

Vedení světla sklem

BcA. Lubomír Šurýn

Diplomová práce 2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta multimediálních komunikací

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta multimediálních komunikací

Kabinet teoretických studií

akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **BcA. Lubomír Šurýn**
Osobní číslo: **K11411**
Studijní program: **N8206 Výtvarná umění**
Studijní obor: **Multimedia a design - Průmyslový design**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Vedení světla sklem**

Zásady pro vypracování:

1. Teoretická část práce:

Rešerše a analýza dané problematiky

Východiska vedoucí k návrhu praktické části práce

Popis koncepce řešení návrhu, průvodní zpráva popisující řešení prakt. č. DP

2. Praktická část práce:

Vypracování koncepce řešení vycházející s analýz a řešení teoret. č. DP

Vypracování výtvarného návrhu

Technické řešení

Koncepce barevného a materiálového řešení

Rozsah práce:**1. Teoretická část práce:** min. 60 normostran + obrazová příloha, forma odevzdání práce: formát A4 pevná vazba.**2. Praktická část práce:** půdorysné schéma (materiál, světlo barvy), měřítko dle obsahu, pohledová schémata, měřítko dle půdorysu, prostorové zobrazení (perspektiva, axonometrie), model, měřítko dle obsahu, forma odevzdání: plakát 700/1000mm (poč. dle vl. uvážení), dat. CD s prezentací, možnost anim.

Na samostatném nosiči CD-ROM odevzdejte v minimálním počtu 10 ks obrazovou dokumentaci praktické části závěrečné práce pro využití v publikacích FMK.

Formát pro bitmapové podklady: JPEG, barevný prostor RGB, rozlišení 300 dpi, 250 mm delší strana. Formáty pro vektory: AI, EPS, PDF. Loga a texty v křivkách.

V samostatném textovém souboru uveďte jméno a příjmení, login do Portálu UTB, obor (ateliér), typ práce, přesný název práce v češtině i v angličtině, rok obhajoby, osobní mail, osobní web, telefon. Přiložte svou osobní fotografii v tiskovém rozlišení.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná****Seznam odborné literatury:**

POPOVIČ, Štěpán. Výroba a zpracování plochého skla. Grada Publishing a.s., 2009. ISBN: 8024731541.

PLAŇAVA, Ivo. Průvodce mezilidskou komunikací: Přístupy–dovednosti–poruchy. Grada Publishing a.s., 2005. ISBN: 8024708582.

BÜRDEK, Bernhard. Design: History, Theory and Practice of Product Design. SPRINGER, 2005. ISBN: 3764370297.

HAUFFE, Thomas. Design: Concise History Series. Laurence King Publishing, 1998. ISBN: 1856691349.

Vedoucí diplomové práce: **prof. ak. soch. Pavel Škarka**
Ústav prostorového a produktového designu
Datum zadání diplomové práce: **1. října 2012**
Termín odevzdání diplomové práce: **17. května 2013**

Ve Zlíně dne 14. prosince 2012


doc. MgA. Jana Janíková, ArtD.
děkanka




Mgr. Lukáš Gregor
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské/diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou/diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Ve Zlíně 15. 4. 2013

LUBOMÍR ŠURÍN

Jméno, příjmení, podpis

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce požítovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnožení.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užíje-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jim dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídnou k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Cílem mé Diplomové práce je navrhnout praktické využití šíření světelných paprsků sklem a jejich zobrazení a rozptyl na viditelné spektrum v požadovaném místě.

V teoretické části se zabývám studiem možností vedení světla sklem vyslaného z led diody, lomem světla a možnostmi využití v oblasti zvýšení bezpečnosti v budovách a ve výtvarném umění jako světelných objektů. Zkoumám také praktické využití solární energie a led diod. Požadovaná informace zvyšující bezpečnost bude zobrazována pomocí piktogramů.

Praktická část je zaměřena na historii výroby i moderní zpracování plochého skla. Dále se zabývám světelným zobrazení únikových cest s využitím led technologie a solárního napájení. V projektové části mne nezajímá jen toto ryze praktické využití vedení světla sklem, ale také jeho výtvarné využití v uměleckých dílech a objektech. K tomu patří také sběr podkladů k tvorbě osvětlení kaple v Augustiniánské residenci v obci Šardice.

Klíčová slova: ploché sklo, led technologie, rezidence, piktogram, bezpečnost, fusing, pís-kování, rozptyl světla, lom světla, plavené sklo

ABSTRACT

The goal of my thesis is to suggest practical use of light rays spreading through the glass and their imaging and diffusion within the visible spectrum in the desired place.

In the theoretical part I deal with the study of the possibilities of light conduction emitted from the LED through the glass, light refraction and the possibilities of its use in the field of safety enhancement in buildings and art as light objects. I also study the practical use of solar energy and LEDs. The required information enhancing the safety will be depicted by means of pictograms.

The practical part is aimed at the history of production as well as modern treatment of flat glass. Next I deal with light depiction of escape ways with the use of LED technology and solar charge. However, I am not interested merely in this strictly practical use of light conduction through the glass but also in its artistic use in works and objects of art. The coll-

ection of material concerning the creation of lighting in the chapel of the Augustinian Residence in Šaradice also makes part of my work.

Keywords: flat glass, LED technologies, residence, pictogram, safety, fusing, sandblasting, dispersion of light, refraction, float glass

Chci poděkovat mému vedoucímu práce prof. ak. soch. Pavlu Škarkovi, za velmi cenné rady a pozitivní inspiraci motivující k dosažení mých cílů.

Děkuji také Matyáši Hruškovi za pomoc při realizaci návrhů v programu Rhinoceros a Filipu Kartouskovi za fotografie konečného modelu.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Vedení světla sklem vypracoval samostatně a že jsem čerpal a citoval jen z pramenů a zdrojů uvedených v seznamu literatury. Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 13. 5. 2013

Lubomír Šurýn

OBSAH

ÚVOD.....	12
I TEORETICKÁ ČÁST	14
1 SVĚTLO.....	15
1.1 ODRAZ A LOM SVĚTLA.....	15
1.1.1 Lom světla	17
1.1.2 Index lomu.....	18
1.1.3 Úplný odraz světla.....	20
2 HISTORIE VÝROBY SKLA	22
2.1 SKLÁŘSKÁ PÍŠŤALA	22
2.2 SKLÁŘSTVÍ VE STŘEDOVĚKU	22
2.3 VÝVOJ SKLÁŘSTVÍ NA ÚZEMÍ NAŠEHO STÁTU	24
3 ODBARVOVÁNÍ SKLA	25
3.1 SUROVINY PRO CHEMICKÉ ODBARVOVÁNÍ.....	26
3.2 SUROVINY PRO FYZIKÁLNÍ ODBARVOVÁNÍ	26
4 LED TECHNOLOGIE.	27
4.1 HOLONYAKOVA CESTA K OBJEVU.....	27
4.2 NENÍ LED JAKO LED.	29
4.2.1 Jak LED diody fungují.	30
4.2.2 Tajemství úspěchu světelných diod.....	30
5 SLUNEČNÍ ENERGIE	31
5.1 PROJEVY SLUNEČNÍ ENERGIE NA ZEMI.....	31
5.1.1 Dopad sluneční energie na Zemi	32
5.1.2 Základní přeměny sluneční energie.....	33
5.1.3 Využití sluneční energie.....	34
5.2 SOLÁRNÍ ČLÁNKY	34
5.2.1 Využití solárních článků.....	35
5.2.2 Solární elektrárny	36
5.2.3 Solární ostrovy	37
6 PIKTOGRAM.....	39
II PRAKTICKÁ ČÁST	40
7 VÝROBA PLOCHÉHO SKLA.....	41
7.1 HISTORIE VÝROBY PLOCHÉHO SKLA	41
7.1.1 Výroba plochého skla v 15. stol.	42
7.1.2 Výroba plochého skla v 17. stol.	42
7.1.3 Výroba plochého skla v 19. - 20. stol.....	43

7.2	VÝROBA PLAVENÉHO SKLA FLOAT	44
7.3	VÝROBY SPECIÁLNÍCH PLOCHÝCH SKEL V ČECHÁCH.....	45
7.3.1	Výroba opaxitu.....	45
7.3.2	Výroba protislunečných a svářečských skel.....	45
7.3.3	Výroba signálních skel	45
8	PLOCHÉ SKLO V MODERNÍ ARCHITEKTUŘE	46
8.1	ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI SKEL A ZASKLENÍ	46
8.1.1	Extra čirá skla.....	47
8.1.2	Barvené skla	47
8.1.3	Reflexní skla.....	48
8.1.4	Bezpečnostní skla.....	48
8.1.5	Skla nízkoemisní a selektivní.....	48
8.1.6	Použití v dopravě.....	49
9	EVA JIŘIČNÁ.....	51
9.1	DŮLEŽITÝ JE ÚSMĚV, POZITIVNÍ PŘÍSTUP A RISK.	52
10	OSCAR NIEMEYER.....	54
10.1	CELÉ MĚSTO BYLO POSTAVENÉ TAK RYCHLE.....	54
10.1.1	Usiloval o nové tvary a formy	56
11	REALIZACE VE SVĚTĚ.....	57
12	BEZPEČNOSTNÍ SYSTÉM NA PLOCHÉM SKLE	59
13	JEDNODUCHÝ PIKTOGRAM	61
13.1	NÁVRH ŠIPKY	61
14	PÍSKOVÁNÍ	63
14.1	PÍSKOVACÍ BOX	63
14.1.1	Materiál určený pro pískování.....	64
14.1.2	Ochranné kryty	65
14.2	POSTUP PÍSKOVÁNÍ.....	66
15	VYUŽITÍ SOLÁRNÍCH ČLÁNKŮ	68
III	PROJEKTOVÁ ČÁST.....	69
16	DOKONČENÍ BEZPEČNOSTNÍHO SYSTÉMU	70
16.1	TECHNICKÁ DOKUMENTACE K MODELU.....	72
17	OSVĚTLENÍ KAPLE	74
17.1	AUGUSTINIÁNSKÁ REZIDENCE	74
17.1.1	Rezidence – kulturně-společenské centrum	75
17.2	Sv. AUGUSTIN.....	75
17.2.1	Učení	76
17.2.2	Atributy	77

17.3	ORNAMENT PRO OSVĚTLENÍ KAPLE.....	78
17.4	VIZUALIZACE OSVĚTLENÉ KAPLE.....	79
18	TVAROVÁNÍ PLOCHÉHO SKLA	80
18.1	FORMY	80
18.1.1	Pomocný materiál.....	81
18.2	POSTUP PRÁCE.....	81
19	FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE REALIZOVANÝCH MODELŮ.....	84
	ZÁVĚR	86
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	88
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	93
	SEZNAM OBRÁZKŮ	94

ÚVOD

Jsem sklář, tomuto krásnému řemeslu jsem se naučil na nejstarší sklářské škole, a to na Střední uměleckoprůmyslové škole sklářské v Kamenickém Šenově. Svou sklářskou kariéru jsem začal jako Rytec skla. Tato vznešená technika v kategorii zušlechťování skla mne naplňuje radostí a vytváření reliéfů, trojrozměrné iluze a budování prostoru na jinak téměř rovném povrchu mne nikdy nepřestalo bavit.

Jak léta přibývala, osvojoval jsem si další techniky zušlechťování skla jako je broušení, pískování, ale vstoupil jsem i do tajů tvarování skloviny na sklářské huti. Největší radost mám když kombinuji více technik. Využívám získaných dovedností k zhmotnění svých myšlenek a k vyjádření mých názorů.

Mé poslední práce byly zaměřeny na techniku Fusing (lehání skla), jde o tvarování plochého skla v elektrické komorové peci za vysokých teplot. Můžu vytvářet vysoké i nízké reliéfy tvarované z plochého skla, které v peci přesně okopíruje danou formu. Nebo mohu roztažením skla ve formě vytvářet skleněné plastiky a sochy. A právě proto, že je mi tato technika a zpracování plochého skla v mé etapě života nejbližší, vybral jsem si ji i jako stěžejní pro mou diplomovou práci.

Nechci však vytvořit jen další skleněný objekt využívající světelných paprsků k vyjádření postojů k naší době. Mým záměrem je oprostít se od ryze výtvarného zpracování skla, který jsem do této doby měl. Rozhodl jsem se využít sklo spíše technickým způsobem a řešit otázku zvýšení bezpečnosti osob a majetku v budovách.

Moderní architektura je naplněna projekty využívajícími ploché sklo v konstrukci obvodových plášťů budov, ale i jejich vnitřních prostor. Sklo je velmi příjemný a nenásilný pomocník v dělení a uspořádání kompozičně čistých a jednoduchých interiérů. O kolik je příjemnější pobývat v místnosti, kde jsou stěny vystavěny z mléčného a čirého skla umožňující pronikání jemně rozptýlených slunečních paprsků, než být uzavřen mezi chladnými zdmi z betonu.

Pro mou práci jsem si vybral skleněné schodiště jako nosič sdělení s potřebnou informací. V dnešních budovách je schodiště se skleněným zábradlím častým prvkem. Tato schodiště zároveň slouží k evakuaci osob z budov a informační tabulky oznamující správný směr únikové cesty jsou často na ne zcela přehledných místech. Z tohoto důvodu, využití skleněného zábradlí jako informačního zdroje se jeví jako ideální.

V teoretické části se zabývám studiem vedení světelných paprsků sklem. Jako zdroj tohoto světla jsem si zvolil malou a nenáročnou led diodu, kterou budu napájet solární energií. Praktická a projektová část je zaměřena na řešení konkrétního využití. Návrh piktogramu sdělující informaci a konstrukce zdroje světla k tomu patří také.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 SVĚTLO

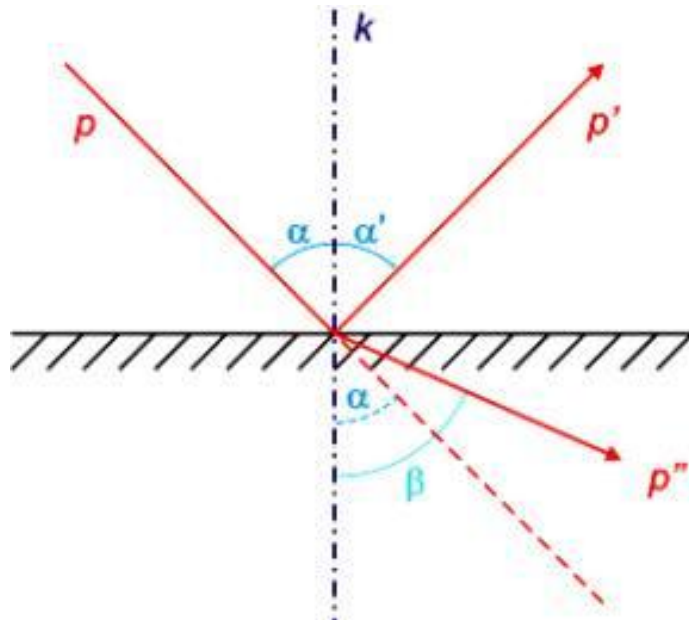
Stěžejním prvkem mé diplomové práce je světlo. Zajímá mne to jak se šíří volným prostorem, jak se odráží od různých povrchů a materiálů. Systém prostupování hmotnými objekty lom světla a jeho odraz. Touto problematikou se budu tedy zabývat podrobněji v následující kapitole.

Světlo se na rozhraní dvou prostředí jednak částečně odráží, ale také částečně prochází do druhého.

Huygensův princip – světlo je elektromagnetické vlnění.

1.1 Odraz a lom světla

Písmeno \mathbf{p} označuje dopadající paprsek, na rozhraní dvou prostředí (např. rozhraní sklo-vzduch). Na tomto rozhraní dochází jednak k odrazu světla (odražený paprsek \mathbf{p}') a k lomu světla (lomený paprsek \mathbf{p}'') [10]



[10]

Obr. 1 Odraz světla

Kolmice dopadu (označená přímkou \mathbf{k}), je kolmá k rovině rozhraní a prochází bodem dopadu paprsku, (jestliže rozhraní prostředí není rovinné, ale zakřivené, pak kolmicí dopadu rozumíme přímkou, která je kolmá k tečné rovině rozhraní v místě dopadu paprsku). Tato

kolmice společně s dopadajícím paprskem \mathbf{p} určuje rovinu dopadu. Všechny úhly dopadu, odrazu i lomu odečítáme ve směru od kolmice dopadu. Dopadající paprsek svírá s kolmicí dopadu úhel dopadu \mathbf{a} . Odražený paprsek \mathbf{p}' svírá s kolmicí dopadu úhel odrazu \mathbf{a}' . Paprsek, který prošel z prvního prostředí do druhého prostředí \mathbf{p}'' , označujeme jako lomený paprsek a svírá s kolmicí dopadu úhel lomu \mathbf{b} . [10]

Pro velikost úhlu odrazu \mathbf{a}' platí zákon odrazu světla:

Velikost úhlu odrazu je rovna velikosti úhlu dopadu.

Odražený paprsek zůstává v rovině dopadu.

Matematicky lze tento poznatek zapsat velmi jednoduše:

$$\mathbf{a}' = \mathbf{a}$$

Zákon odrazu platí stejně pro světla všech vlnových délek, protože úhel \mathbf{a}' nezávisí na frekvenci dopadajícího světla. [10]

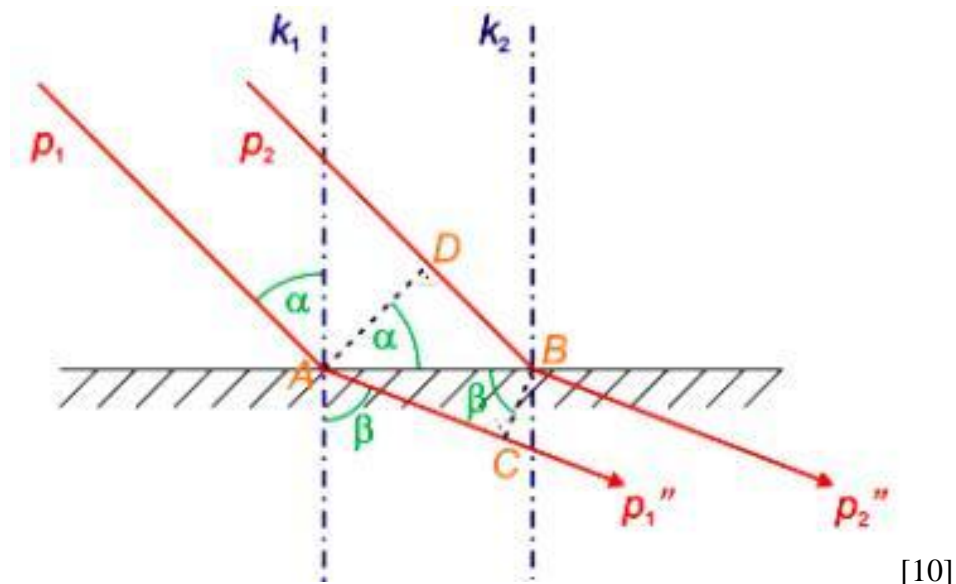
Hlediska fyzika není záměna pořadí úhlu odrazu a dopadu možná – hledáme totiž důsledek dopadu paprsku, proto je třeba zákon formulovat pro zákon odrazu.

Druhá část zákona odrazu říká, že paprsek nemůže samovolně „vybočit“ z roviny dopadu, ale musí v této rovině pokračovat dál tzn. jestliže paprsek dopadá v rovině nákresny, pak také odražený paprsek musí zůstat v této rovině. [10]

1.1.1 Lom světla

Lom světla je možný při průchodu světla z jednoho prostředí do druhého prostředí a to pouze při průchodu prostředím, které je průhledné nebo průsvitné (nemá význam uvažovat nad lom světla při průchodu světla např. ze vzduchu do betonové stěny).

Při zanedbání vlnových vlastnosti světla, můžeme předpokládat, že se světlo v prvním prostředí (např. sklo) šíří větší rychlostí než ve druhém prostředí (např. vzduch). Na toto rozhraní dvou prostředí dopadá svazek rovnoběžných paprsků (Obr. 2). [10]



Obr. 2 Lom světla

V okamžiku, kdy paprsek **p1** dopadne na rozhraní obou prostředí, je paprsek **p2** teprve v bodě **D** a do bodu **B** dopadne za dobu **t1**. Než ale paprsek **p2** dopadne na rozhraní obou prostředí, paprsek **p1** se nemůže v bodě **A** samovolně zastavit a musí pokračovat do druhého prostředí a za dobu **t1** se rozšíří do bodu **C**. V trojúhelníku **ABD** můžeme najít úhel dopadu a u vrcholu **A**, v trojúhelníku **ABC** je úhel u vrcholu **B** stejný jako úhel lomu **b**. Označme **v1** rychlost světla v prvním prostředí, **v2** rychlost světla ve druhém prostředí. [10]

- Podíl sinu úhlu dopadu a sinu úhlu lomu je roven podílu rychlostí, kterými se světlo šíří v prvním a druhém prostředí.

- Lomený paprsek zůstává v rovině dopadu. [10]

1.1.2 Index lomu

Zákon lomu odvodil začátkem 17. století na základě měření holandský fyzik Willebrord Snell, po němž je také zákon lomu pojmenován – říká se mu Snellův zákon lomu. Přibližně ve stejné době ale ke stejným výsledkům dospěli také René Descartes a Pierre de Fermat. [10]



[11]

Obr. 3 Willebrord Snell

Označení **n** je určeno pro index lomu. Podíl rychlostí světla v obou prostředích je různý, a protože možných dvojic prostředí je celá řada a pro každou takovou dvojici bychom museli tento index lomu vypočítat, zavádí se absolutní index lomu, značka **n**, který udává poměr rychlosti světla ve vakuu k rychlosti světla v daném prostředí. [10]

$$\text{Platí tedy: } \mathbf{n = c / v}$$

Kde **c** je rychlost světla ve vakuu a **v** rychlost světla v daném prostředí.

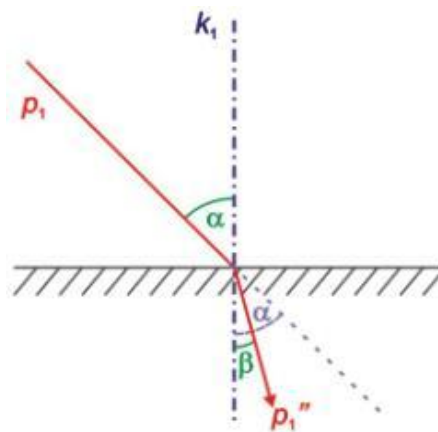
Absolutní index lomu udává, kolikrát rychleji se světlo šíří ve vakuu než v daném látkovém prostředí. Z definice přímo vyplývá, že absolutní index lomu vakua je roven 1. Je-li

např. absolutní index lomu skla 1,5, pak to znamená, že se světlo ve skle šíří 1,5krát pomaleji než ve vakuu. [10]

S rostoucí vlnovou délkou se hodnota indexu lomu zmenšuje. Proto se světlo červené barvy láme méně než světlo barvy fialové. Tento jev nazýváme disperze světla.

Na rozdíl od odrazu světla mohou u lomu světla nastat obecně dva případy: [10]

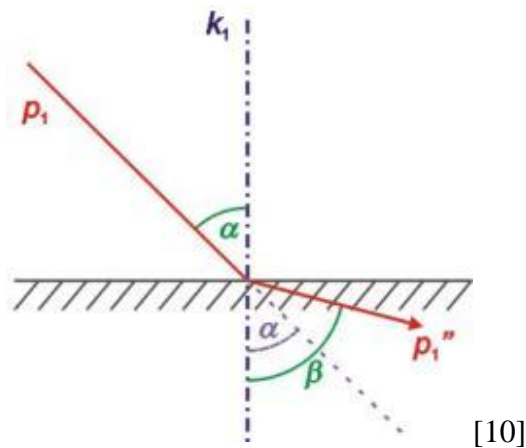
a) světlo dopadá z opticky řidšího prostředí do opticky hustšího prostředí (např. ze vzduchu do skla). Nastává lom světla ke kolmici, to je způsobeno tím, že index lomu prvního prostředí je menší než index lomu druhého prostředí –úhel lomu **b** je menší než úhel dopadu **a**. [10]



[10]

Obr. 4 Lom ke kolmici

b) světlo dopadá z opticky hustšího prostředí do opticky řidšího (např. ze skla do vzduchu). Nastává lom světla od kolmice, index lomu prvního prostředí je větší než index lomu druhého prostředí, pak úhel lomu **b** je větší než úhel dopadu **a**. [10]

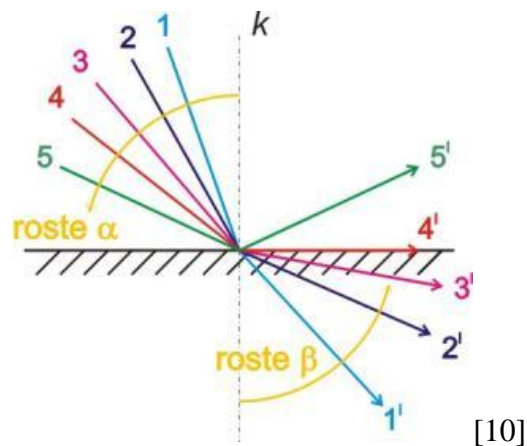


Obr. 5 Lom od kolmice

Když zaměníme směr průchodu paprsku, pak získáme vždy opačný případ (z lomu ke kolmici „vyrobíme“ lom od kolmice a naopak). [10]

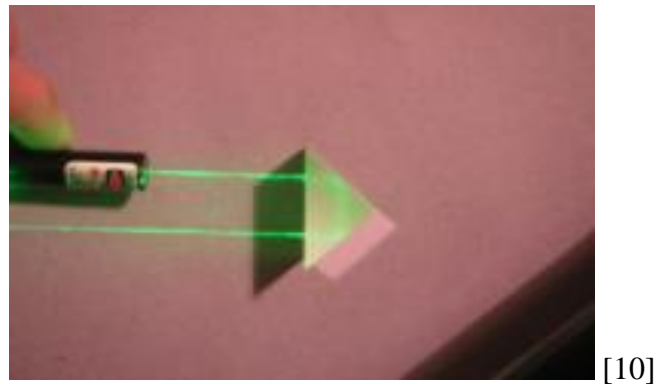
1.1.3 Úplný odraz světla

Budeme-li při průchodu světla z opticky hustšího prostředí (index lomu n_1) do opticky řidšího prostředí (o indexu lomu $n_2 < n_1$) zvětšovat úhel dopadu \mathbf{a} , bude se také zvětšovat úhel lomu \mathbf{b} .



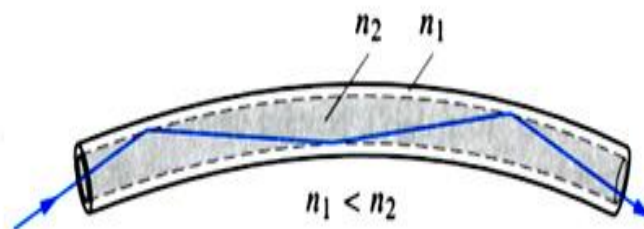
Obr. 6 Úplný odraz světla

Mezní úhel označujeme indexem \mathbf{m} , lomený paprsek se šíří v rovině rozhraní obou prostředí - červený paprsek $\mathbf{4}$. velikost úhlu lomu je roven 90° . Jestliže budeme velikost úhlu dopadu dále zvětšovat, pak lomený paprsek neprochází do opticky řidšího prostředí a nastává úplný odraz světla. [10]



Obr. 7 Úplný odraz ve skleněném hranolu

Úplný odraz světla se používá pro přenos informací pomocí optických vláken. Každé vlákno se skládá ze dvou částí – vnitřní (na obrázku šedá) a vnější. Vnitřní část má větší index lomu než vnější, proto při dopadu paprsku pod vhodným úhlem dopadu nastává úplný odraz světla. [10]



[10]

Obr. 8 Optické vlákno

2 HISTORIE VÝROBY SKLA

První skleněná hmota je spojována s objevem glazury ve starověkém Egyptě. Glazurou hrnčíři upravovaly povrch vypálených hliněných nádob, tvořila ji směs písku a sody, která po vypálení vytvořila tenkou, nepropustnou vrstvu. Tuto směs začaly později samostatně tavit v nízkých pánvičkách na otevřeném ohništi. Protože se jim nedařilo dosáhnout dostatečně vysoké teploty k utavení surovin, muselo následovat opakované tavení po předchozím rozemletí spečené hmoty. První použitelné sklo se podařilo vyrobit až po několikerém přetavení hmoty. Nejstarším známým kouskem skla je skleněná perla nalezená u Théb (dnes Luxor v Egyptě), její stáří se odhaduje na 5500 let. Skláři se naučili vyrábět i první nádoby navíjením skleněných nití na hliněné jádro, které po vychlazení odstranily. Z Egypta a Mezopotámie, se umění vyrábět sklo rozšířilo i do dalších zemí světa - do Fénicie, Řecka a Orientu. [31]

2.1 Sklářská píšťala

Vynález sklářské píšťaly byl zásadním objevem ve výrobě skleněných předmětů. Bez tohoto jednoduchého a důmyslného nástroje bychom si nedokázaly představit výrobu skla do dnešní doby. Vynález sklářské píšťaly se spojuje s vylepšením tavících pecí a přisuzuje se starým Římanům a Féniciánům v době kolem počátku našeho letopočtu. Po vynálezu sklářské píšťaly bylo možno sklo tvarovat novým způsobem, vyrábět i větší předměty a použít mnoho nových zdobících a tvarovacích hutních technik. Sklo v této době přestává být výhradně luxusním zbožím - stává se z něj zboží užitkové. Po rozpadu římské říše se nositelem rozvoje výroby skla se stala říše byzantská, odtud se umění výroby skla šíří dále na sever, například do Ruska. [31]

2.2 Sklářství ve středověku

Vlivem hospodářských změn na území Evropy, vzniká v Benátkách nové velké obchodní středisko, kde kromě jiných uměleckých řemesel významně vzkvétá i sklářství. Původní výroba měsíčního okenního skla se rozrostla natolik, že byl sklářům přidělen blízký ostrov Murano.

Pece k tavení byly rozděleny na tři prostory. Spodní sloužil jako topeniště, v prostředním byly umístěny tavící pánve a do nejvyššího se ukládaly výrobky k vychlazení. Benátské sklo se svým složením hodilo k hutnickému zpracování. Snadno se tavilo, dalo se dobře rozfukovat do tenkých tvarů a vydrželo dlouho tvarovatelné (tzv. dlouhé sklo). Nejlepší benátské sklářské mistři byli povyšováni do šlechtického stavu. Na druhé straně se velmi přísně střežilo tajemství výroby skla. Za prozrazení výrobního tajemství byli lidé velmi přísně trestáni. Benátské sklo ovládlo na téměř 600 let světový trh. [31]



[12]

Obr. 9 Sklářská huť ve středověku

2.3 Vývoj sklářství na území našeho státu

Na území naše státu se první sklo objevuje v letech 1700 až 1200 před n. l. Tehdy se vyráběly především korálky, skleněné náramky a menší nádoby. Z pozdější doby pak byly nalezeny hlavně skleněné knoflíky a na vysoké úrovni zpracování keltské náramky.

V 11. století se sklo tavilo již v samostatných sklárnách zejména v pohraničních lesích. Byly to jednoduché stavby, které se po spotřebování dřeva v okolí opustily a skláři se přesunuly do nové zalesněné oblasti. V jednoduchých pecích se tavilo tzv. lesní sklo. Název vychází z jeho zeleného zabarvení, bylo také nečisté a obsahovalo bubliny. Ve 12.-14. století se rozvíjela výroba skleněné mozaiky především pro chrámová okna. Huť v Chříbské byla v provozu od roku 1414 do nedávné doby, je nejstarší hutí v Čechách, o níž jsou přesné historické doklady. [31]

V 16. století dochází k intenzivnímu rozvoji českého sklářství. Postupná technická zlepšení umožňují vyrábět sklo bezbarvé, zlepšuje se technická úroveň tavicích pecí, jako tavimo se používá salajka (získávaná z popela bukového dřeva), sklářské hutě vznikají ve všech oblastech českého státu.

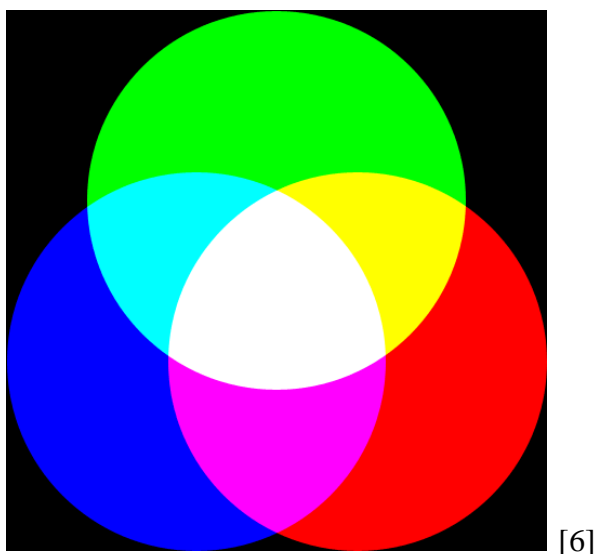
V 17. století obnovili čeští skláři zapomenuté odbarvování skla a zavedli také oxidační tavení. U tohoto kvalitního skla se dosáhlo lepší barvy, jiskrnosti a tvrdosti, označuje se jako český draselný křišťál. Řada významných skláren vzniká na severu Čech v okolí Kamenického Šenova a Nového Boru. V 18. století vzniká českému sklu velmi silná konkurence v Anglii, výrobou olovnatého skla zvaného anglický křišťál. Čeští skláři podporují svou konkurenci schopností novými objevy barevných skel. Bylo vyrobeno sklo černé (hyalit), ale také barvené sloučeninami uranu a vzácných kovů. V této době byl nejvýznamnější postavou českého sklářství Bedřich Egermann z Nového Boru, objevitel mimo jiné slavnou červenou lazuru, vhodnou pro využití u techniky rytí skla. [31]

3 ODBARVOVÁNÍ SKLA

Odbarvováním skla rozumíme odstraňování účinku barvicích složek ve sklářských surovinách, které se projevují barevným odstínem v křišťálovém skle. Jde především o odstranění sloučenin železa, ty způsobují barevný odstín.

Abychom získali slabé žluto zelené zabarvení způsobené železem, musíme vytvořit v tavící peci oxidační podmínky. Tím se převede železo, které je ve formě iontu Fe^{2+} nebo komplexu $Fe^{2+} - O - Fe^{3+}$, na formu Fe^{3+} , to zmenší intenzitu zabarvení 10krát až 15krát. Této technice říkáme chemické odbarvování. [34]

Účelem fyzikálního odbarvování je vyvolat ve skle takový barevný odstín, který je komplementární k zůstatkovému zbarvení po chemickém odbarvování. Ve skle vznikne odstín neutrální šedi, který lidské oko nevidí. Princip fyzikálního odbarvování je možno znázornit na trichromatickém kruhu, z něhož je patrné, kterou komplementární barvu je nutno zvolit pro dosažení neutrální šedi.



Obr. 10 Aditivní míchání barev

3.1 Suroviny pro chemické odbarvování

Podmínkou chemického odbarvení je vytvoření a udržení oxidačního prostředí ve sklovině během tavby a hlavně v oblasti maximálních tavicích teplot, aby byly dány podmínky pro převedení veškerého přítomného železa na oxidační stupeň Fe^{3+} . Toho lze dosáhnout přísadou oxidačních látek do kmene. Nejlépe se osvědčuje kombinace dusičnanu sodného nebo draselného s As_2O_3 nebo Sb_2O_3 . Lze též užít síranu, nejlépe Na_2SO_4 , který sám uvolňuje kyslík v oblasti tavicích teplot.

Alkalické dusičnany se rozkládají hluboko pod tavicími teplotami, kdy se uvolněný kyslík ještě nemůže uplatnit. Proto se přidává As_2O_3 nebo Sb_2O_3 , které jej vážou v As_2O_5 a Sb_2O_5 a uvolňují zpět až v oblasti tavicích teplot. Zpětně uvolňovaný kyslík pak převádí většinu železa na formu Fe^{3+} . Tento proces je podstatou chemického odbarvování.

Oxid arsenitý As_2O_3 – arzenik se ve sklárnách používá syntetický. Je to bílý těžký prášek, ve vodě slabě rozpustný, prudce jedovatý (smrtná dávka 0,17g!). Manipulace s arzenikem a jeho skladování podléhá předpisům o hospodaření s jedy.

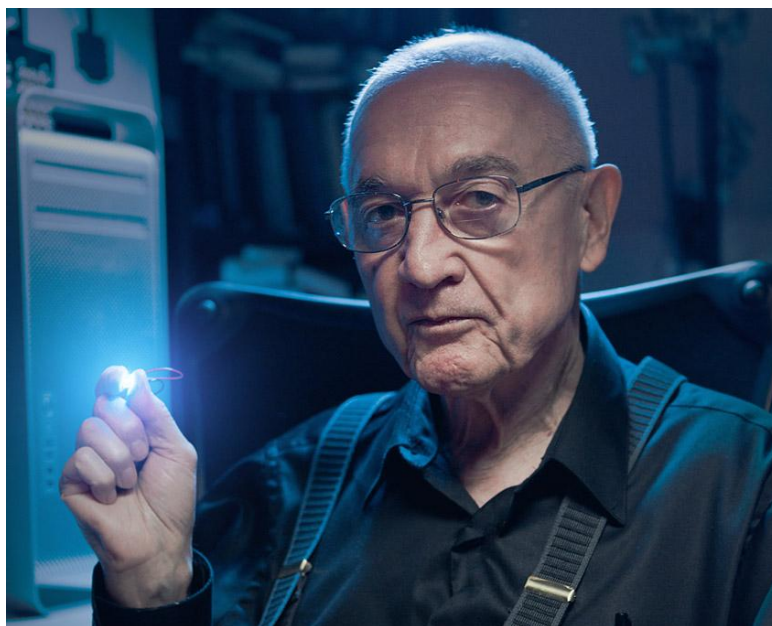
Oxid antimonitý Sb_2O_3 je syntetický. Tvoří bílý nebo našedlý těžký prášek, ve vodě slabě rozpustný. Vzhledem k tomu, že je podstatně méně jedovatý než arzenik, používá se v poslední době častěji. Kromě toho jsou skla odbarvovaná Sb_2O_3 méně náchylná k solarizaci (zbarvování) účinkem slunečního světla. [34]

3.2 Suroviny pro fyzikální odbarvování

Při fyzikálním odbarvování přidáváme do kmene suroviny, které vyvolávají ve skle komplementární zbarvení, tj. růžové, fialové až modrofialové, tedy sloučeniny *selenu, niklu a kobaltu*. K odbarvení slouží tytéž suroviny jako k barvení skla. Množství látek je voleno tak, aby bylo vykompenzováno zbývající zbarvení skla vyvolané ionty Fe^{3+} . Pro dokonalé odbarvení skla se obvykle používá kombinace uvedených barviv. Velmi účinným odbarvivem je Nd_2O_3 . Širšímu použití brání jeho vysoká cena. Výhodou je, že vytváří minimální množství šedi. Je nezbytný pro odbarvování boritokřemičitých skel. Kromě uvedených látek se dosud užívá i odbarvování burelem, který působí současně fyzikálně i chemicky. Nevýhodou je nestálost tohoto odbarvení, protože působením ultrafialových paprsků dochází k tzv. solarizaci, zpětné oxidaci manganu, a sklo hnědne až fialový. [34]

4 LED TECHNOLOGIE.

Trendy v osvětlovací technice a správě budov založené na LED technologiích se postupně implementují do běžného života. Důkazem je velké množství realizovaných projektů založených na LED technologiích po celém světě. Nejen vysoké číslo dosud realizovaných projektů, ale zejména revoluční technologie v osvětlování, automatizace provozu budov a distribuce energií přilákaly k této technologii především architekty, projektanty a návrháře osvětlení.



[7]

Obr. 11 Holonyak vynálezce Led diody

4.1 Holonyakova cesta k objevu.

Když se Holonyak v roce 1957 připojil k výzkumnému týmu GE, v laboratořích již probíhal výzkum možných aplikací polovodičů a vědci zde vyvíjeli předchůdce moderních diod - tyristory a usměřovače. [13]

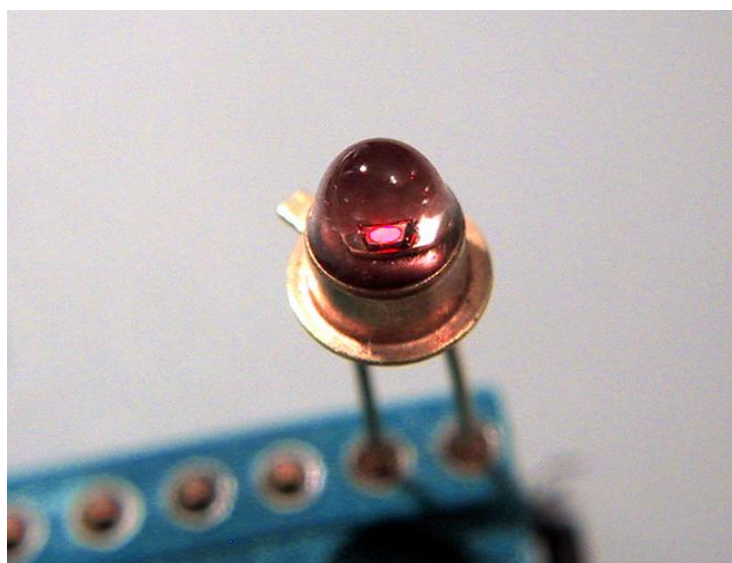
Zatímco jiný vědec - Dr. Robert N. Hall - pracoval na infračerveném polovodičovém laseru využívajícím GaAs (arsenid gallia), Holonyak usiloval o viditelné záření za použití GaAsP (fosfoarsenid gallia). Holonyak zkoušel zrcadla vytvořit štěpením, zatímco Hall zrcadla pro laser tvořil broušením. Dne 9. října 1962 se Holonyak před zraky svých kolegů stal prvním člověkem, který kdy použil polovodičový laser se zářením ve viditelné oblasti světla - zařízení, které rozsvítilo první LED diodu vyzařující viditelné světlo. Jeho kolegové této diodě

přezdívali "kouzelná", protože na rozdíl od infračervených laserů emitovala světlo viditelné lidským okem. [13]

Nové, robustní a trvanlivé LED diody jsou využívány jako zdroj světla v bezpeču zařízeních, od těch nejobyčejnějších po kriticky důležité. LED technologie jsou dnes doslova všude, slouží jako světelné zdroje v celé řadě elektronických zařízení a indikátorů, jako jsou například tlačítka ve výtazích, interiérová označení únikových východů, displeje mobilních a chytrých telefonů, televize, monitory, tablety, komerční značení, obrazovky na sportovních stadionech, mikroskopické chirurgické nástroje, železniční přejezdy či osvětlení pojezdových drah na letištích. Nyní navíc pronikají do běžných oblastí, jako je osvětlení parkovišť a silnic, bodové či celkové osvětlení. LED systémy přináší nejen úsporu v provozních nákladech díky nižší spotřebě energie, ale rovněž značnou úsporu v nákladech na údržbu, neboť životností se jim žádný jiný zdroj světla nemůže rovnat. Využití LED technologie je jedna z nejrychleji rostoucích aplikací v osvětlení silnic a veřejných prostor.

Já jsem se rozhodl využít tuto technologii pro zvýšení bezpečnosti v budovách, pro označení únikových cest s využitím skleněného zábradlí.

Holonyak LED diodě přezdíval "dokonalé svítidlo", protože "světlem je zde samotný proud." LED diody tak ve výsledku vykazují nižší ztráty a vyšší energetickou účinnost než ostatní světelné technologie. [13]



[16]

Obr. 12 První Led dioda

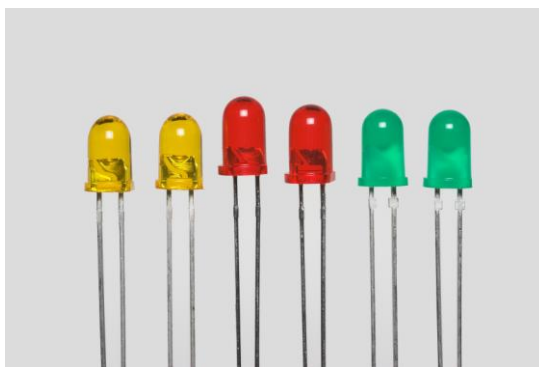
4.2 Není LED jako LED.

LED technologie splňují i náročné požadavky na nezkraslené podání barev umožňují proměňování barev nebo změnit odstín bílé. Předností je vysoký měrný světelný výkon a mají obrovské možnosti v dynamickém osvětlování. Při řešení moderního umělého osvětlení je ideální, aby se měnila teplota chromatičnosti světla od teple bílé ráno po chladně bílou v poledne a zase teplejší bílou večer. Nejen možnosti řízení osvětlení na pracovištích či v domácnostech v závislosti na denní době vzbuzují velký zájem. Musíme si uvědomit, že moderní funkční osvětlení v LED technologiích, má vliv na pracovní výkon a pohodu člověka - tedy i na kvalitu života. [14]

Novinkou v led osvětlení je technologii OLED používá se jako plošný zdroj světla s nízkým povrchovým jasnem. Používá se jako „svítící“ zrcadla s využitím OLED panelů Orbeos, možnosti uplatnění této technologie je předurčena nejen pro designová svítidla, ale v budoucnu také jako svítící tapety pro stropy či stěny. Nekonečné možnosti představuje také pro osvětlování obchodů, neotřelé prezentace výrobků nebo pro náladové osvětlení muzejních expozic. Lze s nimi ztvárnit komplexní osvětlovací řešení při dodržení všech nejdůležitějších požadavků na světlo: hodnotu světelného toku, dlouhodobou ekologickou udržitelnost, nízké náklady a efektivitu.

Mohou vznikat fascinující kombinace a inspirace pro budovy s inteligentním osvětlením, které řeší systém pro šetrné budovy budoucnosti.

Pro projektanty a architekty se otevírá nová možnost efektního RGB nasvícení budov, fasád a zajímavých interiérů. Poutavé efekty, které nemusí být technicky ani energeticky náročné. [14]



[17]

Obr. 13 Několik barev led diod

4.2.1 Jak LED diody fungují.

LED diody jsou drobné světelné zdroje, nebo jinými slovy tenké čipy, které se rozzáří díky pohybu elektronů skrz polovodivé prostředí. Dnes jsou LED diody dostupné v různých barvách včetně jasně bílé, na niž jsou spotřebitelé zvyklí z domácích osvětlení. Popularita LED diod souvisí s jejich energetickou úsporností a dlouhou životností. Spotřebovávají o 75 procent méně elektrické energie než žárovky a vydrží o 25 procent déle než běžné a halogenové žárovky a až třikrát déle než většina kompaktních zářivek. LED diody jsou rovněž chladnější na dotek, okamžitě se plně rozsvítí a díky svému kompaktnímu tvaru jsou vhodné pro drobnější svítidla podporující kreativní design, jakož i osvětlení těžko dostupných prostor. [13]

4.2.2 Tajemství úspěchu světelných diod

Díky velkému rozvoji využití LED (light-emitting diode) technologie, který v současnosti zaznamenáváme například v automobilovém průmyslu, ve výpočetní technice nebo v osvětlení, se může zdát, že koncept technologie byl objeven a poprvé využit teprve nedávno.

Výrobci si uvědomili, jaké výhody může tato inovativní technologie přinést nejen jim, ale především zákazníkům. Díky využití moderní LED technologie je mimo jiné možné dosáhnout snížení nákladů a omezit působení na životní prostředí v porovnání s konvenčními technologiemi. [15]

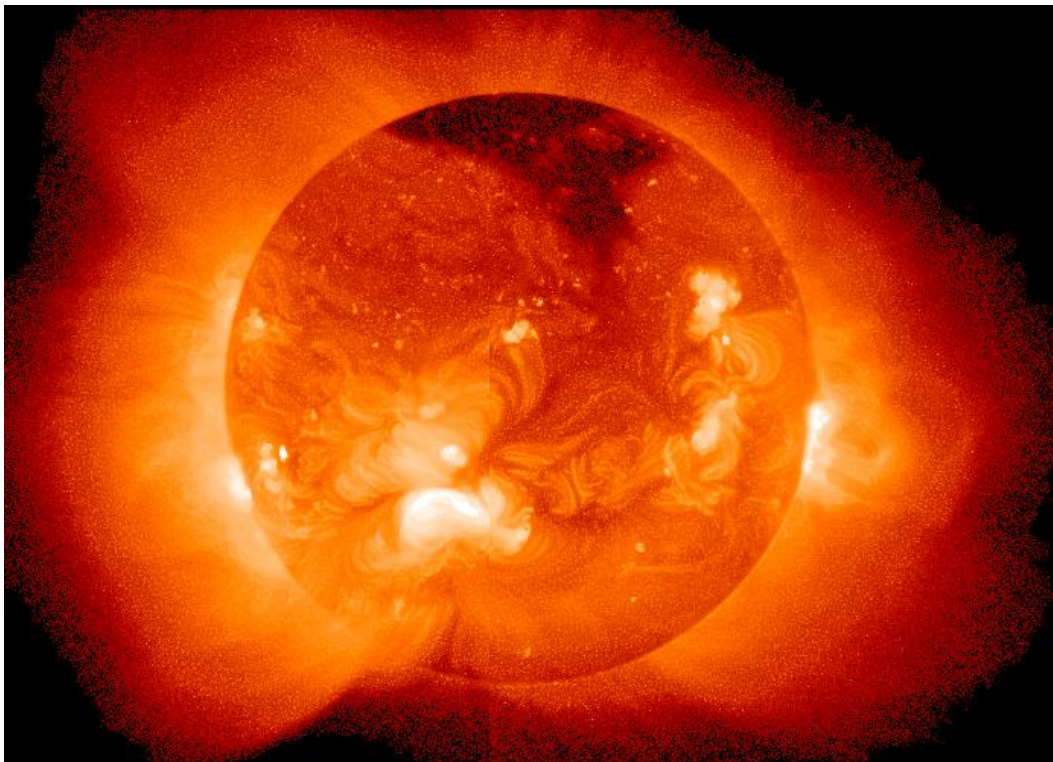


[18]

Obr. 14 Led dioda

5 SLUNEČNÍ ENERGIE

Sluneční energie (sluneční záření) představuje drtivou většinu energie, která se na Zemi nachází a využívá. Vzniká jadernými přeměnami v nitru Slunce. Vzhledem k tomu, že vyčerpání zásob vodíku na Slunci je očekáváno až v řádu miliard let, je tento zdroj energie označován jako obnovitelný. [19]



[20]

Obr. 15 Slunce zdroj energie

5.1 Projevy sluneční energie na Zemi

Podle zákona zachování energie se sluneční energie, dopadající na planetu Zemi, přeměňuje beze zbytku v jiné formy.

Na Zemi se sluneční energie projevuje jako:

- Fosilní palivo, které vzniklo v dávné minulosti z rostlinné nebo živočišné biomasy – uhlí, ropa, zemní plyn.

- Slunce ohřívá naši planetu na různých místech rozdílnou intenzitou, rozdílná intenzita vyvolává větrné proudění. Vítr může navíc vyvolávat na vodní hladině vznik vln.
- Fotosyntéza je přeměna sluneční energie na energii chemických vazeb v organických sloučeninách. Tuto energii využíváme jako biomasu při spalování, ale i jako potravu při konzumaci živočichy.
- Sluneční energie představuje hybnou sílu pro koloběh vody v přírodě.
- Dalším projevem je „sluneční vítr“, elementární částice a jádra helia proudící ze Slunce. [19]

5.1.1 Dopad sluneční energie na zemi

Sluneční energie je elektromagnetické záření. Spektrum slunečního záření dělíme na:

- záření ultrafialové (vlnová délka pod 400 nm)
- záření viditelné (vlnová délka 400 až 750 nm)
- záření infračervené (vlnová délka přes 750 nm) [19]

Viditelné záření tvoří asi 45 % dopadajícího záření, přičemž jeho podíl je vyšší při zatažené obloze (může dosáhnout až 60 %). V rostlinné fyziologii se používá též pojem fotosynteticky aktivní záření, což je záření o vlnových délkách přibližně odpovídajících viditelnému záření (většinou se udává rozsah 380 - 720 nm).

Příkon záření dopadajícího na povrch zemské atmosféry činí 1 373 W/m². Toto množství se nazývá solární konstanta. Ve skutečnosti není konstantní, neboť oběžná dráha Země kolem Slunce je eliptická, a to způsobuje kolísání ve velikosti solární konstanty přibližně 3 % (asi 40 W/m²). Malé změny solární konstanty jsou též spjaté s cykly sluneční aktivity, ty ale dosahují maximálně desetin procenta. [19]

Část záření je pohlcena atmosférou. Pohlcení se týká ovšem jen některých vlnových délek:

- prakticky celé nejkratší části ultrafialového záření (do vlnové délky 290 nm je pohlceno zcela, od 290 do 320 nm zčásti) - pohlcuje ozónová vrstva

- vybraných vlnových délek infračerveného záření (pohlčení především oxidem uhličitým a vodou)

Ve viditelné oblasti je pohlčení jen částečné a závisí na síle vrstvy atmosféry, kterou musí záření projít. Při stejné výšce slunce nad obzorem se tedy větší pohlčení odehrává v rovníkových oblastech, naopak menší v polárních oblastech a na horách. Pohlčení v polárních oblastech je ovšem zároveň zvětšeno tím, že sluneční paprsky pronikají do atmosféry pod ostrým úhlem a musí tak proniknout delší vrstvou. [19]

5.1.2 Základní přeměny sluneční energie

Lze ji popsat rovnicemi pro čistou radiaci

$$R_n = R_g - R_a - R_{lw}$$

$$R_n = A + Q + G + H + LE$$

kde jednotlivé veličiny vyjadřují následující:

- R_n - čistá radiace (po odečtení albeda a dlouhovlnného vyzařování)
- R_a - albedo (procento odraženého záření)
- A - fotosyntéza (vyjádřená v energetických tocích)
- Q - teplo spotřebované na ohřev vegetace
- G - tok tepla do půdy
- H - pocitové teplo
- LE - latentní teplo výparu neboli evapotranspirace [19]

Součin LE představuje energetickou hodnotu vypařené vody, kterou lze vypočítat jako množství vody E (v mm, neboli l/m^2) vynásobené měrným latentním teplem výparu L (při teplotě $20\text{ }^\circ\text{C}$ platí $L = 2439\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Protože A a Q jsou svým podílem zanedbatelné (obě složky činí zpravidla do 1 % čisté radiace), lze tyto členy v rovnici zanedbat a psát ji v zjednodušeném tvaru jako

$$R_n = G + H + LE$$

Poměr nejvýznamnější složek, tedy pocitového tepla a latentního tepla, označujeme jako Bowenův poměr β

$$\beta = H / LE \text{ [19]}$$

5.1.3 Využití sluneční energie

Přímé

Slunečními paprsky dopadne na povrch Země přibližně 1 kW/m. Toto číslo se nazývá solární konstanta. Tuto energii lze využít přímo:

- pro výrobu elektrické energie (obvykle fotovoltaický článek ale také stirlingův motor),
- v zemědělství (skleníky),
- zpracování užitkové vody (ohřev, ale též desalinace a desinfekce),
- vytápění. [19]

Nepřímé

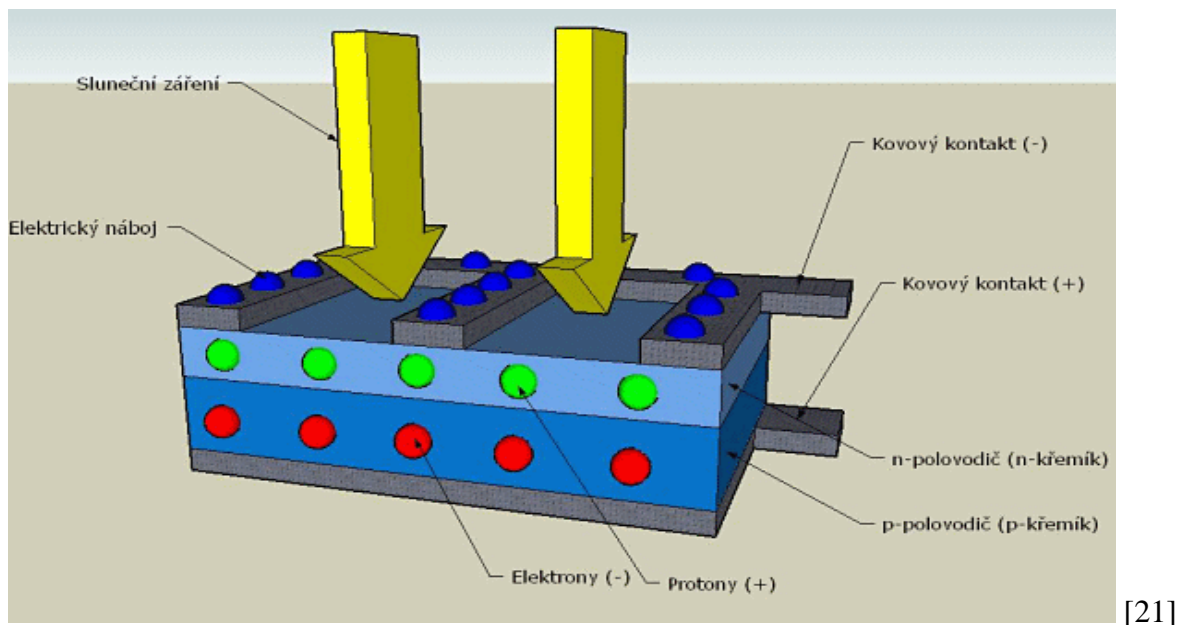
Nepřímo se sluneční energie v přírodě přeměňuje na:

- potenciální energii vody (využívaná ve vodních elektrárnách),
- kinetickou energii vzdušných proudů (vítr),
- chemickou energii biomasy (včetně fosilních paliv, kde akumulace sluneční energie proběhla před dlouhou dobou). [19]

5.2 Solární články

Přeměnit na elektrickou energii se daří asi jen 17 % energie dopadajícího záření. Světelná energie se mění v energii elektrickou v solárním článku (sluneční baterii). Solární články jsou složeny z polovodičových plátů tenčích než 1mm, na spodní straně spojené plošnou průchozí elektrodou. Horní elektroda má plošné uspořádání tvaru dlouhých prstů zasahujících do plochy, to umožňuje světlu na plochu svítit. Velká část solárních článků je chráněna skleněnou vrstvou, ale setkáváme se i se speciálními pryskyřicovými kryty. Tato antire-

flexní vrstva zabezpečuje, aby co nejvíce světla vniklo do polovodiče. Antireflexní vrstvy je většinou tvořena napařením oxidu titanu. To dává článkům charakteristický tmavomodrý vzhled. Křemík je nejčastěji používán jako polovodičový materiál, ale známe i jiné polovodičové materiály, např. kadmiumsulfid, kadmiumtellurid, galium arsenid, selenid mědi a india, nově se zkouší sulfid galia. Krycí materiál (sklo) chrání solární články před vnějšími vlivy prostředí. [19]



Obr. 16 Schéma solárního článku

5.2.1 Využití solárních článků

Elektrický výkon určuje celková plocha a účinnost solárních článků. Jejich využití je velmi rozmanité: od solárních kalkulaček až po energetické zabezpečení budov v rozsahu jednotek až desítek kW. Při ploše 1 dm² a plném slunečním svitu může při napětí 0,5 V a proudu 2,5A dávat článek výkon 1,25 W. Chceme-li získat větší napětí, musíme zvolit sériové a paralelní řazení. Jeden panel bývá složen z 33 až 36 křemíkových solárních článků.

Adaptace sluneční energie a celá oblast průmyslu spojená s výrobou solárních článků zažívá v současné době rychlý růst a využití slunečního záření získává prostor v energetických strategiích jednotlivých států. [19]



[22]

Obr. 17 Solární panel

5.2.2 Solární elektrárny

Další možností je využití sluneční energie na výrobu elektřiny (fotovoltaika). Množství energie, kterou sluneční elektrárna vyrobí, se odvíjí od intenzity slunečního záření. Při jasné obloze bez mráčku je měrný výkon slunečního záření kolem 1 kW/m^2 . Pokud se obloha zatáhne, produkce elektřiny je až 10krát menší. V naší Zemi je roční průměrná intenzita slunečního záření odhadována na $950\text{--}1340\text{ kW na m}^2$. To odpovídá průměrnému počtu slunečních hodin v České republice jen asi $1330\text{--}1800$ hodin ročně. Konkrétní údaj o světelných podmínkách na určitém místě, poskytuje Český hydrometeorologický ústav.

Zvolené místo pro stavbu solární elektrárny se odvíjí od intenzity a doby slunečního záření, to ovlivňuje nadmořská výška, oblačnost a další podmínky jako jsou časté mlhy, znečištění ovzduší či úhel dopadu slunečních paprsků.

Obecně platí, že 1 kWp (maximální výkon elektrárny) zabere asi $8\text{--}10\text{ m}^2$. Tato plocha je schopna vyprodukovat přibližně 1 MWh ročně. [19]



[23]

Obr. 18 Solární elektrárna

5.2.3 Solární ostrovy

Solární ostrov (Solar island) dostalo označení projektu, na kterém v současné době spolupracují Spojené arabské emiráty ve spolupráci s jistou švýcarskou inženýrskou firmou. Výsledkem návrhu je umělý ostrov – na moři plovoucí objekt kruhového tvaru s několika stovkami až tisíci zrcadel, odrážejících dopadající sluneční energii na (pravděpodobně kovovou) kolonu (potrubí), které taktéž tvoří svrchní část solárního ostrova. V tomto potrubí cirkuluje voda, kterou přijaté záření dokáže přivést k varu. Vzniklá pára poté začne pohánět turbínu ve středu ostrova (kam se toto potrubí sbíhá), kde má být tato energie některou z dostupných technologií uložena. Projekt předpokládá, že jeden takovýto průměrný solární ostrov bude vyrábět řádově GigaWatty energie z dopadajícího slunečního záření. [19]

Pozitiva solární energie:

- Slunce je zdroj energie dostupný všem, všude, v dostatečné míře a zcela zdarma.
- Výroba solární energie neznečišťuje životní prostředí.
- Fotovoltaická elektrárna nezatěžuje své okolí žádným hlukem, zápachem, prachem, škodlivým zářením ani zplodinami.
- K výrobě solární energie není třeba žádné další palivo nebo suroviny.
- Fotovoltaická elektrárna neprodukuje žádný odpad.
- Nemusíte kupovat elektřinu z fosilních paliv, jejíž cena každým rokem stoupá.
- Fotovoltaická elektrárna nevyžaduje žádnou náročnou údržbu. [19]

I když nejvyššího výkonu dosahují fotovoltaické elektrárny za jasných slunečných dnů, jsou schopné provozu i při zatažené obloze, i když množství vyrobené energie samozřejmě klesá. V noci elektrárna nevyrábí elektřinu žádnou.

6 PIKTOGRAM

Piktogram, tak jak ho definují mezinárodní normy, znamená vnímatelný útvar, vytvořený kreslením, tiskem, psaním, nebo jinými technikami. Každý piktogram zpodobňuje bez vazby na řeč převážně jeden věcný význam. [27]

Piktogramy umožňují jednoduše rozpoznatelnou komunikaci pro děti, dospělé, ale i pro osoby s mentální retardací, autistům a lidem s multihandicapem. Používání piktogramů bývá doplněno textem a znaky. Existuje mnoho různých souborů piktogramů, které obsahují označení pro osoby (profese), zvířata, věci, činnosti, vlastnosti, představy, pocity a vztahy. Nejčastější prezentace je v dvoubarevném provedení např. bíle na černém pozadí. Celý systém komunikace piktogramů je konkrétní a snadno zapamatovatelný, převážně s nadnárodním významem, tzn., že jejich rozpoznání nedělá velké potíže ani osobám z jiných zemí. Výhodou tedy je, že nám dovolí komunikovat i s lidmi, kteří tento systém neznají, protože obrázky jsou natolik srozumitelné, že není zapotřebí speciálního výcviku a znalostí. [27]

Pomocí piktogramů mohou osoby sdělovat svému okolí své potřeby, informace o plánovaných činnostech, potřeby, pocity, přání, zážitky, ukazovat směr cesty, upozorňovat na nebezpečí atd.. Stávají se tak aktivními účastníky komunikace, mohou vzdělávat, nebo se používat při běžné konverzaci. Používání piktogramů doplňuje nebo zcela nahrazuje mluvenou řeč či text. [27]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 VÝROBA PLOCHÉHO SKLA

Pro svou diplomovou práci jsem si vybral jako hlavní materiál ploché sklo. Proto se budu v této části zabývat výrobou a zpracováním plochého skla konkrétněji a do hloubky.

Celosvětová poptávka po plochem skle představuje přibližně 45 milionů tun ročně, z nichž přibližně 50 % pochází z Asie, 27 % z Evropy a 15 % ze Severní Ameriky. Podle použití jde 70 % do stavebnictví, 20 % do vybavení a dekorace interiérů a 10 % do automobilového průmyslu a dopravy. [28]

Chceme-li použít ploché sklo v optických systémech, budou nás zajímat především index lomu a disperze. Vyšší index lomu dává sklu větší lesk, u broušeného křišťálu se uplatňuje i disperze. Světlo se po dopadu na skleněnou plochu z části odráží, část se absorbuje a zbytek vystupuje ze skla ven a druhé straně. Dopadá-li světlo na povrch skla šikmo, silně vzrůstá odražený podíl. Odrazivost stoupá s rostoucím indexem lomu. [35]

U běžného sodnovápenatého skla dosahuje reflexe maxima asi 8%, propustnost je kolem 83% a zbytek záření se absorbuje (9 až 18%). Běžné tabulové sklo propouští také značné množství tepelného (infračerveného) záření o vlnové délce kolem 2 800 nm. To způsobuje silné přehřátí zasklených vnitřních prostorů např. u dopravních prostředků a budov. Lze tomu zamezit posunutím absorpční hrany k nižší vlnové délce. Vyšší absorpci infračerveného záření způsobuje FeO a jeho kombinace s jinými prvky Ni, Se, Cu. Na tomto principu je založena výroba tzv. determálních skel. Nevýhodou však je velké zahřívání celé hmoty skla, a proto se zavádí nová výroba skel opatřených tenkými oxidovými nebo kovovými vrstvami, ty způsobí reflexi a absorpci v tenké povrchové vrstvě. Současně snižují i propustnost ve viditelné oblasti, jež se tak může regulovat v mezích 30 až 85%. Rentgenové záření X absorbují skla obsahující prvky s vysokým atomovým číslem (PbO, BaO). [35]

7.1 Historie výroby plochého skla

V Evropě se ploché sklo vyrábí již od středověku. Ve 14. století spočívala ruční výroba na technologii roztáčení skleněné baňky, původně malé skleněné terčíky, časem nahradili velké talířovité plochy, ze kterých se vyřezávali jednotlivé kusy skla. U dalšího typu výroby je základem skleněný válec a jeho dalším zpracováním, které spočívalo v rozstřížení a postupném rovnání (rozžehlováním). Výroba litého skla začala být používána koncem 17.

století. Novými technologiemi výroby plochého skla sebou přinášeli i postupné zdokonalování druhotného opracování, zejména broušení a leštění na zrcadlovou kvalitu. Strojní výroba byla zavedena od 30. let 19. století kdy se začala uplatňovat technologie výroby plochého skla tažením. Ve 20. letech 20. století se ploché sklo vyrábělo i nepřetržitým (kontinuálním) litím a válcováním. V roce 1957 vznikla technologie typu float - plavení skla po hladině roztaveného kovu (cínu). Předností této technologie je výroba skal bez optických klamů, které byly přítomny u všech předchozích typů výroby. [25]

7.1.1 Výroba plochého skla v 15. stol.

V Čechách se vyrábělo ploché sklo od začátku 14. stol. oběma způsoby, jak méně náročným způsobem roztáčení žhavé skleněné baňky, tak technikou rovnáním rozřezaných skleněných válců v peci. Syrskou technikou známou již od 4. stol. n. l. je výroba měsíčního skla (z německého Mondglas). Podstata spočívá v roztáčení otevřené, skleněné baňky do tvaru plochého talíře (disku) o průměru až 150 cm. Disk se po vychlazení rozřezal na potřebné díly skla, které vykazovalo velmi kvalitní povrch.

V Oloví se vyráběla technikou Mondglas tenká skla (podložní a krycí sklíčka v mikroskopii) Lotrinský vévoda pozval v roce 1448 čtyři sklářské rodiny do severovýchodní Francie, aby naučily místní skláře vyrábět ploché sklo novým lepším způsobem. Zavedená technika výroby českými skláři se nazývá "procédé de Boheme". Poctou za úspěch českých sklářů, bylo udělení dědičného šlechtického titulu. [25]

7.1.2 Výroba plochého skla v 17. stol.

V době panování Ludvíka XIV. založili ve Francii sklářskou společnost "Compagnie de Saint Gobain", která inovovala výrobu zrcadlového skla. Ve snaze vyrovnat se ve výrobě benátským zrcadlům, vylévaly z velkých pánví sklovinu na kovové stoly, tu pak tvarovaly válcováním do tenké desky.

Vlivem zdokonalování výroby pomocí rovnání válců v 17. stol. poklesla produkce technikou roztáčení baněk. Stále častější používání této techniky přispělo k nárůstu kvality skla a ujednocení vyráběných rozměrů. Česká produkce o rozměrech 110/40 cm a rýnská 130/32

cm. Postupně se rozšiřoval sortiment tlouštěk skla a zvyšovala délka válců až na 3m. Ruční výroba se provozovala po celém území. Z počátku hlavně na Šumavě, pro dostatek dřeva. Po přechodu na uhlí a generátorový plyn, se výroba koncentrovala do Podkrušnohoří, Teplicko a na Sokolovsko. Ruční výroby plochého skla byla velmi rychle nahrazována strojní výrobou. [25]

7.1.3 Výroba plochého skla v 19. - 20. stol.

Stále se zvětšoval rozměr skleněných tabulí. Počátkem 20. stol. anglická společnost Pilkington Brothers vyráběla z válců o délce až 4m a průměru 0,6m foukaných stlačeným vzduchem. Obdobnou technologii s válci o délce až 13,4m a průměru až 1m foukaných stlačeným vzduchem u nás zavedla v roce 1903 American Window Glass Co., známá jako Oppermann – Lubbers. Zdokonalovalo se stále i opracování mechanickým broušením a leštěním. [25]

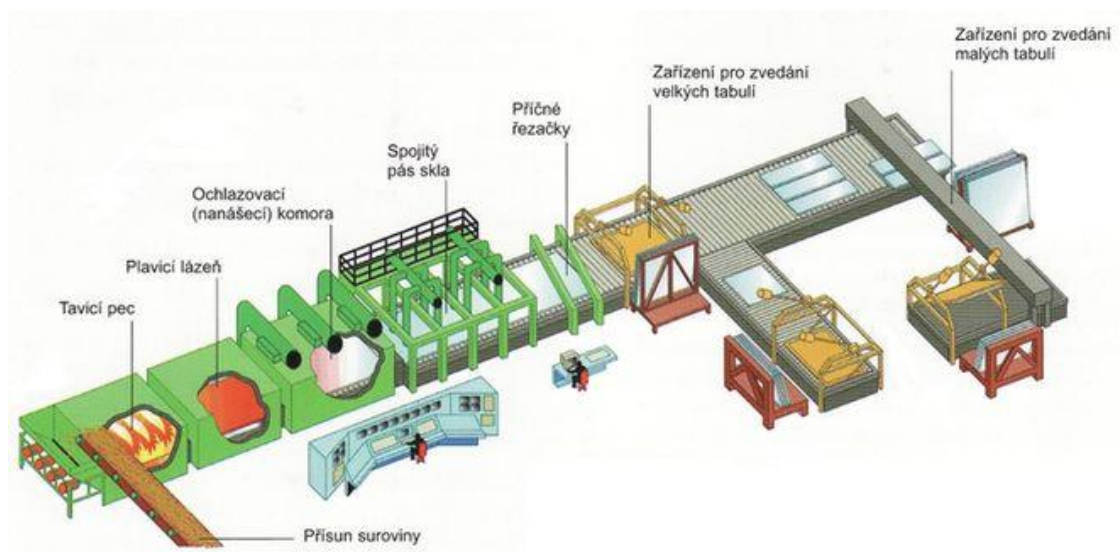
Jako první v Evropě v roce 1919, zavedli průmyslníci J. M. Mühlig a Anton Mühlig z Teplicka, techniku tažení tabulí zařízením belgického inženýra Emila Fourcaulta. Při technologii podle Fourcaulta se táhlo ploché sklo z výtlačnice, kolmo vzhůru. Takto vyrobené sklo neslo známky optických nerovností, proto se pro potřeby výroby zrcadel muselo brousit a leštit. Technologie výroby plochého skla z válců podle Lubberse postupně zanikala. [25]

Ve sklárně Holýšov byla vybudována výroba litého válcovaného skla francouzsko-německým systémem Bicheroux. V té době moderní linka na světové úrovni dovolovala lít, válcovat, brousit a leštit ploché sklo o rozměru 4 x 8m a tloušťce 34mm. Způsob Bicheroux se výborně hodil pro kusovou výrobu technického plochého skla se speciálními funkčními vlastnostmi. Byl u nás v provozu do roku 1975.

Britanie ve výrobě zrcadlového skla dosáhla světového prvenství v roce 1935. Společnost Pilkington Brothers vyvinula konvektorovou výrobu kvalitního plochého skla nepřetržitým litím a válcováním s oboustranným broušením a leštěním. [25]

7.2 Výroba plaveného skla float

V roce 1957 uvedla do provozu firma Pilkington Brothers první linku na plavené sklo, podstatou je natékání skloviny a její následné plavení po hladině rozpuštěného cínu. Technologie float odstraňuje nákladné a ekologii zatěžující broušení a leštění skla. Zrcadlového vyleštění skla se dosahuje jeho ze spodní strany plavením po hladině roztaveného cínu a z vrchu leštěním ohněm. Československo jako první země za železnou oponou získala licenci od společnosti Pilkington Brothers a uvedla do provozu linku float 22. 10. 1969 ve sklárně v Řetenicích. Československo tak předstihlo řadu vyspělých zemí vyrábějících ploché sklo na konvejorech jako Francii, Německo, Itálii, Kanadu. V roce 1988 byla uvedena do provozu další linka float, tím byla omezena výroba taženého skla i technologie liti a válcování skla. Tato výroba se již používala jen pro výrobu plochého skla buď s ornamentem, nebo jako drátosklo. První vana float byla v polovině 90tých let přestavěna na vytápění zemním plynem s tavicím výkonem 650t/24hod. [25]



[30]

Obr. 19 Schéma výroby plochého skla technikou FLOAT

7.3 Výroby speciálních plochých skel v Čechách

Vedle strojní výroby plochých skel se vyráběla speciální plochá skla. Technologie float (plavení) je ale dnes nejčastějším způsobem výroby plochého skla. [25]

7.3.1 Výroba opaxitu.

Opaxit se vyrábí litím a ručním válcováním barevného skla, které bylo často kaleno pro větší pevnost a odolnost vůči tlaku a nárazu. Nejčastěji se opaxit používali jako celá tabule nebo nařezaný na kachle pro obklady vnějšího pláště budov i interiéru. [25]

7.3.2 Výroba protislunečních a svářečských skel

Zatmavená skla do brýlí a ochranné filtry např. pro ochranu zraku při sváření se vyráběly strojním tažením technologií Fourcault na vanách otápěných svítiplynem (později zemním plynem) s elektrickým přihřevem. Jeden z posledních provozů byl do nedávné doby zachován v Kamenickém Šenově. [25]

7.3.3 Výroba signálních skel

V Polevsku byla v druhé polovině 80tých let uvedena do provozu celoelektrická vana k tažení signálních a dalších barevných skel technologií „down draw“. Šlo o barevná skla používaná především pro signalizaci v letecké dopravě. Byla to velmi moderní a účinná technika. V 90. letech byla výroba ukončena pro nedostatek finančních prostředků na opravu vany. [25]

8 PLOCHÉ SKLO V MODERNÍ ARCHITEKTUŘE

Mnoho let se v architektuře používali prakticky neměnné vlastnosti transparentních konstrukcí, kde jako základ sloužilo ploché sklo. V minulosti se nemohlo sklo používat jako samostatný konstrukční prvek. Díky pokrokovým technologiím a inovacím máme možnost použít transparentní konstrukci jako architektonický komponentem. Použití skleněných komponentů výrazně ovlivňuje stav vnitřního prostředí budov, nároky na vytápění a chlazení. To jaké bude uvnitř budovy klima, závisí na množství a složení pronikajícího záření. Použité sklo výrazně ovlivňuje tepelněizolační, zvukové a dalších vlastností. [36]

U používaných skel si můžeme vybírat z široké nabídky vlastností:

- dvou-a vícenásobné izolační zasklení
- výplň inertním plynem
- distanční profily zasklení různé materiálové báze a vlastností
- tepelně inovované rámové konstrukce
- zasklení ovlivňující propustnost slunečního záření
- různé materiály na těsnění spár
- větrání pomocí samoregulačních klapek, větrací štěrby
- bezpečnostní skla vícevrstvá lepená nebo kalená (tvrzená)

Všechny tyto nově vyvinuté typy zasklení v mnoha ohledech uspokojí různorodé a náročné požadavky architektů, projektantů a zákazníků. [36]

8.1 Základní vlastnosti skel a zasklení

Základní vlastnosti skel a zasklení se charakterizují těmito stavebně fyzikálními vlastnostmi:

- činitel světelné propustnosti
- odrazivost světla
- součinitel prostupu tepla

- celková propustnost energie slunečního záření, zahrnuje přímou propustnost slunečního záření přes zasklení a sekundárně vyzářený tepelný tok zasklením do interiéru,
- index vzduchové neprůzvučnosti [36]

Transparentní konstrukce budov musí splňovat stavebně fyzikální požadavky při dodržení podmínek tepelné pohody, denního osvětlení, zvukové izolace, racionálního využití energií a ekonomické efektivity. Současně s estetikou zajišťují osvětlení, větrání, tepelnou ochranu a spojení člověka s okolím. Zasklení, jakož i správně fungující transparentní konstrukce, musí řešit i další funkce z hlediska požární bezpečnosti a ochrany osobní bezpečnosti a majetku. Dominantou transparentní konstrukce je sklo. Je odolné vůči působení vody, většinou kyselin i atmosférickým vlivům. Dostupné jsou tloušťky 2 až 25mm. Obecně platí, že sklo s menší tloušťkou odolává náhlým teplotním změnám lépe než skla tlustší. Krátké změny teploty v rozsahu $\pm 40^{\circ}\text{C}$ nezpůsobují kritické pnutí. Odolnost skla proti teplotním rázům se zvyšuje tvrzením. [36]

8.1.1 Extra čirá skla

Snížením obsahu železa ve skle a přidáním odbarviv se dosahuje lepší propustnost světla a v řezu tabulového skla mizí nazelenalý odstín. Tím se tato skla stávají vyhledávanými na konstrukci izolačních dvojskel a trojskel pro vytápěné budovy, kde se žádá co nejlepší propustnost energie slunečního záření, jak je tomu u nízkoenergetických budov a pasivních domů. [36]

8.1.2 Barvené skla

Opakem extra čírého skla jsou skla barevná, která se vyznačují zvýšenou schopností pohlcovat sluneční záření. Tato vlastnost se dosahuje větším obsahem oxidů kovů (niklu, mědi, železa), čímž sklo získá zbarvení do modra, zelena nebo bronzova. Barevný odstín ovlivňuje tloušťka skla, proto musíme dbát na to, aby byla na celou fasádu použita stejná tloušťka skla. Absorpční účinek je stejný z vnitřní i z vnější strany. Protože absorpční skla pohlcují více tepla, musíme při jejich aplikaci počítat s distančními spárami. [36]

8.1.3 Reflexní skla

Reflexních vlastností skla se dosahuje nanesením tenké vrstvy oxidů kovů (Pyrolýzou). Tuto vrstvu můžeme nanášet buď na čirá skla, nebo na skla barvená. Důsledkem reflexních vlastností povrchu skla je snížená propustnost energie slunečního záření dále je sklo náchylné k znečištění a poškrábání, které je mnohem více viditelné než v případě poškrábání čírého skla. Povrchy skla ošetřené reflexními vrstvami se musí častěji mýt. Tak jako skla čirá nebo barevná mohou být i tato tvrzené, nebo ohýbané. Reflexní vrstva vyžaduje velkou opatrnost při manipulaci i zpracování. [36]

8.1.4 Bezpečnostní skla

Bezpečnostní skla zajišťují aktivní i pasivní bezpečnost. Pasivní bezpečností se rozumí ochrana člověka před poraněním způsobeným samotným sklem. Tento požadavky lze zajistit tvrzeným bezpečnostním sklem, které se vyrábí ze skal flout tepelnou úpravou nazývanou kalení (tvrzení). Rozbije-li se tvrzené sklo, rozpadne se velké množství malých úlomků s tupými okraji, čímž se sníží riziko zranění. Dalším řešením je lepené vícevrstvé bezpečnostní sklo. Při rozbití takového skla nevznikají volné části pouze prasklina bez ostrých okrajů, sklo samotné je vázáno k vnitřní pružné folii, která drží celou tabuli v kompaktním celku. [36]

8.1.5 Skla nízkoemisní a selektivní

Nízkoemisní znamená, že je jedno sklo uzavřeno do vzduchové (případně plynové) vrstvy má sníženou emisivitu proti tepelnému sálání (infračervenému záření). Selektivní znamená že, zasklení má rozdílné vlastnosti v různých oblastech spektra elektromagnetického záření.

Sem patří skla na povrchu pokovená, kdy kovový film je menší než jedna tisícina milimetru. Vyznačují se charakteristický nízkou emisivitou (pohltivostí) infračerveného záření (tepelného sálání) a současně je transparentní (propustný) pro sluneční záření. Tenký kovový povlak má nízkou emisivitu, a tedy vyšší schopnost odrážet dlouhovlnné tepelné sálání. Tenké kovové povlaky se nanášejí na sklo při výrobě. Používá se přitom pyrolýza, to znamená štěpení kovu teplem (tvrdé pokovování) nebo pokovování rozprašováním (měkké pokovování). Pokovování rozprašováním ve vakuové komoře je nízkoteplotní proces, a proto se může aplikovat i na plastické fólie. [36]

Funkcí nízkoemisní vrstvy je vytvářet takzvané tepelné zrcadlo při šíření tepla sáláním v prostoru mezi skly. Emisivita povrchu může z důvodu technologie kolísat. Čím je emisivita kovového povlaku nižší, tím vyšší tepelný odpor uzavřené vzduchové (plynové) vrstvy se dosáhne. Nízkoemisní dvojskla mají nižší součinitel prostupu tepla než trojskla z běžného čírého skla. Nejčastěji se sklo s nízkoemisním filmem kombinuje s obyčejným čírým sklem, někdy s absorpčním sklem na vnější straně. Ve vytápěných budovách se nízkoemisní vrstva umísťuje na vnitřní, přičemž tvoří jeden povrch vzduchové (případně plynové) vrstvy v dvojskle. V některých speciálních případech se může umístit nízkoemisní vrstva současně. Snížení součinitele prostupu tepla v porovnání s pouze jedním pokoveným povrchem plynové vrstvy není však významné. Proto stačí, aby byl metalizovaný obvykle pouze jeden povrch skla, a nezanedbatelná je i cena, která je v případě nízko emisního skla vyšší. V struktuře tepelného toku přes tradiční dvojsklo s čírymi skly převládá sálání 63%, vedení 32% a proudění 5%. Nízkoemisní vrstvou v prostoru mezi skly se snižuje složka tepelného toku šířená sáláním. Mnozí výrobci oken svou reklamou propagují okna dřevěné, plastové, kovové, a přitom nic neříkají o vlastnostech zasklení. Třeba si však uvědomit, že rám a křídlo tvoří pouze 20 až 30% plochy celé konstrukce. Tradiční dvojsklo s čírymi skly má desetinásobně vyšší tepelný tok (tepelná ztráta v zimním období) se šíří přechodem tepla přes tradiční zasklení než přes stěnu. Uplatnění nízkoemisních zasklení s výplní inertním plynem tento velký rozdíl podstatně zmírňuje. Uplatnění těchto moderních zasklení je přitom efektivní jednak v nové výstavbě, jednak při rekonstrukcích budov. Použitím tohoto typu zasklení v budovách se pozitivně ovlivňují tepelnětechnické vlastnosti budov, jako jsou povrchové teploty na zasklení, negativní studené sálání v blízkosti zasklených ploch, rozsah a výskyt povrchové kondenzace na zasklení, tepelné ztráty a spotřeba energie na vytápění budov. [36]

8.1.6 Použití v dopravě

Dopravní prostředky bychom si bez použití skla nedokázali snad ani představit, především pro výrobu bočních skel například pro letadla, ponorky, osobní automobily, autobusy, tramvaje, trolejbusy, železniční vozy určených pro přepravu osob apod..

Pro potřeby speciálního použití mohou být tato skla speciálně upravena, jakožto skla vrstvená, tónovaná, polopropustná či neprůstředná. [36]

V dalších kapitolách se budu věnovat několika významným architektům, kteří ploché sklo a transparentní konstrukce ve svých projektech často uplatňují. Nebojí se kombinovat na první pohled křehké sklo s kovovou či betonovou konstrukcí a stavět z nich minimalistické i velmi komplikované stavby.

9 EVA JIŘIČNÁ

Eva Jiříčná je bezesporu nejznámějších a nejúspěšnějších českou architektkou. Vyučuje v Londýně i Praze, její přednášky navštěvují studenti po celém světě. Navrhuje samostatně stojící budovy ale i interiéry butiků. Obdržela Řád britského impéria, je členkou Královské akademie umění, byla uvedena do Americké síně slávy, získala prestižní Cenu Jane Drevové za mimořádný přínos postavení žen v architektuře. [32]



[37]

Obr. 20 Eva Jiříčná

Eva Jiříčná o sobě říká, že se nikdy nepřestala bát, závidí lidem, kteří se nebojí. A dodává, že nikdy nepřestala snít a bojovat.

9.1 Důležitý je úsměv, pozitivní přístup a risk.

Zlínská rodačka, žijící od roku 1968 v Anglii, se stále cítí být Moravankou. V 17letech se rozhodovala mezi architektkou a chemií. Její volbou byla architektura, ale dodnes po chemii tak trochu pošilhává zvláště, když vidí, jak chemie úžasně přispívá k dobru lidí. Začínala v britské renomované kanceláři Louis de Soisson, kde se podílela například na přístavu v Brightonu, poté spolupracovala i se slavným Richardem Rogersem. Dodnes fungující studio Architects Limited založila v roce 1986. Z návrhářského prkna Jiříčné vzešly desítky projektů, z těch nejznámějších jmenujme třeba pražský Hotel Josef, oranžerie na Pražském Hradě nebo interiéry v Tančícím domě. [32]



[38]

Obr. 21 Oranžerie – Pražský hrad

V pracích upřednostňuje především sklo a ocel, považuje je za přírodní materiály stejně tak jako dřevo, i když tento materiál často nepoužívá. Má ráda pestrost v architektuře i názorech. Bohužel když se zapojí závist a politika tak to může znamenat i smutný konec, tak jak vidíme na příkladu Národní knihovny, zde byla členkou poroty, která vybírala návrh. [32]

Z posledních realizací bych uvedl práce pro rodný Zlín. Dvě budovy v vzájemném blízkém sousedství, které navrhl, jsou Kongresové centrum a Městská knihovna. U obou budov využívá typické kovové konstrukce s velkým množstvím prosklených ploch a skleněných Luxfěr.

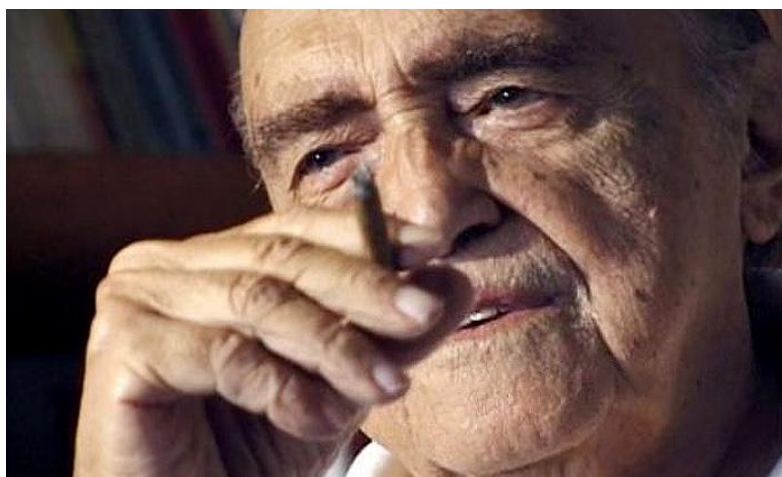


[39]

Obr. 22 Kongresové centrum - Zlín

10 OSCAR NIEMEYER

Architekt a designer Oscar Niemeyer, celým jménem Oscar Ribeiro de Almeida de Niemeyer Soares, proslul svými futuristickými návrhy staveb. Patří na velice krátký seznam lidí, kteří navrhli a postavili celé město. Dokonce světovou metropoli. Niemayer si vzal prázdnou louku na brazilském venkově a o čtyři roky později (za asistence Lucia Costy) na něm vyrostlo hyperfunkční hlavní město. Jmenuje se Brasília a jeho tvar připomíná letadlo, motýla nebo ženu. To bylo před 50 lety a od té doby se Niemeyer nezastavil až do své smrti v roce 2012. [9]



[9]

Obr. 23 Oscar niemeyer

10.1 Celé město bylo postavené tak rychle.

Brazílii ho pověřil prezident Juscelino Kubitschek de Oliveira, který ho předtím najal, aby navrhl kostel Pampulha v Belo Horizonte. V 30. letech minulého století měl za úkol dát kompletní urbanistický pohled na město Brazílii. To vznikalo na holé zemi a mělo se stát novým hlavním městem. Půdorys letadla vymyslel městu Lucio Costa, u kterého se Niemeyer učil a získával cenou praxi. Niemeyer poté navrhl velké klíčové stavby i některé malé přesto pozoruhodné elementy města.

Věděl, že má málo času, ale tento fakt neměl vliv na to, že by navrhoval architektonicky jednodušší stavby. Například když stavěl palác Alvorada, vytvořil zakřivenou klenbu a sloupy – věci, které nikdo předtím nepostavil. [8]



[9]

Obr. 24 Katedrála

V roce 1934 nastoupil po studiích jako architekt bez nároku na honorář a než se za pět let stal vedoucím architektonického studia, vstoupil do komunistické strany, po nastolení vojenské vlády emigroval do Evropy, kde se spojil s další legendou a tak on a Le Corbusier postavili ministerstvo školství a zdravotnictví.

Před návratem bylo podle jeho návrhů postaveno několik budov mimo jiné i v USA a v roce 1958 byl jmenován hlavním architektem Brazílie, nově vznikajícího hlavního města pod dohledem vlády. Tak vznikla krom zajímavého urbanistického řešení města ve tvaru letadla i velká řada velkých staveb jako Brazílské národní muzeum, Katedrála Brazílie, Muzeum současného umění a další. [9]



[9]

Obr. 25 Katedrála - interiér

V roce 1988 mu byla udělena Pritzkerova cena, obdoba Nobelovy ceny v architektuře. Dne 15. prosince 2007 se dožívá 100 let, stále pracuje na svých projektech, dává rozhovory a stále dokáže amerického prezidenta Bushe označit za idiota. [9]

10.1.1 Usiloval o nové tvary a formy

Nedělal architekturu takovou, jako chtěl Bauhaus – tedy čistě užitkovou. Usiloval o architekturu, která musela být půvabná. Aby byla uměleckým dílem, musela ohromovat. Hodně pracoval a i v Evropě je spousta jeho prací, ve kterých se vždycky snaží přinášet nějaké překvapení a krásu. [8]



[40]

Obr. 26 Budova soudu – Brazílie

Nechtěl, aby byla architektura bauhausovská ve smyslu „stroje na bydlení“. Architektura se musí rodit z ničeho, nesmí být ovlivňovaná. Řídil se heslem že: „Neexistuje moderní nebo stará architektura, je pouze dobrá nebo špatná architektura.“

Nevnímal architekturu jako něco, co zachrání svět, ale myslel, že architekt musí číst, musí být vzdělaný, zajímat se o filozofii a vesmír. Vědění obohacuje. [8]

11 REALIZACE VE SVĚTĚ

S plochým sklem se v architektuře setkáváme od samotných počátků sklářství. Nejprve malá okna vykládaná skly nevelkých rozměrů se postupem času zdokonalovala, tak jak se vyvíjelo samotné sklářství. Osobně za jeden z vrcholů použití plochého skla považuji dobu gotiky. Tehdejší mistři sklářské řemesla, dokázali za použití přesně nařezaných kousků barevného a malovaného skla, které k sobě spojovali vitrážnickou technikou, vytvořit až nepředstavitelně obrovská zasklená okna. Odehrávali se na nich fascinující výjevy, které vtáhli diváka do děje a otevírali tak zcela nový svět vnímání. Sluneční paprsky prostupující skrze tato okna malebně zahřívala jinak chladný kamenný prostor katedrál. Svou dokonalostí a hrou barev tak naprosto přesně odpovídají tehdejšímu ideálu a to povznést lidského ducha k nebesům.

V dnešní době se ploché sklo v architektuře nejčastěji používá jako tvrzené bezpečnostní a izolační sklo (vrstvená skla - dvojskla nebo trojskla) a k dalším speciálním účelům.



[25]

Obr. 27 Skleněná konstrukce Hotelu v Tel Avivu

Ploché sklo použité jako obvodový plášť budovy vytváří velká okna v kavárně v Tel Avivu v Izraeli a umožňuje tak velmi dobrý výhled na Středozemní moře. [25]

Zasklení se používá jako čiré (průhledné), nebo matné (neprůhledné, propouštějící jen světlo). Může na sobě nést reliéfní ornament nebo být vyrobeno barevné. Jeho další zušlechtnění je velmi rozmanité, využívá se broušení, leštění, vrtání, leptání, gravitování, pískování, řezání vodním paprskem. Mohou se na něj nanášet různé vrstvy ať už jeto malba klasickými olovnatými barvami nebo nanášení listrů či drahých kovů, využívá se i potisk (například rotační sítotisk). Stále dokonalejší je i technika nalepování folií.



[26]

Obr. 28 Sklo jako obkladový materiál budovy FOCUS ve Varšavě (Polsko)

Ploché sklo není využíváno jen jako obklad obvodových stěn. Speciálně upravená skla se používají jako rozdělovací (často posuvné) příčky dělící prostor velmi nenásilným způsobem. Velmi efektní a někdy strach nahánějící mohou být skleněné podlahy, u kterých se využívá průhledů do nižších pater. Divákovy se tak naskytne velmi neobvyklí pohled a místo ve kterém se nachází, prostor získává nový rozměr. Často se setkávám s netradičním řešením skleněných balkonů a teras, které se otevírají do krajiny a propojují s ní obytné zóny do příjemných celků.

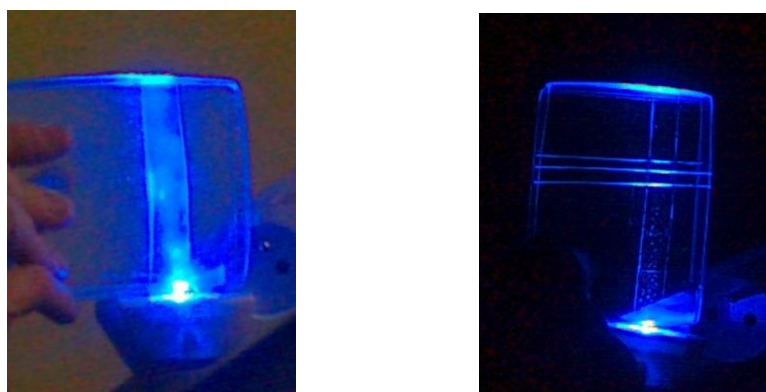
Ať už celo skleněná schodiště nebo jen skleněná zábradlí odlehčují svou přítomností v budovách prostor, vnášejí do nich vzdušnost a celkové odlehčení.

12 BEZPEČNOSTNÍ SYSTÉM NA PLOCHÉM SKLE

Tabulové sklo patří do kategorie stavebního a technického skla. Jeho použití sahá snad do všech oborů lidské činnosti. Nejčastěji se s ním setkáme v oboru stavebnictví, kde se používá k zasklívání plášťů budov, tvorbě skleněných stavebních příček, pro výplně oken, výloh, dveří, balkónových a schodišťových zábradlí, přístřešků na autobusových a tramvajových zastávkách. Už odnepaměti se z něj vyrábí zrcadla, skleníky, akvária, používá se pro zasklívání obrazů, fotografií, ke zhotovování reklamních a informačních panelů a poutačů, k výrobě skleněných výplní ledniček, chladniček a dalších elektrospotřebičů a speciálních elektrických přístrojů. Stále oblíbenější je výroba skleněného nábytku a výroba bezpečnostních (neprůstředné sklo) i protipožárních skel. [25]

Já sám jsem dosud používal ploché sklo jako prostředek k tvorbě výtvarných předmětů. Nepoužíval jsem ho ve své původní podobě. Vždy jsem sklo přetvářel ve fusingových pecích, kde se klasické ploché sklo tvaruje při vysoké teplotě podle žáruvzdorné formy.

I první mé nápady jak využít sklo k vedení světla směřovali tímto směrem. Chtěl jsem vytvořit světelný objekt pomocí spékání několika vrstev skla k sobě. Na každé vrstvě měla pak být vyhotovena část mnou zvoleného piktogramu. Samotný obrazec tak měl být zataven uvnitř mezi skli, takže povrch skla by zůstával opticky nenarušený a kompaktní. Na obrázku (Obr. 29) můžete vidět několik zkušebních taveb a kombinací při hledání správné cesty při řešení mého zadání.



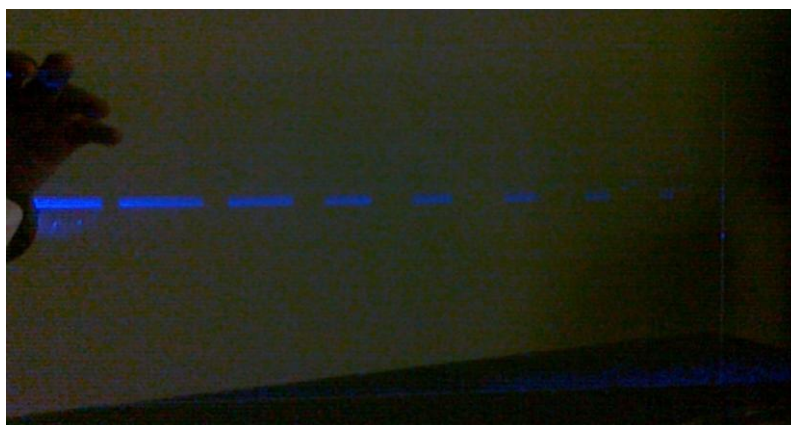
Obr. 29 První zkoušky se stavovaným sklem

Zkušebních taveb jsem provedl několik, vždy jsem zkoušel jiný způsob vytvoření dekoru na skle, než byl ten předchozí. Zkoumal jsem i změnu teploty v peci při tvarování a její vliv na vzniklý dekor a čekával jsem ten správný výsledek.

Dosáhnou požadovaného efektu u skla menších rozměrů nebyl velký problém, ale testy s většími tabulemi, které dosahovali velikosti až jednoho metru nebyly uspokojivé. Po několika týdnech testovacích taveb, kdy jsem nebyl přesvědčen o správnosti vzniklých výsledků, jsem od této techniky ustoupil a zaměřil se na jednodušší, ale o to účinnější způsob.

Ve své práci využívám ploché sklo v jeho nezměněné podobě. Na jeho povrch jsem se rozhodl aplikovat technikou pískování piktogram, který sděluje informaci zvyšující bezpečnost v budovách při ochraně života i majetku osob. Využívám k tomu skleněná zábradlí na schodištích. Po těchto schodištích opouští osoby z evakuovaných budov prostor. Domnívám se, že grafika zobrazující se v přímé blízkosti schodiště (na zábradlí) je účinnější, než informace, často umístěna na vzdálené stěně chodby.

Systém, který zde navrhuji, není určen jen pro nově postavená schodiště, ale je použitelný i na stávající skleněná zábradlí v již postavených budovách. Jde o jednoduchý konstrukční prvek, připevněný na hranu skla zábradlí. Na toto sklo pak už stačí jen vypískovat zvolenou grafiku. Světelný zdroj je napájen ze solárního článku a světelné čidlo zajišťuje, že se rozsvítí vždy když poklesne intenzita osvětlení budovy pod určenou mez. Před tímto zjištěním jsem provedl několik testů.



Obr. 30 Zobrazení dekoru na pískovaném skle

13 JEDNODUCHÝ PIKTOGRAM

Piktogramů se stále více používá na celém světě na veřejných místech, uvnitř i vně budov, v dopravě, v nemocnicích, v tištěných materiálech apod. Cílem používání těchto neverbálních informací je umožnit rychlou orientaci tam, kde by se slovní vyjádření nebo psaný text mohly stát překážkou v dorozumívání. Pomocí piktogramů lze předávat různé instrukce, příkazy a varování. [27]

V mé diplomové práci se zaměřím na využití piktogramu v oblasti ochrany zdraví a majetku osob (v oblasti zvýšení bezpečnosti v budovách). Pokusím se navrhnout jednoduchý a srozumitelný piktogram použitelný k navigaci osob v krizových situacích.



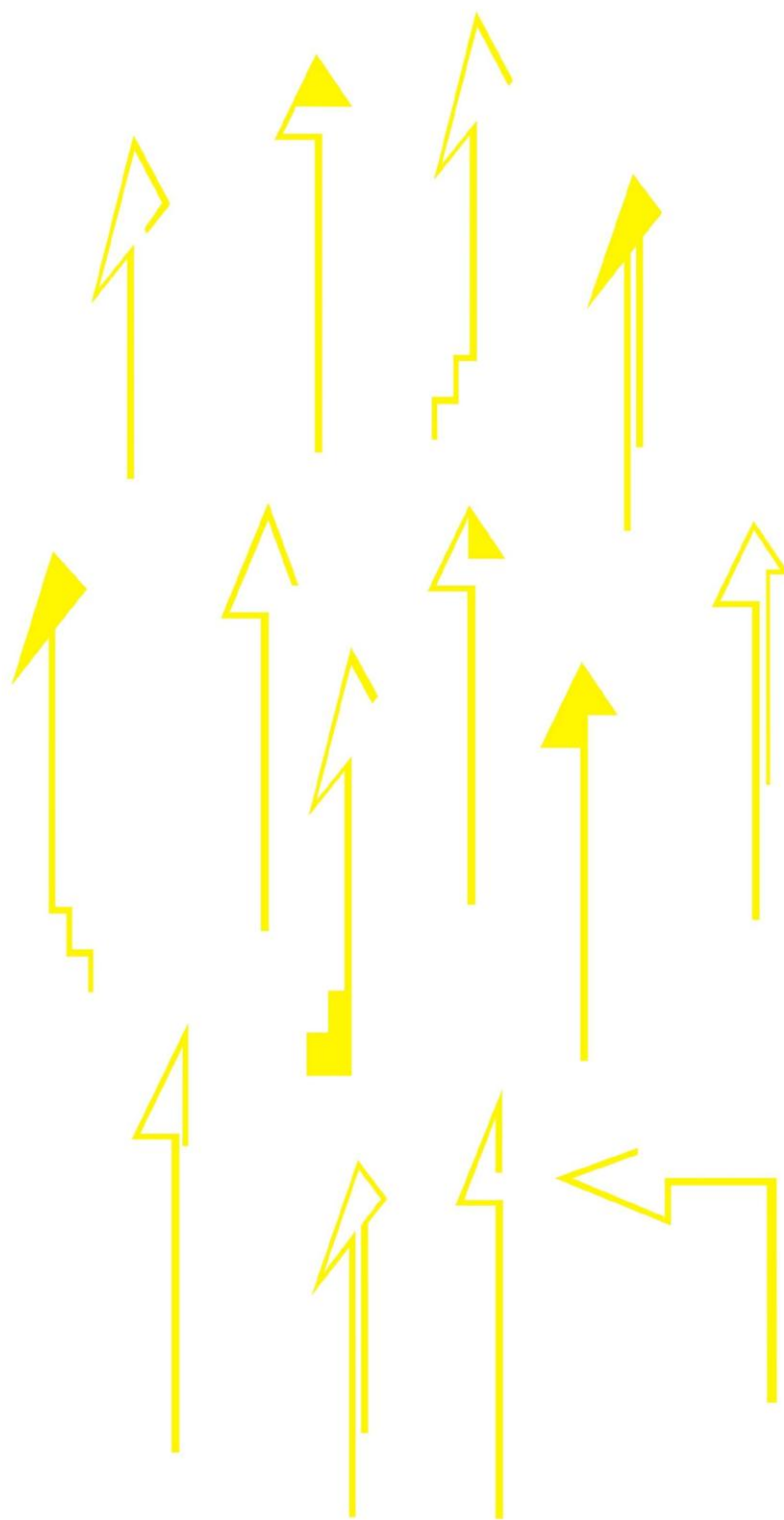
[24]

Obr. 31 Tradiční označení únikových cest

13.1 Návrh šipky

Je mnoho možností jak znázornit únikovou cestu piktogramem, jak vidíme na obrázku (Obr. 31). Zde si autor vybral, promne zbytečně komplikovaný jazyk vyjádření. Běžící postava v kombinaci s šipkou a ještě k tomu obdélník (dveře). Toto vyobrazení je podle mne zbytečně příliš kombinované.

Hned v počátku jsem se rozhodl, že zvolím jako navigaci pro únikovou cestu šipku. Jedny z prvních návrhů řešily otázku samotné formy takové šipky, jestli použít jako tradiční symbol nebo ji částečně deformovat a vytvořit tak dojem trojrozměrného efektu.



Obr. 32 Návrhy na piktogram - šipka

14 PÍSKOVÁNÍ

Pro reprodukci piktogramu určeného k umístění na sklo jsem zvolit techniku pískování skla. Je to proces, při kterém se naruší v tenké, ale souvislé vrstvě povrch skla. Na takto narušeném povrchu dojde k lomu světelných paprsku a k jejich rozptylu. Šipka začne na jinak čirém a nepoškozeném skle svítit.

Pravděpodobně se s pískovaným sklem setkali poprvé obyvatelé jižní Afriky, když jim byla zmatována okenní skla pískem při větrných bouřích.

V roce 1871 byl udělen první patent na pískované sklo Američanovi Tilgmannovi. Své dmychadlo používal k hloubkovému pískování různých materiálů (kov, kámen, sklo, atd.). Při své práci používal i krycí šablony. [45]

Do Evropy se technika pískování pomocí strojů dostala až po roce 1879. V tomto roce byl udělen patent na výrobu strojů a matování povrchu skla pískováním B. Holsteinovi z Osnabrücku. Nechal si patentovat jednoduché zařízení, kdy síla dopadajícího písku na povrch skla byla určována jen samospádem. Krátce po uvedení tohoto způsobu se pískované sklo začíná vyrábět i u nás. [45]

14.1 Pískovací box

V praxi se setkáme s různými pískovacími zařízeními podle druhu práce, kterou na těchto strojích vykonáváme. Základní dělení je na systém injektorový (sací podtlakový), spádový (přetlakový). Při své práci používám injektorové zařízení. Tento způsob je založen na tom, že stlačený vzduch, který je přiváděn z kompresoru, prochází injektorem (pistolí s tryskou) vzniká podtlak, který nasává zrnka písku ze zásobníku a vrhá je skrze trysku na sklo.

Celé zařízení se skládá několika částí. Základem je výkonný kompresor, který nám dodává stlačený vzduch do vzdušníku, který je určen k vyrovnávání nestejného tlaku vzduchu ve chvílích, kdy je kompresor v nečinnosti. Ze vzdušníku je stlačený vzduch veden do injektoru. Pistole s tryskou je umístěna v samotném pískovacím boxu a je ovládána pracovníkem přes otvory ve stěně pískovací kabiny. Aby nedošlo k poranění pokožky při styku s abrazivem, jsou ruce obsluhy stroje chráněny gumovými rukavicemi. Vespod pískovací kabiny je umístěn zásobník na brusivo, odkud je nasáváno do injektoru. Neodmyslitelnou součástí celého stroje je odsávací zařízení. Je velmi důležité odsávat zviřený prach uvnitř kabiny obsahující rozbité částice brusiva i od pískovaného skla. Odsávací systém se skládá

z cyklonu, ve kterém se usazují hrubší zrna, zásobníku na zachycené nejjemnější částice a filtru, přes který prochází do místnosti vyčištěný vzduch.



Obr. 33 Pískovací box

14.1.1 Materiál určený pro pískování

Dříve se používal převážně křemenný písek. Ten se v dnešní době používá jen ojediněle, protože zapříčiňuje plicní onemocnění (silikózu plic). V současnosti se používá korund, méně karbid křemíku. Podle toho jaký typ pískování potřebujeme, volíme druh brusiva. Základní dělení se provádí podle velikosti, tvaru a tvrdosti zrna. Nevýhodou křemenného písku je jeho malá tvrdost a křehkost, zrna se velmi rychle rozbijí a účinnost pískování se tím snižuje. Korund je naopak tvrdší a jeho zrna jsou houževnatější, snesou větší zatížení a prodlužuje se doba jejich použití. Zrna karbidu křemíku jsou velmi tvrdá, ale zároveň jsou křehká, to znamená, že se velmi snadno rozdrťí, to zmenšuje jejich velikost a účinnost. Typ pískování můžeme ovlivnit kromě volby velikosti zrn, také tlakem, kterým jsou zrna tryskány na povrch skla.

14.1.2 Ochranné kryty

Chceme-li na povrchu skla vytvořit dekor, musíme si vyrobit šablonu. Musíme docílit toho, aby místa, která chceme mít pískována, byla odkrytá, tedy vystavena účinkům dopadajících zrn. Podle typu dekoru a tvaru, na který chceme šablonu nanést, můžeme zvolit několik druhů krytů.

Asi nejjednodušší je použít samolepící elastickou folii, kterou nalepíme na sklo a vyřezáme do ní požadovaný dekor skalpelem. Nebo je na této šabloně dekor již vyřezán pomocí plotru k tomuto účelu určenému.

Další rozšířenou technikou je použití ochranného nátěru. Jde o plastické nátěry odolné vůči účinkům zrn. Nejenže můžeme vytvářet dekor pomocí štětce, špachtlí a jiných technik, máme možnost do těchto nátěrů řezat skalpelem a vytvářet tak požadovaný dekor. Výhodou je, že po ukončení práce sundáme ochranný nátěr velmi jednoduchým způsobem, opláchnutím pod tekoucí vodou.

K ochraně skla před abrazivním účinkem tryskaného brusiva se používají kovové šablony, které se vyrábějí z tenkých plechů, např. zinku, olova, a různých slitin. Dekor se do nich buď vyřezává, nebo vyráží. Podobně jako kovové kryty se používají i šablony z plastových fólií.



Obr. 34 Sklo připravené na pískování

Za zmínku stojí dnes nejmodernější technologie ve výrobě šablon. Požadovaný dekor je na krycí fólii nanášen fotosenzitivní cestou. Na speciální tapetu je položen negativní snímek žádaného dekoru, který je následně osvícen. Exponovaná místa se účinkem světla vytvrdí a jejich charakteristickou vlastností je vysoká odolnost proti dopadajícím zrnkům brusiva.

14.2 Postup pískování

Předmět určený k pískování musí být důkladně ochráněn krycím materiálem na místech, která nesmí být pískována. Dbáme na správné umístění šablony a na její čistotu. Na povrchu skla nesmí být zbytky lepidla a pod krycí fólii bychom neměly nacházet vzduchové kapsy. Samotný proces pískování probíhá uvnitř tryskací kabiny, kdy je pracovník chráněn před vdechování vznikajícího prachu. Do kabiny je umožněn pohled přes průhled ve stěně, pod tímto oknem jsou otvory pro ruce. Pracovník může manipulovat uvnitř pískovací komory sklem i injektorem. Nohou pak ovládá pedál spouštějící proud stlačeného vzduchu, tím je zabezpečena naprostá kontrola nad procesem pískování.

Můžeme si tedy zvolit, jestli budeme pískovat velmi silně a vytvářet tak hluboký reliéf, nebo jestli zvolíme jemnou techniku, která nám umožní na povrchu skla vytvářet stínování. Zvolíme-li vícedílnou šablonu, můžeme pak jejím postupným odkrývání různých částí, docílit efektivního více vrstevnicového reliéfu. Tímto postupem můžeme vytvářet iluzi prostorového dekoru.

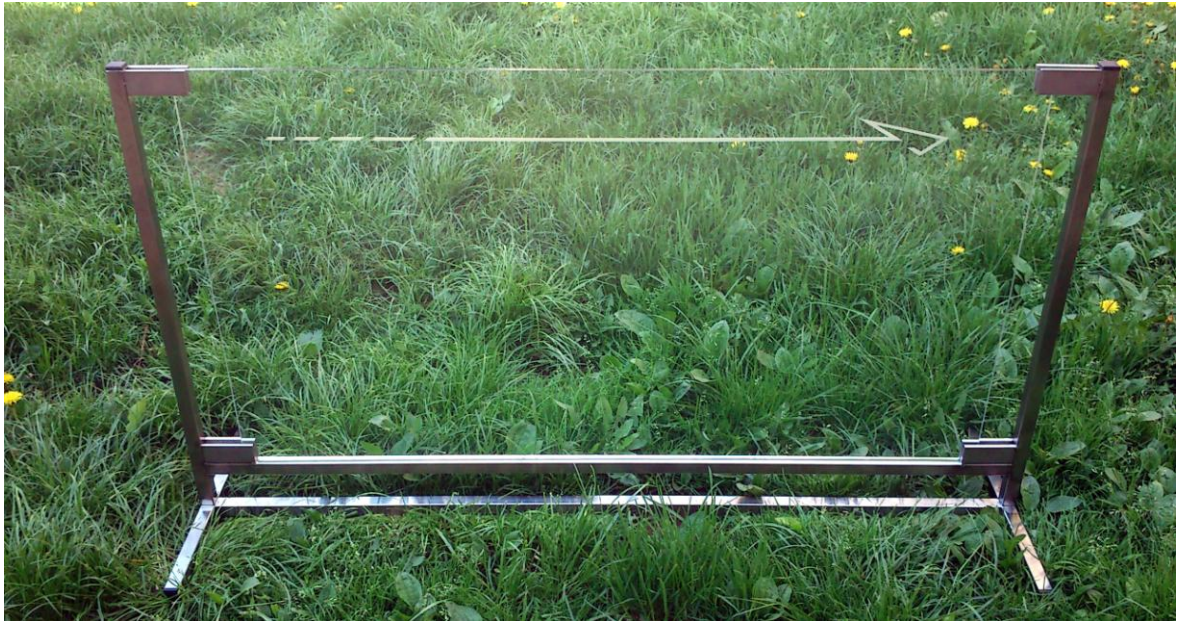
Pískovaný povrch pak můžeme dále zušlechtit např. v leštící lázni, kdy získáme sametově jemný ledový vzhled. Nebo ho natírat speciálními NANO barvami, které nám povrch zabarví do rozmanitých odstínů. Tyto barvy se nevypalují v peci, tak jako by tomu bylo u klasických sklářských barev.



Obr. 35 Pohled do pískovacího boxu

Pískovaný povrch je drsný, matný a jenom průsvitný, ne průhledný. Takto vytvořená struktura intenzivně rozptyluje světlo, to se používá při realizaci svítidel.

Ve srovnání s obyčejným tabulovým sklem se u pískovaného skla sníží propustnost světla z 92 % na 80 %.



Obr. 36 Šipka vypískovaná na plochem skle

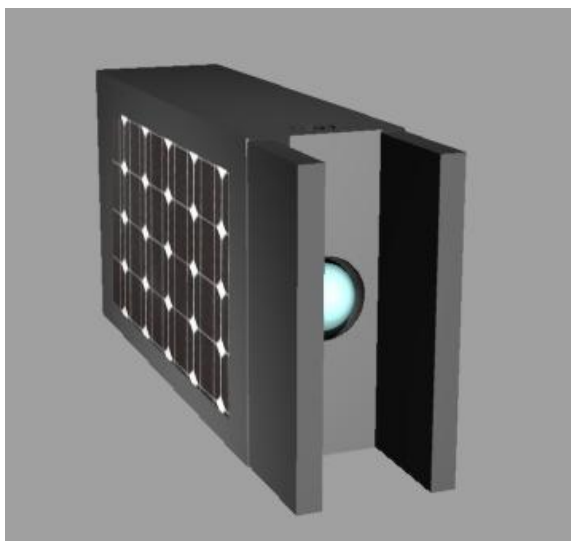
Takto vytvořená šipka je dobře viditelná z obou stran plochého skla. Tím se zvyšuje její účinek a může přispět k lepší orientaci v temném prostoru. Její specifické zešikmení navozuje pocit prostorovosti. Naléhavost sdělení je intenzivnější a účinnější v praktickém využití.

15 VYUŽITÍ SOLÁRNÍCH ČLÁNKŮ

Podstatou mé práce je využití světelných paprsků k rozsvícení zvolené grafiky na plochém skle v určitém místě. Jako zdroj světla jsem zvolil led diodu. Velmi malé rozměry a nízká energetická náročnost jsou její velkou výhodou. Možnost použít baterii pro napájené diody je bezesporu praktičtější, mobilnější a víceúčelové. Není tedy nutné přivést ke zdroji kabel s elektřinou. Aby byl v baterii nakumulovaný dostatečný proud, využívám k jejímu dobíjení solární energii.

Sluneční záření se přeměňuje na elektrickou energii ve fotovoltaickém (solárním) panelu. Na povrch solárního článku, (stejně jako na všechno ostatní na zemském povrchu) dopadají částice světla zvané fotony. Při jejich nárazu dochází k uvolňování elektronů, a tak vzniká elektrický proud. Tento proud je přiváděn k baterii. Ve dne se baterie dobíjí a následně je připravena k dodávání elektrické energie do led diody která začne svítit. Doba svícení se mění podle toho jak je naplněna kapacita baterie. I celodenně zatažená obloha dodá dostatečné množství energie, aby dioda svítila hodinu. Při plném nabytí „ledka“ vydává světlo i déle než 8hodin. Samozřejmě, že všechny tyto časy můžeme ovlivnit kvalitou zvolených komponentů. [19]

Nespornou výhodou mnou navrženého systému je jeho variabilitnost, nízké finanční náklady na realizaci a možnost aplikace do již zbudovaných prostor. Výhodou také je, že solární energie je vyráběna ekologickým způsobem a provoz takového zařízení nás v podstatě nic nestojí.

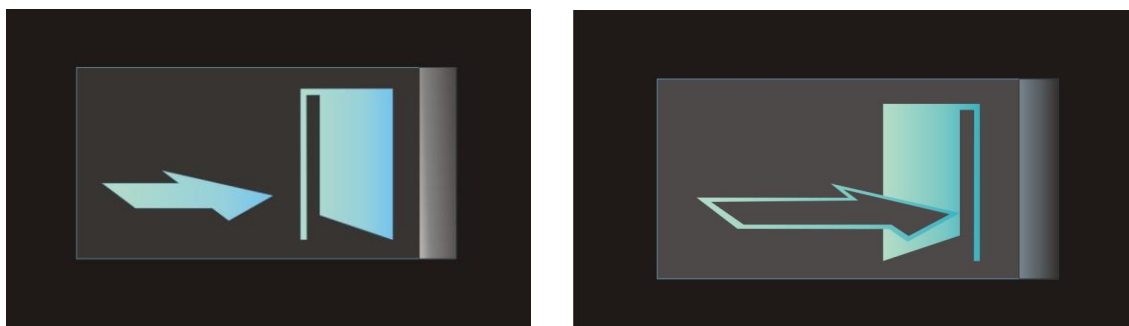


Obr. 37 Model zdroje světla se solárním panelem

III. PROJEKTOVÁ ČÁST

16 DOKONČENÍ BEZPEČNOSTNÍHO SYSTÉMU

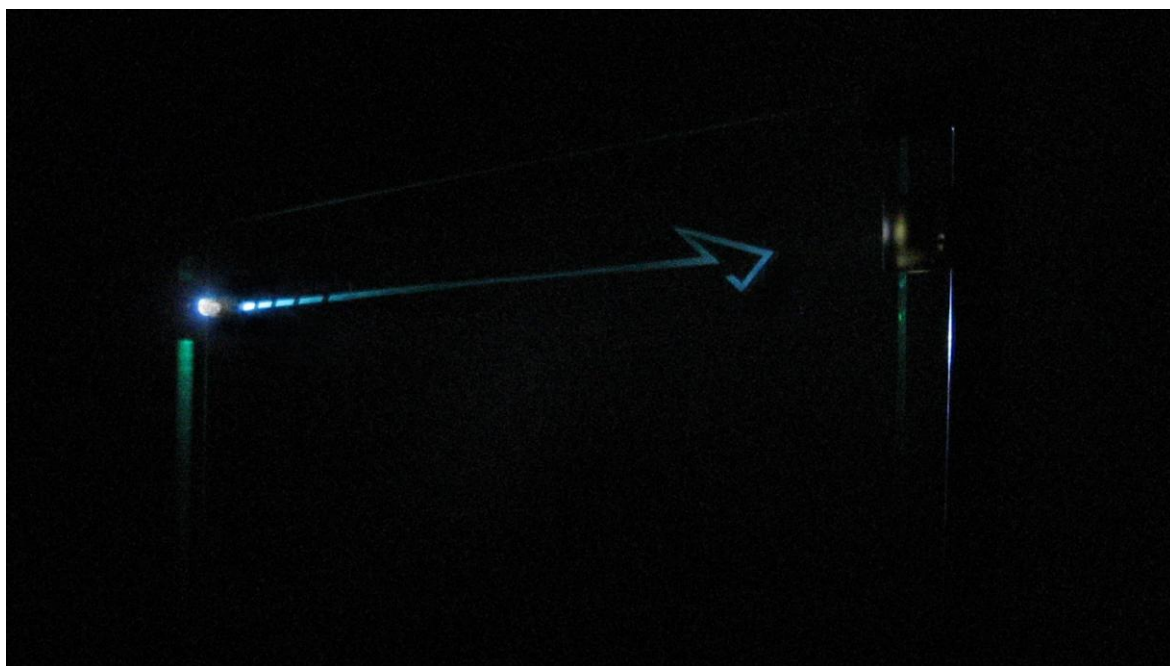
Mnou navržené využití vedení světla sklem se zaměřuje na praktické použití v oblasti zvýšení bezpečnosti při evakuaci osob z budov. Doposud jsem uváděl příklad, ve kterém byl použit piktoqram (šipka) vypískovaný na plochém skle, které je vsazeno do zábradlí okolo schodiště. Tento praktický systém lze využít ale i na jiných místech, nebo ke sdělení odlišných informací. Jako příklad jsem zvolil realizaci dodatkových tabulek, také použitelných při evakuaci osob. Návrhy, které zde uvádím (obr. 38) by byly umístěny na stěnách, tam kde už není skleněné zábradlí. Je zde využít stejný systém osvětlení i pískování jen v menším měřítku. Typizovaná tabulka ukazující směr, kterým se opouští ohrožený prostor, má rozměr 30x15cm



Obr. 38 Návrhy světelné tabulky na stěnu

U toho provedení přidávám k šipce ještě schématické, ale také prostorové provedení dveří. Toto spojení, správným způsobem upozorňuje osoby, který směr je přivede ke dveřím určeným k opuštění budovy.

Jako příklad funkčnosti mnou navrhnutého a sestrojeného bezpečnostního prvku, odevzdávám model zábradlí, na kterém je vypískována šipka. Skrze sklo vedu světlo z led diody, světlo se odráží a na pískovaném povrchu dochází k rozptylu světla. Celá situace pak vypadá jako by se šipka vznášela v prostoru. Ploché sklo, které je pouhým nositelem grafické informace není nijak zvýrazněno a dává zcela vyniknout svítící šipce určující směr únikové cesty.



Obr. 39 Vedení světla sklem zobrazuje šipku

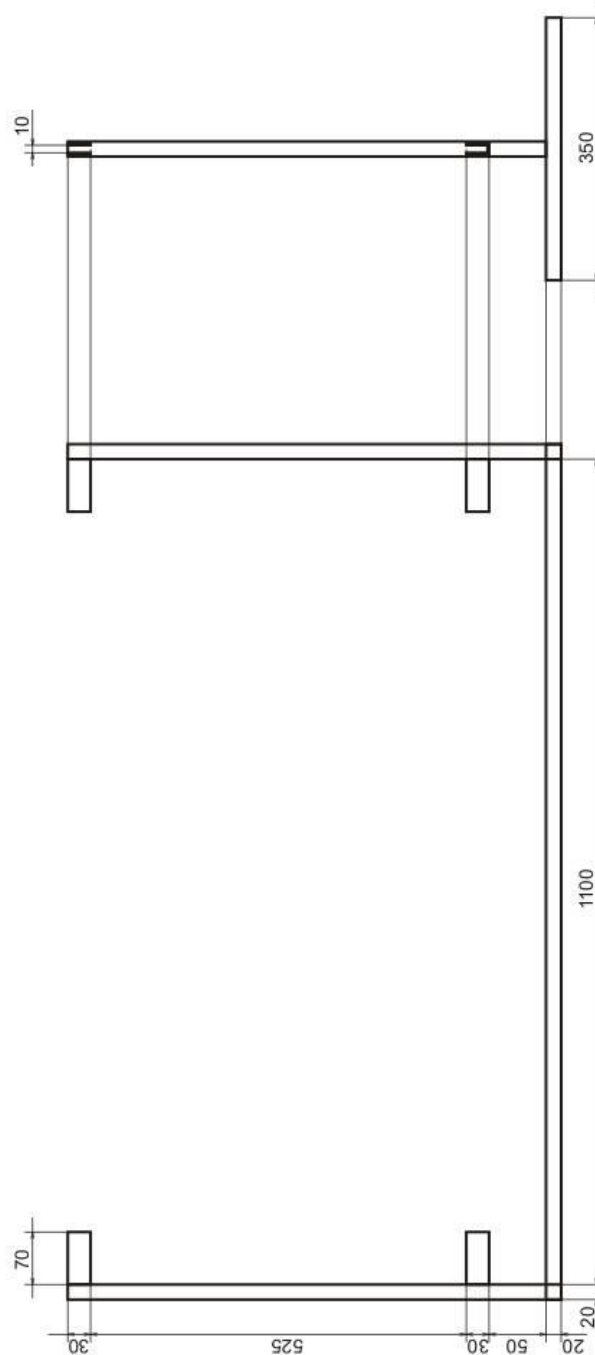
Touto jednoduchou technikou lze zvýšit bezpečnost v budovách. Celá aplikace je velmi snadná a nenarušuje násilným způsobem architektův záměr, tak jak tomu často bývá u stávajících zelených tabulek.

Tímto provedením lze na sklo promítat různé informace, upozornění nebo reklamní sdělení.

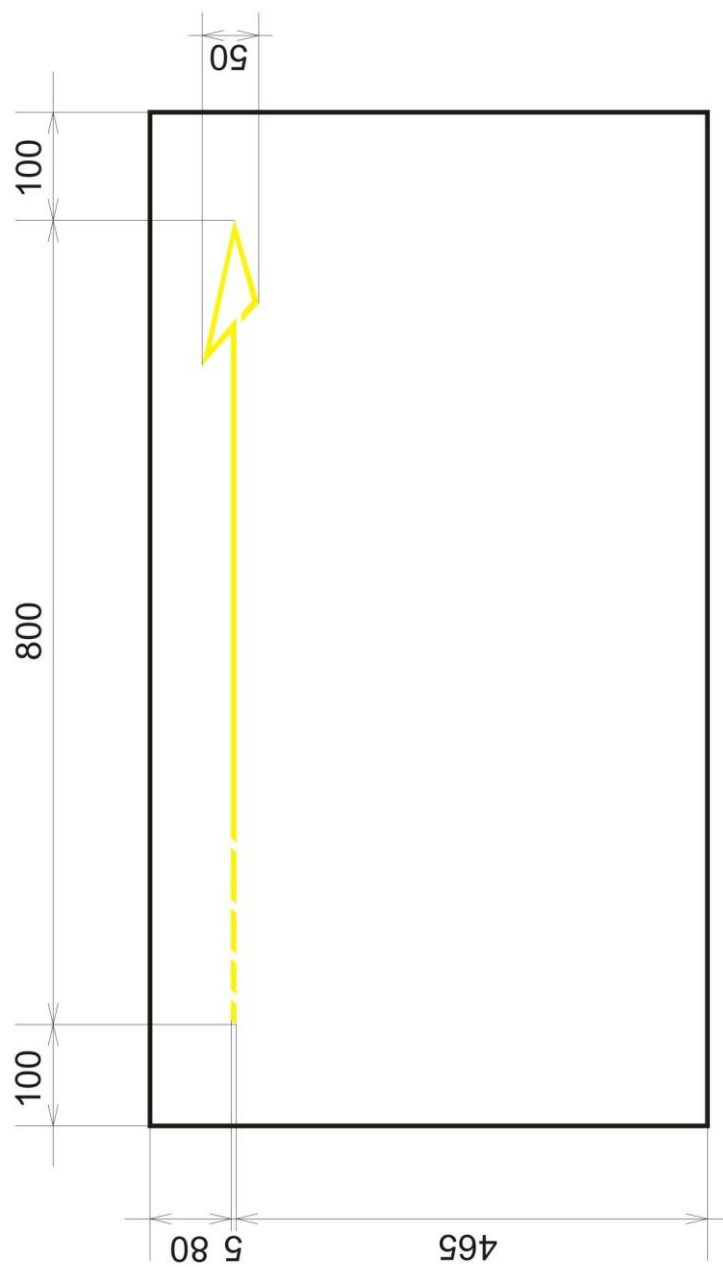
Model je prezentován v plné funkčnosti. Ploché sklo je uchyceno v nerezovém rámu, tak jak tomu bývá u schodišťového zábradlí se skleněnou výplní. Na skle je vypískován piktoqram – šipka. Po aktivaci světelného zdroje, (je umístěn na hraně plochého skla) se vypískovaná šipka rozsvítí.

16.1 Technická dokumentace k modelu

Technická dokumentace k tomu to modelu je znázorněna obrázky (Obr. 40 a Obr. 41) a rozměry jsou uvedeny v mm.



Obr. 40 Technický výkres k modelu zábradlí



Obr. 41 Technický výkres k piktogramu - šípka

17 OSVĚTLENÍ KAPLE

Mé téma Diplomové práce, má velmi široké využití, proto jsem se rozhodl uvést další příklad vedení světla sklem. Tentokrát opustím téma bezpečnosti v budovách a zaměřím se na úkol vyřešení osvětlení do kaple v Augustiniánské rezidenci v obci Šardice. Je to malá místnost v srdci budovy. Chybí zde osvětlení a strop tvořený kopulí bude výborným místem pro využití mé techniky vedení světla sklem.



[42]

Obr. 42 Augustiniánská rezidence v Šardicích

17.1 Augustiniánská rezidence

Původně sýpka se díky přestavbě v letech 1740 – 1742 stala letním sídlem augustiniánského řádu na Starém Brně. Téměř všechny místnosti mají klenuté stropy a přízemí s patrem je spojeno širokým kamenným schodištěm. Reprezentační místnosti v prvním patře jsou zdobeny štukovým dekorem. Budova nesloužila jen jako ubytování hospodářského inspektora, ale častým návštěvníkem byl i prelát a mniši řádu, proto bylo nezbytné, aby byla stavba vybavena potřebnými úředními a společenskými prostory - prokuraturou, prelaturou, kaplí a dalšími hospodářskými a obytnými místnostmi. Z významných osobností, které bydlely v budově rezidence můžu jmenovat zakladatel genetiky J.G.Mendela a pokrokového opata Cyrila Nappa. [41]

17.1.1 Rezidence – kulturně-společenské centrum

Rezidence se nachází na samém začátku obce Šardice. V sousedství stojí rozsáhlý areál bývalého státního statku. Z hlavní silnice, je již z dálky vidět štít budovy, na kterém jsou umístěny sluneční hodiny.

Obec využívá budovu k pořádání kulturních akcí. Obřadní síň, bohatě zdobená štukovým reliéfem, slouží k pořádání svateb a jiných významných událostí v obci. V přilehlých místnostech je stálá expozice výstavy „Měřidla s váhy“ ze sbírek Ing. Petra Cikrle, PhD. Je určena k tomu aby si návštěvník sám vyzkoušel měřit a vážit vybranými exponáty. Může také zapsat aktuální stav počasí do meteorologického listu.

O kolo rezidence vede 65km dlouhá Mutěnická vinařská cyklostezka. Pojedete po zpevněných polních cestách, klikaticích se mezi vinicemi s dalekými výhledy do rovinatého kraje. Ale zavede Vás i na místa, kde se psala a utvářela historie tohoto malebného kraje. [42]

17.2 Sv. Augustin

Protože v Residenci působil řád Augustiniánů, považuji za nutné zmínit se o tomto světcí ve své práci. Téma je důležité i proto, že z něj budu čerpat inspiraci při navrhování osvětlení kaple.

Věrný obraz Augustinova života se nám dochoval v prvních deseti knihách (povedených jako duchovní autobiografie) ze spisu „Vyznání“. Augustin se narodil do rodiny, kde matka byla zbožná křesťanka – sv. Monika a otec byl pohanský římský úředník. Stalo se tak v roce 354 v Thagastě. Zde také studoval a věnoval se vyučování rétoriky. [43]



[44]

Obr. 43 sv. Augustin

Nemanželský syn, který se mu narodil v roce 372 se jmenoval Adeodatus. Byl výsledkem jeho mladistvého nespoutaného životního stylu. Jeho zkažeností se velmi rmoutila jeho

matka, která se za něj neustále modlila. Zájem o filozofii v něm probudil Ciceronův spis Hortensius. Devět let byl Augustin členem manichejské sekty. V roce 383 odchází do Říma, kde vyučuje rétoriku, následující rok odjíždí vyučovat do Milána.

Matčiny molitby za napravení svého syna byly vyslyšeny, když se Augustin nechal v roce 387 pokřtít milánským biskupem sv. Ambrožem. Už jako Bohabojný znovu zrozený člověk se vrací v roce 389 do Thagaste v severní Africe. Vysvěcen na kněze byl po dvou letech biskupem Valeriem. Následující rok odchází do města Hippo Regius, kde se ujímá postu biskupa. Příkladným způsobem se staral o svou církevní obec a život zasvětil práci na filosofických a teologických spisech. Smrt ho zastihla v roce 430 při nájездеch barbarských Vandalů. [44]

17.2.1 Učení

Stejně jako sv. Pavel, věřil tomu, že člověk je od své podstaty neschopen konat dobré skutky (nauka o dědičném hříchu). Ovšem určení jednotlivci jsou z milosti boží předurčeni k věčnému spasení. Vedl časté dogmatické spory o křesťanskou věrouku, odpovědi hledal v novoplatonismu a rozvíjel toto učení.

V díle „O Boží obci“ Augustin vytváří vlastní katolickou historii světa. Podává vlastní vysvětlení katastrofických událostí, které proběhly v jeho době. Uvádí zde, že skutečným místem, kde jsou lidé (křesťané a jejich předchůdci) občany, je říše nebeská. Pozemskou říši pokládá za nedokonalou, protože je tvořená hřešícími bytostmi. Země je místem, kde se odehrává zápas o pravé určení člověka. Pobyt na Zemi považuje za nutné zlo, nemá cenu se k tomuto bytí nijak srdečně vázat. Proto má křehký, dočasný osud a není třeba poutat se k ní srdcem. Toto bytí, ale musí trvat tak dlouho, dokud všichni lidé nebudou přijati mezi spravedlivé. Poslání církve vidí ve směřování a v ukázání cesty lidem k tomuto cíli. Vyzívá celou křesťanskou církev i s jeho představiteli aby splnili poslání, a sloužili Kristově víře – a tak přispěli ke konečnému vítězství nebeské říše. [44]

Zachovával některé hodnoty antické kultury a užíval jich v křesťanském světě, jako příklad uvedu, že považoval za příslušníky Boží církve i ty osoby, které stáli mimo ni.

Sv. Augustin se ve své práci velmi často věnoval zkoumání otázky trojjedinosti Boha. K tomuto složitému učení je vázán jeden příběh z Augustinova života.

Na pláži potkal malého chlapce, který přeléval vodu z moře do malého jezírka. Když přišel k chlapci, ten mu povídá: „Dříve já přeliji moře do tohoto jezírka, nežli Ty pochopíš toto Boží tajemství.“

Augustinovo učení považuje Boha za jediný a nejvyšší Princip a zdrojem Světla. Je pro něj nejvyšším, absolutním a jednotným bytím (unum), Pravdou (verum), nejvyšším Dobrem (bonum) a největší krásou (pulchrum).

Z hloubi své duše byl přesvědčen, že svět byl stvořen z ničeho Boží podstatou. Myšlenka Boží, v sobě obsahuje veškeré tvary zvířat, rostlin, věcí. Celý svět je podle těchto vzorů utvářen. Poznat svět je možné, jen skrze poznávání sebe samého, své vlastní duše. [44]

17.2.2 Atributy

Sv. Augustin je zobrazován jako učenec – s knihou, psacím brkem, nebo s hořícím srdcem po boku. Časté je také vyobrazení anděla nebo novorozenecká podoba Ježíše. [44]



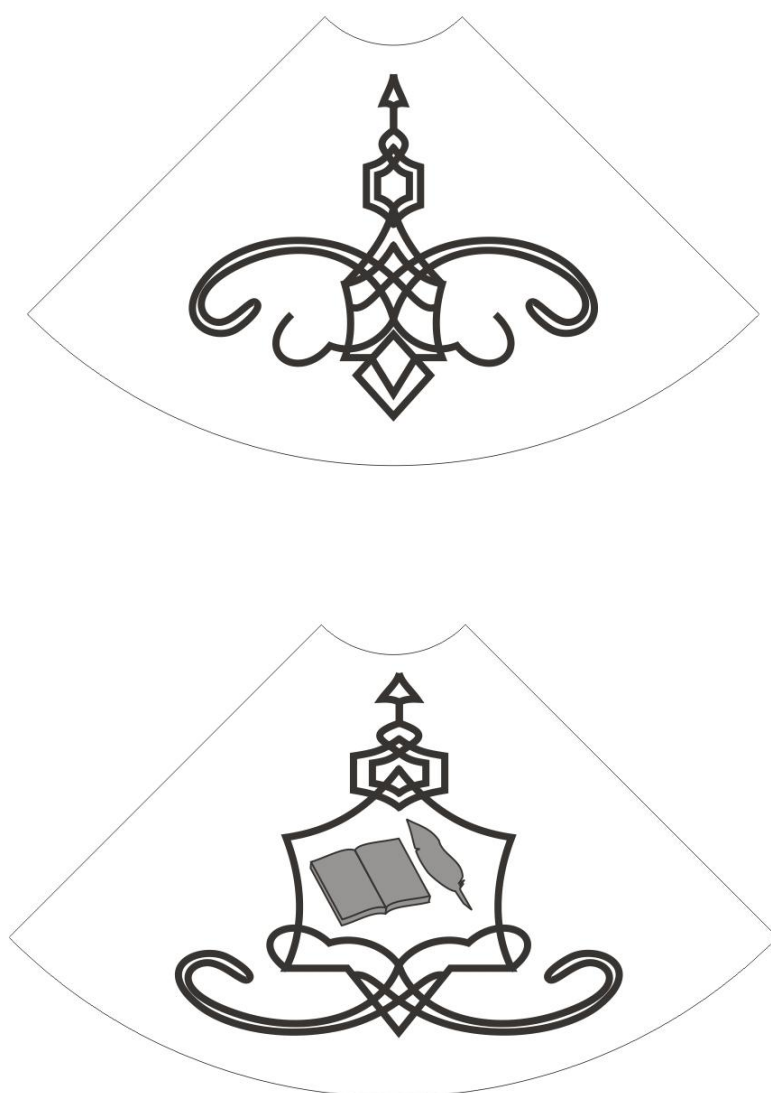
[42]

Obr. 44 Štuková výzdoba v obřadním sále

17.3 Ornament pro osvětlení kaple

Ve své práci budu vycházet z tvarů štukové výzdoby stropů, které jsou v obřadním sále v prvním patře Rezidence. Tato výzdoba nese časté znaky atributů spojovaných s Augustiniánským řádem i se samotným sv. Augustinem.

Pro inspiraci mi slouží především ornamentální linie. A jako atributy jsem zvolil knihu a brk.



Obr. 45 Ornamenty určené k osvětlení kaple

17.4 Vizualizace osvětlené kaple

Osvětlení kaple by bylo složeno ze čtyř dílů plochého (ve fusingové peci tvarovaného) skla. Mnou zvolený ornament inspirovaný štukovou výzdobou, bude reliéfně zpracován. Následně jej opískuji, to znamená, že na tomto pískovaném povrchu dojde k disperzi světla vyslaného ze zdroje a ornament se zviditelní. Světelný zdroj bude umístěn uprostřed kopule. Svítidlo prstencovitého tvaru, složené z led diod má připomínat svatozář. Světelný kruh se bude vznášet pod kopulí a vysílat světlo do skleněných dílů, které jsou okolo něj. Ornament pak bude působit, jakoby plasticky vystupoval nad povrch skla.



Obr. 46 Vizualizace osvětlení kaple

18 TVAROVÁNÍ PLOCHÉHO SKLA

Pro výrobu osvětlení v kapli v Augustiniánské rezidenci v Šardicích jsem zvolil techniku lehaného skla. Tento způsob spékání a tvarování skla byl využíván jako jeden z prvních na samém počátku sklářské historie např. při výrobě skleněných nádob.

Pojmem lehané sklo se rozumí výrobek vytvarovaný současným působením tepla a gravitace. Sklo položené na formu vlivem vysoké teploty změkne a vliv gravitace zajistí, že výrobek získá tvar daný formou, protože se skelná hmota během tepelné úpravy přizpůsobí formě. V současné době je postup spékání a lehání skla (fusing) velmi oblíben a využívá se při výrobě dekoračních předmětů, šperků, ale i užitných předmětů svítidel, talířů, mís a dalších. Touto technikou lze vyrobit téměř jakýkoliv předmět. [33]

Nejčastěji používaným sklem při výrobě touto technikou je ploché tabulové sklo, vyrobené metodou plavení (float), která je po jejím zavedení ve 2. polovině 20. stol. zcela dominantní. [33]

18.1 Formy

Formy používané k tvarování skla ve fusingových pecích musí být vyrobeny z žáru vzdorných materiálů, na jejich povrch nanášíme tenkou vrstvu hmoty, která separuje samotný povrch formy od tvarovaného skla. Nejlevnější metodou jak vyrobit formu je použít bílou sádku a sklářský písek, pro zvýšení pevnosti formy se do ní vkládá kovová armatura.



Obr. 47 Forma ze sádky a sklářského písku připravená ve fusingové peci

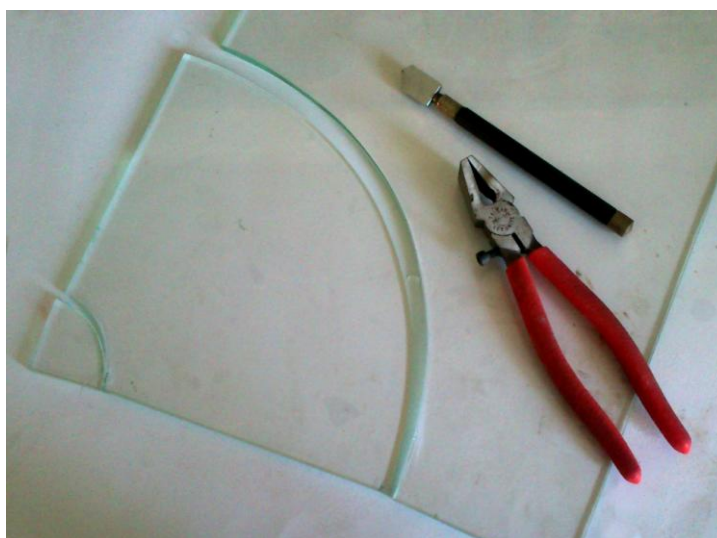
Chceme-li zvýšit kvalitu, lze sádro nahradit mramoritem, který lépe odolává vysokým teplotám. Pokud chceme formu k častému opakovanému použití, je nám k dispozici speciální formovací beton. Formu můžeme vyrobit ale i keramickou nebo kovovou (nerezovou). Na trhu jsou k dispozici i žáruvzdorné textilie a materiály na první pohled připomínající tvrdý papír nebo vatu. [33]

18.1.1 Pomocný materiál

Na ploché sklo nebo mezi dvě a více skel, lze vkládat různé zátavové materiálu nebo použít rozdrcené sklo (puďr, fritu, drť) různých barevných odstínů. Pomocí kombinace těchto složek vytváříme na nebo ve skle požadovaný dekor. Někdy používáme materiálu stálé, který při vysoké teplotě nemění svůj charakter a vlastnosti. Jindy vkládáme předměty, které částečně nebo zcela vyhoří nebo změní svou strukturu. Z těchto materiálů můžeme uvést např. hliníkové, měděné či mosazné folie, stejně tak dráty nebo skelné textilie. Před každým použitím zátavového materiálu se musí provést technologická zkouška, abychom předešli prasknutí finálního výrobku vlivem vnitřního napětí skla způsobeného rozdílnou roztažností. [33]

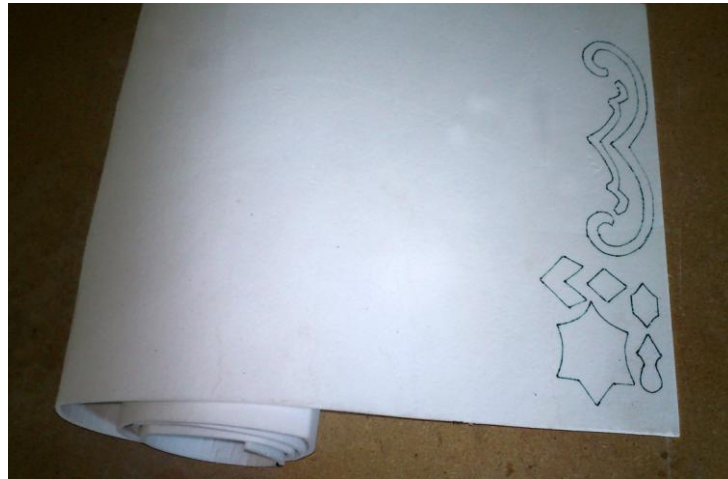
18.2 Postup práce

Nejprve jsem si předkreslil přesný požadovaný rozměr tvaru na tabuli plochého skla. A pak jsem ho vyřezal pomocí diamantového řezáku.



Obr. 48 Nařezané ploché sklo do požadovaného tvaru

Jako další krok jsem zvolil fázový papír, abych vytvořil na skle reliéf ve tvaru navrhnutého ornamentu. Fázový papír je ohebný žáruvzdorný materiál o tloušťce 5mm, je možné ho řezat a stříhat. Jeho vlastnosti se použitím nemění a má tepelnou roztažnost nezapříčiňující praskání skal.



Obr. 49 Ornament předkreslený na fázovém papíru

Jednotlivé nařezané díly ornamentu jsem sestavil na formu a překryl připraveným sklem. Tvarování probíhalo v elektrické komorové peci, kdy nejvyšší dosažená teplota byla 815°C.



Obr. 50 Sklo po tepelném tvarování

Po vychladnutí jsem sklo vyndal z formy, odstranil fázový papír tvořící ornament a celý tvar důkladně očistil. Následně jsem reliéf zvýraznil pískováním, tento povrch má zásadní vliv na rozptyl světla. Díky pískování bude při zapnutém světle ornament výrazně svítit.



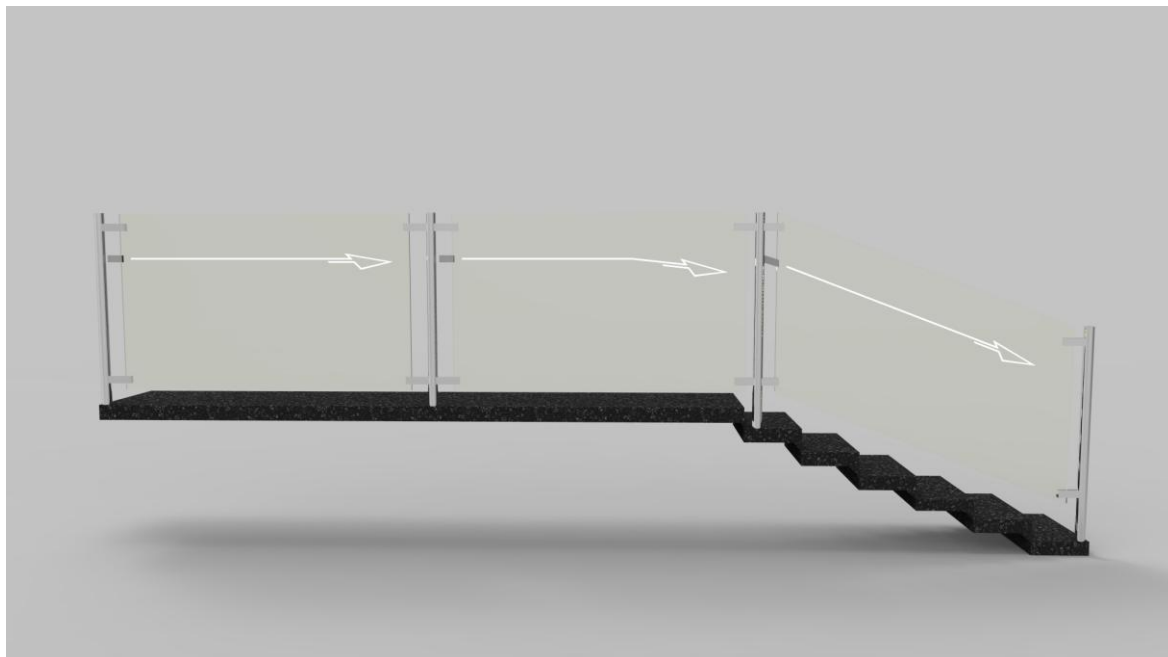
Obr. 51 Dokončený díl k modelu osvětlení kaple



Obr. 52 Jeden díl modelu pro osvětlení kaple

19 FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE REALIZOVANÝCH MODELŮ

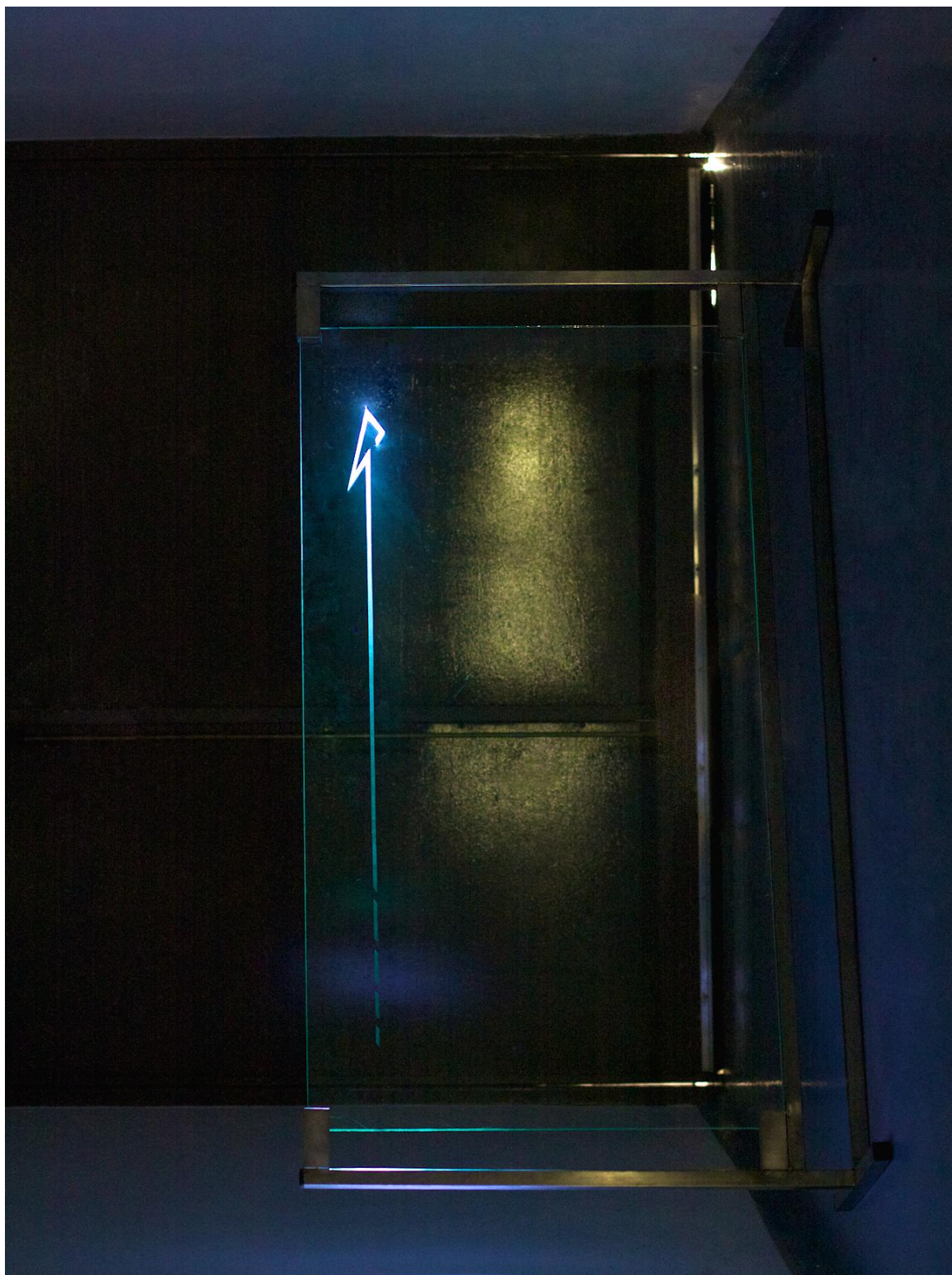
Dřív než Vám nabídnou fotografie zhotoveného modelu zábradlí, podívejte se na několik vizualizací.



Obr. 53 Vizualizace světelného bezpečnostního systému na skleněném zábradlí 1



Obr. 54 Vizualizace světelného bezpečnostního systému na skleněném zábradlí 2

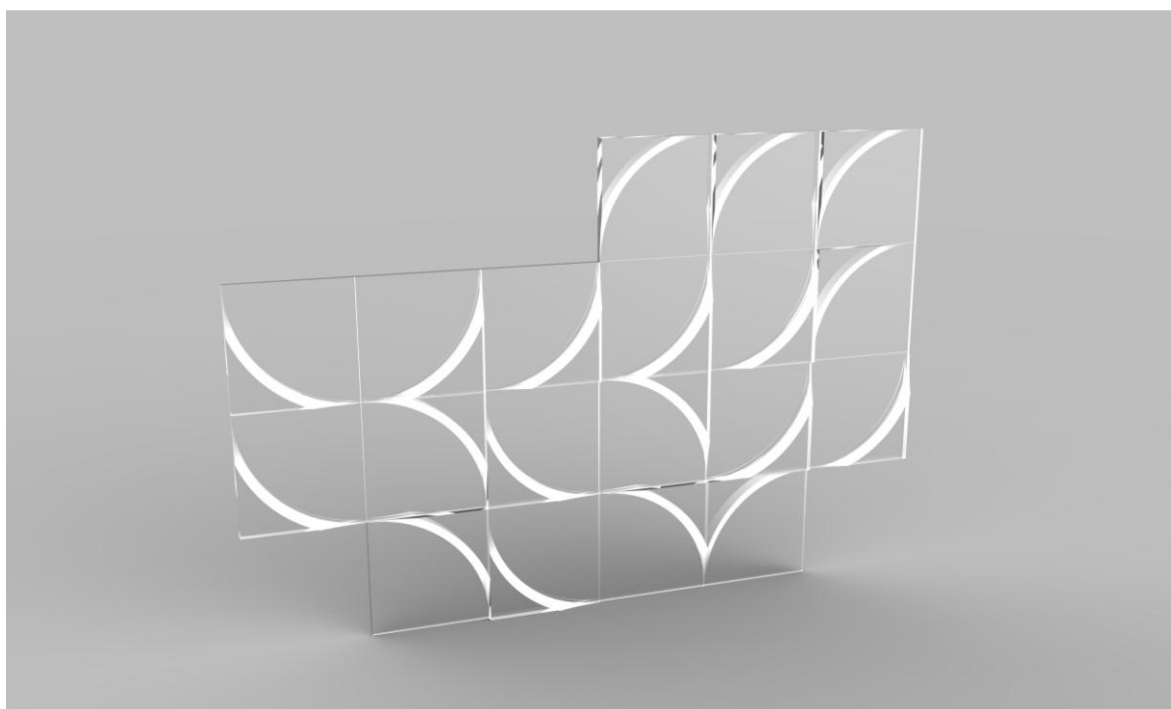


Obr. 55 Funkční realizace modelu

ZÁVĚR

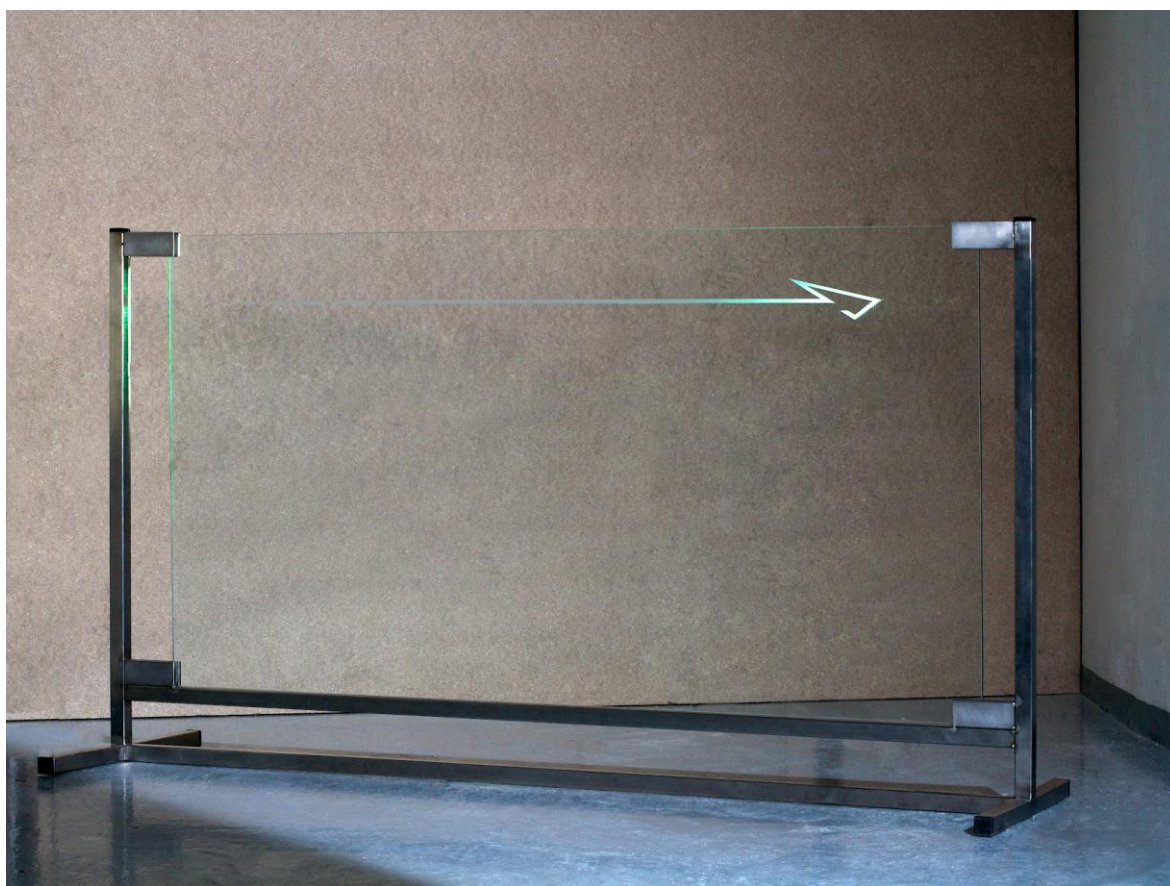
Vedení světla sklem nabízí mnoho možností k praktickému využití. Své uplatnění najde v technicky i výtvarně zaměřených realizacích. Mne samotného v průběhu práce na tomto projektu napadaly další příklady použití např. světelný terčík pro výpravčí a průvodčí vlaků. Používají stejně graficky zpracovaný terčík pro zastavení i rozjezd vlaku, liší se jen barvou. Změnu této barvy by zajistila led dioda a grafika umístěna na čírem skle, by byla viditelná na obě strany.

Jedno z možných využití vedení světla sklem, by mohlo být u skleněné stěny sestavené s jednotlivých dílů. Každá část je reliéfně tvarována a vzniklý zlom je pískovaný aby na něm došlo k rozptylu světla. Skladba celé stěny je proměnná, stačí jen změnit uspořádání dílů, tím změníme i grafiku tvořenou světlem. Ale tato řešení by byla na další samostatnou práci.



Obr. 56 Vizualizace světelné stěny

Konečné provedení modelu zábradlí, osvětlení, vedení světla sklem a jeho rozptyl v podobě šipky se povedlo realizovat do plně funkční podoby. Solární články dobíjí baterii, ta zásobuje elektřinou LED diodu, která vysílá světlo do skla. Světlo je jím vedeno a v místě pískování dochází k jeho lomu a rozptylu. Světelný zdroj se sám aktivuje při nízké intenzitě osvětlení v dané místnosti (chodbě, budově). Tento jednoduchý plně automatizovaný systém zajistí, že se rozsvícená šipka na skleněném zábradlí zobrazí vždy, když nastane výpadek elektrického proudu nebo poklesne osvětlení v budově pod danou mez.



Obr. 57 Funkční model

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PLAŇAVA, Ivo. Průvodce mezilidskou komunikací: Přístupy – dovednosti - poruchy. Grada Publishing a.s., 2005. ISBN: 8024708582
- [2] BŮRDEK, Bernhard. Design: History, Theory and Practice of Produkt Design. SPRINGER, 2005. ISBN: 3764370297
- [3] HAUFFE, Thomas. Design: Concise History Series. Laurince King Publishing, 1998. ISBN: 1856691349
- [4] CABEJŠEK, Milan. Zušlechtování skla. L+P Publishing, 2004. ISBN: 8023942654
- [5] BHASKARANOVA, Lakshim. PODOBY MODERNÍHO DESIGNU – Inspirace hlavních hnutí a stylů pro současný design. Slovart s.r.o., 2007. ISBN: 8072098640
- [6] *Obr. 10 Aditivní míchání barev* [online] Dostupné z:
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Synthese%2B.svg>
- [7] *Obr. 11 Holonyak vynálezce Led diody* [online] Dostupné z:
<http://www.ecomagination.com/the-father-of-modern-light-nick-holonyak-and-the-led-from-invention-to-urban-illumination>
- [8] *Celé město bylo postaveno tak rychle* [online] Dostupné z:
<http://www.viceland.com/cs/v1n1/htdocs/oscar-niemeyer-856.php?page=1>
- [9] *Oscar Niemeyer* [online] Dostupné z:
<http://www.designmagazin.cz/udalosti/203-architekt-oscar-niemeyer-slavi-stenarozneniny.html>
- [10] *Světlo* [online] Dostupné z:
http://www.gymhol.cz/projekt/fyzika/02_odraz_a_lom/02_odraz.htm
- [11] *Obr. 3 Willebrord Snell* [online] Dostupné z:
<http://yenning920.edublogs.org/files/2012/12/snell-2f6lg9z.jpg>

- [12] *Obr. 9 Sklářská huť ve středověku* [online] Dostupné z:
<http://programy.mb-net.cz/mb-pravek-novovek/JS1310102.htm>
- [13] *Led technologie* [online] Dostupné z:
<http://www.enviweb.cz/clanek/svit/93312/50-vyroci-led-vynalezce-technologie-led-nick-holonyak-vzpomina-na-svuj-objev>
- [14] *Není LED jako LED* [online] Dostupné z:
<http://www.enviweb.cz/clanek/svit/87056/led-technologie-soucasnosti>
- [15] *Tajemství úspěchu světelných diod* [online] Dostupné z:
<http://czech.oki.com/printing-ideas/led/index.aspx>
- [16] *Obr. 12 První Led dioda* [online] Dostupné z:
<http://resources.made-in-china.com/article/product-industry-knowledge/dnmQuyJCuxDa-50-Years-of-LED-Technology/>
- [17] *Obr. 13 Několik barev led diod* [online] Dostupné z:
http://ledka.eu/Hlavn%C3%AD_strana/LED_technologie.html
- [18] *Obr. 14 Led dioda* [online] Dostupné z:
<http://www.svetlolevne.cz/>
- [19] *Sluneční energie* [online] Dostupné z:
http://cs.wikipedia.org/wiki/Sol%C3%A1rn%C3%AD_energie
- [20] *Obr. 15 Slunce zdroj energie* [online] Dostupné z:
http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Sun_in_X-Ray.png
- [21] *Obr. 16 Schéma solárního článku* [online] Dostupné z:
<http://www.kvetinyproradost.cz/solarni-panely>
- [22] *Obr. 17 Solární panel* [online] Dostupné z:
<http://www.a3.cz/solarni-panely-informace.php>

- [23] *Obr. 18 Solární elektrárna* [online] Dostupné z:
http://technet.idnes.cz/unikatni-solarni-elektrarna-v-srdci-spanelske-andalusie-pkw-/tec_tecnika.aspx?c=A120321_112809_tec_reportaze_kot
- [24] *Obr. 31 Tradiční označení únikových cest* [online] Dostupné z:
<http://www.happyend.cz/tabulka-unikova-cesta-schody-nahoru-napravo-2/>
- [25] *Historie výroby plochého skla* [online] Dostupné z:
http://cs.wikipedia.org/wiki/Ploch%C3%A9_sklo
- [26] *Obr. 28 Sklo jako obkladový materiál budovy FOCUS ve Varšavě (Polsko)*
[online] Dostupné z:
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Warszawa-Focus.jpg>
- [27] *Piktogram* [online] Dostupné z:
<http://www.specialniskola.eu/vychovne-vzdelavaci-a-terapeuticke-metody/piktogramy/>
- [28] *Výroba plochého skla* [online] Dostupné z:
<http://www.agc-glass.eu/Czech/Homepage/V-robky/Ploche-sklo/page.aspx/1096>
- [29] POPOVIČ, Štěpán. *Výroba a zpracování plochého skla*. Grada Publishing a.s., 2009. ISBN: 8024731541
- [30] *Obr. 19 Schéma výroby plochého skla technikou FLOAT* [online] Dostupné z:
http://www.autoskloczech.cz/index.php?Itemid=27&view=article&option=com_content&id=46
- [31] HLOŽÁNEK, Radek. *Technologické disciplíny, Materiály technologie skla a Technická dokumentace materiálů. Modernizace výuky nově zřízeného ateliéru Designu skla*. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2012. CZ.1.07/2.2.00/15.0451
- [32] *Eva Jiříčná* [online] Dostupné z:
http://www.lidovky.cz/eva-jiricna-o-architekture-chemii-skle-sneni-i-knihovne-pg6-/design.aspx?c=A130327_123629_In-bydleni_ter

- [33] ŠURÝN, Lubomír. Fusingové a slinovací techniky tvarování skel. Modernizace výuky nově zřízeného ateliéru Designu skla. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2012. CZ.1.07/2.2.00/15.0451
- [34] ROŠKA, Radim. Technologie výroby skla 1. Modernizace výuky nově zřízeného ateliéru Designu skla. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2012. CZ.1.07/2.2.00/15.0451
- [35] ROŠKA, Radim. Technologie výroby skla 2. Modernizace výuky nově zřízeného ateliéru Designu skla. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2012. CZ.1.07/2.2.00/15.0451
- [36] CHMURNÝ, Ivan. Tepelná ochrana budov. JAGA media, 2003. ISBN: 88905273
- [37] *Obr. 20 Eva Jiříčná* [online] Dostupné z:
http://bydleni.idnes.cz/nejlepsi-ceska-architektka-eva-jiricna-pro-svet-hvezda-pro-archy-ta-co-lobbovala-za-chobotnici-ift/architektura.aspx?c=A090301_193158_architektura_rez
- [38] *Obr. 21 Oranžerie – Pražský hrad* [online] Dostupné z:
<http://life.ihned.cz/c1-21696750-na-prazskem-hrade-je-nove-otevrena-oranzerie>
- [39] *Obr. 22 Kongresové centrum - Zlín* [online] Dostupné z:
http://byznys.lidovky.cz/zlinsky-sen-evy-jiricne-se-splnil-kongresove-centrum-otevira-brany-11o-/firmy-trhy.asp?c=A100929_161442_firmy-trhy_nev
- [40] *Obr. 26 Budova soudu - Brazílie* [online] Dostupné z:
<http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/oscar-niemeyer-sede-da-17-03-2003.html>
- [41] *Augustiniánská rezidence* [online] Dostupné z:
<http://rezidence.blog.cz/1202/zakladni-informace-o-pamatce>
- [42] *Obr. 42 Augustiniánská rezidence v Šardicích* [online] Dostupné z:
<http://sardice.cz/rezidence>

- [43] *Sv. Augustin* [online] Dostupné z:
http://cs.wikipedia.org/wiki/Svat%C3%BD_Augustin
- [44] Obr. 43 sv. Augustin [online] Dostupné z:
<http://www.svatyaugustin.estranky.cz/clanky/zivot-aurelia-augustina/>
- [45] GALIA, Ondřej. Mechanické zušlechťování skal. Modernizace výuky nově zřízeného ateliéru Designu skla. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2012. CZ.1.07/2.2.00/15.0451

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

aj.	a jiné
ak.	akademický
apod.	a podobně, a podobný
atd.	a tak dále
cca	cirka
ccm	kubické centimetry
doc.	docent
Ing.	inženýr
např.	například
obr.	obrázek
Ph.D.	titul doktor
prof.	profesor
soch.	sochař
sv.	svatý
tj.	to je, to jest
tzn.	to znamená

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Odraz světla.....	15
Obr. 2 Lom světla.....	17
Obr. 3 Willebrord Snell.....	18
Obr. 4 Lom ke kolmici.....	19
Obr. 5 Lom od kolmice.....	20
Obr. 6 Úplný odraz světla	20
Obr. 7 Úplný odraz ve skleněném hranolu.....	21
Obr. 8 Optické vlákno	21
Obr. 9 Sklářská huť ve středověku	23
Obr. 10 Aditivní míchání barev	25
Obr. 11 Holonyak vynálezce Led diody.....	27
Obr. 12 První Led dioda.....	28
Obr. 13 Několik barev led diod	29
Obr. 14 Led dioda	30
Obr. 15 Slunce zdroj energie	31
Obr. 16 Schéma solárního článku	35
Obr. 17 Solární panel	36
Obr. 18 Solární elektrárna	37
Obr. 19 Schéma výroby plochého skla technikou FLOAT	44
Obr. 20 Eva Jiříčná.....	51
Obr. 21 Oranžerie – Pražský hrad	52
Obr. 22 Kongresové centrum - Zlín	53
Obr. 23 Oscar niemeyer	54
Obr. 24 Katedrála	55
Obr. 25 Katedrála - interiér.....	55
Obr. 26 Budova soudu – Brazílie.....	56
Obr. 27 Skleněná konstrukce Hotelu v Tel Avivu	57
Obr. 28 Sklo jako obkladový materiál budovy FOCUS ve Varšavě (Polsko).....	58
Obr. 29 První zkoušky se stavovaným sklem	59
Obr. 30 Zobrazení dekoru na pískovaném skle	60
Obr. 31 Tradiční označení únikových cest	61

Obr. 32 Návrhy na piktogram - šipka	62
Obr. 33 Pískovací box	64
Obr. 34 Sklo připravené na pískování	65
Obr. 35 Pohled do pískovacího boxu	66
Obr. 36 Šipka vypískovaná na plochem skle	67
Obr. 37 Model zdroje světla se solárním panelem	68
Obr. 38 Návrhy světelné tabulky na stěnu	70
Obr. 39 Vedení světla sklem zobrazuje šipku	71
Obr. 40 Technický výkres k modelu zábradlí	72
Obr. 41 Technický výkres k piktogramu - šipka	73
Obr. 42 Augustiniánská rezidence v Šardicích	74
Obr. 43 sv. Augustin	75
Obr. 44 Štuková výzdoba v obřadním sále	77
Obr. 45 Ornamenty určené k osvětlení kaple	78
Obr. 46 Vizualizace osvětlení kaple	79
Obr. 47 Forma ze sádry a sklářského písku připravená ve fusingové peci	80
Obr. 48 nařezané ploché sklo do požadovaného tvaru	81
Obr. 49 Ornament předkreslený na fázovém papíru.	82
Obr. 50 Sklo po tepelném tvarování	82
Obr. 51 Dokončený díl k modelu osvětlení kaple	83
Obr. 52 Jeden díl modelu pro osvětlení kaple	83
Obr. 53 Vizualizace světelného bezpečnostního systému na skleněném zábradlí	
1.	84
Obr. 54 Vizualizace světelného bezpečnostního systému na skleněném zábradlí	
2.	84
Obr. 55 Funkční realizace modelu	85
Obr. 56 Vizualizace světelné stěny	86
Obr. 57 Funkční model	87