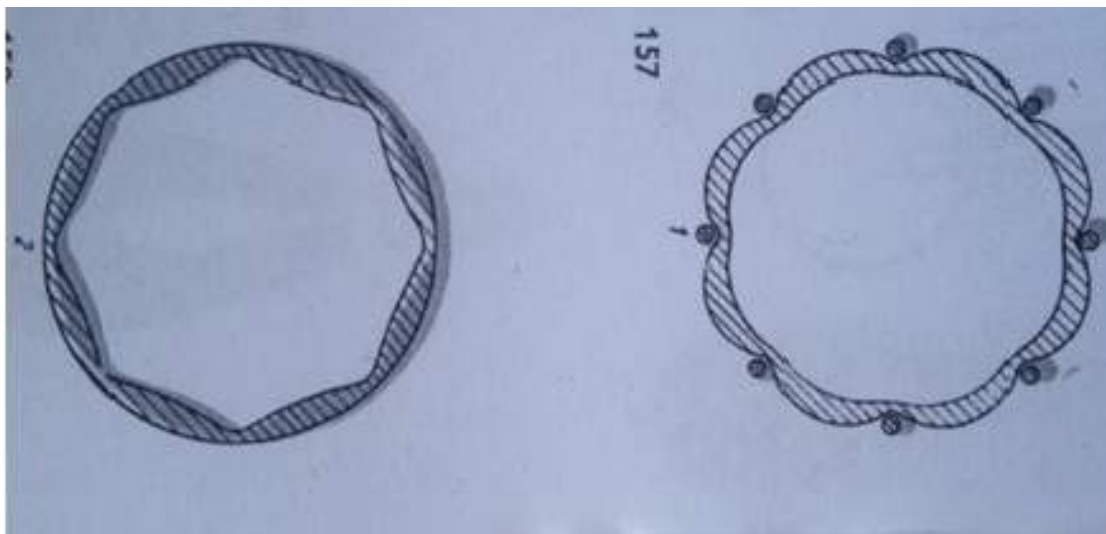
Formy k tvarování skla :

Jejich funkcí je dát výrobku tvar, který bude mít lesklý a hladký povrch. Další jejich funkcí je odebrání potřebného množství tepla z výrobku, ten je pak dostatečně pevný a po vyjmutí z formy se nedeformuje. Formy neboli tvárnice se vyrábějí hlavně ze dřeva (bukové, hruškové), z kovů (šedé litiny, oceli). Dříve se používaly také formy z pecolu nebo z mastku. Formu zhotovujeme podle střihu, který by měl obsahovat informace o tloušťce stěny, rozměrech v centimetrech a obsahu v litrech.

Dřevěné formy se vyrábějí soustružením a dlabáním, dávají výrobku krásně hladký povrch, nemusíme upravovat jejich vnitřní povrch ani mazáním. Jejich nevýhodou je však poměrně krátká životnost (forma se vypaluje a mění tak tvar výrobku), tím pádem i velká spotřeba dřeva. Další nepříjemnou vlastností dřeva je sesychání, kvůli němuž

se mění tvar formy. Kovové formy jsou vhodné spíše pro strojní výrobu ve velkých sériích.

Dalším druhem forem jsou tzv. optické formy. Používáme je v kombinaci s formami běžnými proto, že se většinou nepoužívají k tvarování finální verze výrobku. V optických formách neboli optičkách získáváme opticky působící dekor. Způsobují optické jevy nestejnou tloušťkou stěn výrobku. Vzor můžeme vytlačit do povrchu vhodně sestavenými dráty, tyčemi, plechy nebo výstupky či jamkami v železných formách.



Obr 3-2 Optické formy

Tvarování bez forem :

Většinou se tak vyrábějí spíše okrasné výrobky, jejich tvar se může trošičku lišit vzhledem k tomu, že nepoužíváme forem. Tvarujeme pomocí doteků kovového nebo dřevěného náradí, vhodně měníme viskozitu skla ochlazováním nebo ohříváním, využíváme odstředivé síly.

Nejpřirozenějšími výrobky jsou kapkovité tvary, neboť při výrobě využíváme vlastní váhy skloviny a rychlosti jejího tuhnutí. Sklovinu nabíráme běžným způsobem a sválíme jí ve svaláku. Před rozfouknutím si upravíme tloušťku dna také za pomoci svaláku pohybem dopředu (tlusté dno) nebo dozadu (tenčí dno). Čím více sklovinu rozfoukneme, tím větší získáváme tvar. Tvarování ukončíme odražením od píšťaly (úražákem) a odnesením do chladicí pece. Po vychlazení následuje broušení a leštění. Brousí se většinou vrch a dýnko.[4]



Obr 3-3 Ruční tvarování

3.7 Plastické zdobení skla - kraklování

“Dekor kraklovaného skla je rozpraskaný a následně zatavený povrch výrobku. Jedná se o benátskou techniku, která se provádí následovně: přetvarovaná sklovina se ještě teplá (tvárná) ponoří do studené vody, která sklovinu na jejím povrchu zprudka ochladí a ta popraská. Takto popraskaný tvar vložíme následně do pece a nepatrně do výrobku foukneme. V peci ohříváme tak dlouho, až se ostré hrany jednotlivých krakelur zataví a tvar si tak zachová vytvořenou strukturu. Takto prohřátý výrobek přetvarujeme dřevěným nářadím a foukáme finální tvar. Ten lze získat foukáním do jednotlivých typů forem či z volné ruky. Vzniklá struktura hrubého krakelování se nazývá „krokodýlí krakle“. Jemného krakelování lze dosáhnout obdobným způsobem a to tak, že tvar ponoříme nejdříve do mokrých pilin, teprve pak do studené vody. Tímto způsobem lze získat velmi jemné rozpraskání povrchu výrobku.” [6]



Obr 3-4 Krakelovaná baňka

3.8 Chlazení

Po zhotovení výrobku je nutné dopravit ho do chladicí pece a to buď ručně nebo pomocí závěsného dopravního zařízení užívaného v některých závodech. Výrobky musíme odnášet včas po dotvarování, ne příliš studené, jinak by se nám nestačily prohřát a výsledkem by bylo trvalé pnutí. Může se také stát, že výrobek odnášíme příliš teplý, potom může dojít k deformaci. Důležité je k odnášení používat nástrojů z vhodného materiálu. Veškeré kovové nářadí by mělo být z tenkých drátů, pletiva nebo plechu, aby neodvádělo příliš mnoho tepla. Nejlépe je výrobek zavěsit na vidličku nebo ho přenést pomocí lopatky, záleží na tvaru výrobku.

Chlazení samo pak probíhá podle typu výrobku. Pokud se jedná o tenkostěnné, můžeme chladit rychleji (cca. den), než u tlustostěnných (pokud je tloušťka více jak 5cm, chladíme až 2dny). Chladicí pece lze vyprazdňovat při teplotách 50°C-100°C, tato teplota již nemá vliv na kvalitu vychlazení. Výrobky však nepokládáme na studený povrch a nevystavujeme je náhlým nízkým teplotám, aby nepopraskaly.

Chladicí pece máme komorové nebo pásové (výrobky touto pecí procházejí). [4]

3.9 Zušlechťování skla

Pod pojmem zušlechťování, které patří mezi mechanické zpracování skla, si představujeme procesy úpravy povrchu skla, nebo také způsob odstraňování nedostatků a nerovností povrchu. Zušlechťujeme ve dvou stupních, nejprve broušením a dále pak leštěním.

Broušení :

Broušení probíhá volným nebo vázaným brusivem ve dvou stupních. Nejprve požíváme hrubého brusiva, díky kterému je možné odebírat poměrně rychle na objemu skla. Dále brousíme jemnějšími brusivy, abychom zjemnili povrch a zbavili se rýh, které zanechalo hrubé broušení. Povrch skla díky broušení získává matný vzhled. Čím jemnější brusivo použijeme tím snadněji se nám bude výrobek leštit, protože narušení povrchu nebude tak hluboké. Celý proces broušení je ovlivněn nejvíce vlastnostmi a množstvím brusiva, mechanickými vlastnostmi skla a v neposlední řadě dobou a tlakem broušení samotného. Při broušení je nutný stálý přívod vody z důvodu ochlazování kotoučů a výrobku a odvádění použitého brusiva s částicemi skla. K broušení používáme jak přírodních brusiv (např. křemenného písku, smirku nebo diamantu), tak i umělých, jako jsou karbid křemíku a umělý korund.

Leštění:

Leštění je dokončovací procesem broušení, avšak z hlediska fyzikálně-chemického se oba procesy odlišují. Při styku obroušeného skleněného povrchu s vodou a leštivem probíhá koroze skla, při níž se tvoří křemičitý gel. K leštění používáme kotoučů z měkkých materiálů (plst', polyuretan, dřevo apod.) a stejně tak i jemnějších leštiv, z přírodních například pískový kal nebo pemza, z umělých to jsou syntetické oxidy železa, leštící čern nebo preparáty ceru.

Pískování:

Pískování zmíním, neboť bylo také uplatněno při realizaci mé práce. Někdy se nazývá též tryskání. Pískování je rozrušování povrchu skla volným brusivem. Ostrohranná zrna dopadající při zvýšené rychlosti rozbíjejí horní vrstvu skla, která pak získává matný, zvlňný a pouze průsvitný vzhled. Drsnost a hrubost můžeme dodatečně zarovnat krátkým přepleptáním kyselinou fluorovodíkovou. Získáme tak jemnější vzhled matu. Při pískování záleží na rychlosti dopadajících zrn a vzdálenosti, ze které dopadají na výrobek. Pokud jsou na výrobku místa, která nemají být opískována, je nutné je zalepit pružnou páskou nebo folií, aby nedošlo ke kontaktu zrn s povrchem. [7]

4 PROCES NAVRHOVÁNÍ

Při práci na huti jsem si uvědomila, jak je pro zpracování důležité osvojit si naprosté základy. Pokud se chcete naučit foukat, musíte začít nejprve od titěrných baněk a ty se učíte velice dlouho, než začnou vypadat tak, jak by měly. Vše je otázkou cviku, naučených pohybů a jakési komunikace se sklem jako takovým, protože pokaždé se chová trošku jinak díky jeho rychle se měnící teplotě. Huťářina je zkrátka běh na dlouhou trať a učíte se jí prakticky celoživotně.

Já osobně jsem tvorbou baněk trávila tolik času, až mi tak nějak přirostly k srdci. Je to naprosto geniálně jednoduchý rotační tvar, který je vlastně krásný i sám o sobě, proto se stal hlavním těžištěm

mé práce. Snažím se zachovat originalitu každého kousku co vyfouknu a to i včetně jeho vad a nedostatků.

Další důležitou věcí pro mne začal být vztah vody a skla. Voda je naprosto nezbytný prvek při práci na huti, využíváte jí prakticky pořád k chlazení píšťal, namáčení forem a sklářského náčiní ze dřeva, urážení výrobků atd. Bez ní by se v podstatě nedalo tvořit. Díky ní dokážeme vytvářet mnohdy neuvěřitelné kousky, stejně tak dokáže ale i ničit. Při kontaktu s horkým sklem naruší jeho povrch, prudce ho ochladí tak, že výrobek popraská a roztříští se na kusy. Této vlastnosti se dá využít právě při krakelování.

Forma mých světelných objektů vychází z inspirace úplného počátku procesu foukání a to z obyčejné baňky a jejího přebrání. Kombinováním dvou částí v sobě se snažím vyvolat dojem ponoření baňky do skloviny. Pracuji s nedokonalostmi a chybami, jako jsou jinak tlusté stěny a mírná deformace, je to totiž součást procesu osvojování si správného vytvarování a práce se sklem. Moje schopnosti zatím nejsou na takové úrovni, abych byla schopna tvořit jeden kus jako druhý, jsem však schopna realizovat čisté a jednoduché tvary.





5 REALIZACE

Celá moje práce vznikala hlavně na huti, a to z části svépomocí a z části díky mým učitelům Lukášovi Šulcovi a Emilovi Matějkovi, kterým bych ráda touto cestou poděkovala za ochotu a trpělivost !

Než jsme začali, připravila jsem si kyblík s vlažnou vodou, do kterého se namočí horká sklovina, abychom jí mohli krakelovat. Dále jsme použili sklářské píšťaly a na korýtko si přichystali nůžku, cvokajs a svalák.

Proces začíná baňkou, tu pak ve správný moment přebereme. Baňka musí být dostatečně vychladlá ale ne úplně studená. Potom sklovinu sválíme ve svaláku aby se nám vyrovnaly stěny, zařízneme u konce píšťaly, aby se nám výrobek dobře urážel na konci procesu. Sválenou baňku rozfoukneme do příhodné velikosti a následně jí namočíme do kyblíku s vodou. Sklovina na povrchu popraská vlivem prudkého ochlazení, uvnitř je však stále horká . Výrobek můžeme ještě trochu rozfouknout, potom ho rychle odneseme nad pánev, kde jej zahřejeme. Tím se praskliny zahladí na povrchu, takže nejsou ostré, ale zůstane efekt popraskání. Hotový výrobek odneseme do chladicí pece. Po vychlazení jsem baňky různě rozřezávala, brousila, leštila a nakonec některé písčkovala. Většina tvarů světelných objektů vznikala náhodně, pouze v závislosti na mé zdatnosti při procesu foukání. Všechny ostatní komponenty světel jsem vyráběla ručně na zlatnické dílně z nerezi. Jako zdroj světla jsem použila LED žárovek. Vhodnými kombinacemi mnou vyrobených baňek vznikla kolekce světelných objektů, které se skládají z celkem jedenácti kusů. Každá má svůj osobitý styl a tvar. Nesnažím se zakrývat světelné zdroje ani kabely a jiné konstrukční prvky. Některé kousky jsou kvůli stabilitě ukotveny

do břidlicových podstavců, které jsou snadno odendatelné. Břidlice jako materiál tématicky souvisí s železnobrodským regionem, zároveň je měkčí než sklo, tudíž nehrozí poškození při kontaktu se sklem.



Obr 5-1 Výroba baňky



Obr 5-2 Sválení skloviny

6 ZÁVĚR

Od svého přijetí na vysokou školu se snažím poznat co nejvíce technik zpracování skla a zároveň si je i vyzkoušet. Začínala jsem od nejjednodušších úprav, například obyčejným pískováním na strojně vyráběné geometrické tvary, pokovování, lepení, lehaní do formy z odlitku až po tavení v co možná největším měřítku. Jediná z posledních mála věcí co mne zajímala v rámci práce se sklem bylo hutní zpracování skla. Proto jsem se přihlásila na střední uměleckoprůmyslovou sklářskou školu v Železném Brodě. Velice mne nadchla představa spojit svá vysokoškolská studia s prací na huti. Proto jsem na tomto řekněme propojení postavila i základ své bakalářské práce. Byla bych ráda, aby má práce byla chápána nejen jako výsledné světelné objekty, ale i jako proces a snaha o pochopení a snad i osvojení si základů jednoho velkolepého řemesla, které je neodmyslitelně spjata i s krajem, ve kterém jsem strávila posledních pár let studia. Mým záměrem bylo využít co nejvíce dovedností z obou školních institucí a na základě toho vytvořit kolekci světelných objektů. Ty jsou inspirovány jedinečností skla jako materiálu, jeho možnostmi a krásou, kterou se snažím umocnit za pomoci průchodu světla a rozzářit jej.

7 POUŽITÉ ZDROJE

Literatura:

- [1] LANGHAMER, Antonín. Jak přišlo sklo do Železného Brodu. *Pražská galerie českého skla* [online]. 2015. Dostupné z: <http://prazskagalerie.cz/cs/jak-prislo-sklo-do-zelezneho-brodu/>
- [2] SEKAL, Luboš Ing.Arch. Svítidla jako světelné objekty. *SVĚTLO* [online]. 2007. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/36165.pdf>
- [3] SEKAL, Luboš Ing.Arch. Svítidla jako světelné objekty. *SVĚTLO* [online]. 2008. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/36601.pdf>
- [4] POSPÍCHAL VLASTIMIL. *Výrobní praxe ve sklárně*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1966. ISBN 04-810-66.
- [5] KLESBA, VLADIMÍR, DOC. ING, Csc. *ZÁKLADY TECHNOLOGIE SKLA PRO HOSPODÁŘSKOU FAKULTU*. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2002. ISBN 55-091-01.
- [6] STRNADEL, Ondřej a DIVÍN JOSEF. *Hutní zdobící techniky*. *Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně* [online]. [vid. 10. květen 2016]. Dostupné z: <http://ads.fmk.utb.cz/Contexts/atelier/Documents/Hutn%C3%AD%20zob%C3%ADc%C3%AD%20techniky.pdf>
- [7] BACHTÍK STANISLAV a POSPÍCHAL VLASTIMIL. *Zušlechťování skla*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, n.p., 1964.

Obrázky :

Obr 2-1

LANGHAMER, Antonín. Jak přišlo sklo do Železného Brodu. *Pražská galerie českého skla* [online]. 2015. Dostupné z: <http://prazskagalerie.cz/cs/jak-prislo-sklo-do-zelezneho-brodu/>

Obr 2-2

LANGHAMER, Antonín. Jak přišlo sklo do Železného Brodu. *Pražská galerie českého skla* [online]. 2015. Dostupné z: <http://prazskagalerie.cz/cs/jak-prislo-sklo-do-zelezneho-brodu/>

Obr 2-3

SEKAL, Luboš Ing.Arch. Svítidla jako světelné objekty. *SVĚTLO* [online]. 2008. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/36601.pdf>

Obr 2-4

SEKAL, Luboš Ing.Arch. Svítidla jako světelné objekty. *SVĚTLO* [online]. 2008. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/36601.pdf>

Obr 2-5

SEKAL, Luboš Ing.Arch. Svítidla jako světelné objekty. *SVĚTLO* [online]. 2007. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/36165.pdf>

Obr 2-6

SEKAL, Luboš Ing.Arch. Svítidla jako světelné objekty. *SVĚTLO* [online]. 2007. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/36165.pdf>

Obr 3-2

POSPÍCHAL VLASTIMIL. *Výrobní praxe ve sklárně*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1966. ISBN 04-810-66.

Obr 3-3

POSPÍCHAL VLASTIMIL. *Výrobní praxe ve sklárně*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1966. ISBN 04-810-66.

8 FOTODOKUMENTACE

