

**České vysoké učení technické v Praze**

**Fakulta stavební**

**Katedra technologie staveb**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Hliníkové fasádní systémy se zaměřením na  
přípravu a realizaci**

**Lukáš Beneš**

**2021**

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Pavel Svoboda, CSc.

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně, a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 16. 5. 2021

Lukáš Beneš

### **Poděkování**

Rád bych poděkoval doc. Ing. Pavlu Svobodovi, CSc., vedoucímu této bakalářské práce, za odborné a metodické vedení, za jeho cenné připomínky, ochotu a trpělivost.

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Lukáš	Jméno: Beneš	Osobní číslo: 468281
Zadávací katedra: Katedra technologie staveb		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb		

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Hliníkové fasádní systémy se zaměřením na přípravu a realizaci	
Název bakalářské práce anglicky: Aluminum facade systems with a focus on preparation and implementation	
Pokyny pro vypracování: Přehled typů hliníkových lehkých obvodových pláštů Přehledný popis exkurze v práškové lakovně Vlastní výběr konstrukce s popisem postupu realizace	
Seznam doporučené literatury: ČSN EN 74 7250 - Lehké obvodové pláště-Požadavky na zabudování Sborník ČKLOP 2017 Obvodové pláště budov-fasády, Prof. Ing. Anton Puškár, PhD. a kolektiv Podklady od dodavatelů fasádních systémů Podklady od dodavatelů povrchových úprav	
Jméno vedoucího bakalářské práce: doc. Ing. Pavel Svoboda, CSc.	
Datum zadání bakalářské práce: _____	Termín odevzdání bakalářské práce: _____ <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.</i>	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

## **Hliníkové fasádní systémy se zaměřením na přípravu a realizaci**

### **Anotace**

Předmětem této bakalářské práce je studium vybraných typů lehkých obvodových plášťů, konstrukčně tvořen kombinací hliníkových profilů a skleněné výplně. Práce má za účel seznámit čtenáře se základními variantami hliníkových lehkých obvodových plášťů, jejich výhodami a nevýhodami. Poukazuje také na další prvky spojené s výstavbou lehkých obvodových plášťů, a to jsou stínící techniky různých typů. Cílem praktické části této práce bylo seznámit se s reálným procesem, jak lehký obvodový plášť vzniká a porovnat tento postup s teoretickým postupem, který je popsán v literaturách.

### **Klíčová slova**

Hliníkové prvky, lehký obvodový plášť, konstrukce, fasáda,

## **Aluminum facade systém with a focus on preparation and implementation**

### **Annotation**

The subject of this bachelor's thesis is the study of selected types of light perimeter cladding, structurally formed by a combination of aluminum profiles and glass filling. The work aims to acquaint the reader with the basic variants of aluminum lightweight outer skins, their advantages and disadvantages. It also points to other elements associated with the construction of light perimeter cladding, and these are shading techniques of various types. The aim of the practical part of this work was to get acquainted with the real process of how a light circumferential shell is created and to compare this procedure with the theoretical procedure, which is described in the literature.

### **Keywords**

Aluminum elements, light perimeter cladding, construction, facade

## Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Hliníkové slitiny v lehkých obvodových pláštích .....</b>	<b>11</b>
2.1	<i>Hliník obecně.....</i>	<i>11</i>
2.2	<i>Výroba.....</i>	<i>13</i>
2.3	<i>Povrchové úpravy hliníkových slitin .....</i>	<i>14</i>
<b>3</b>	<b>Výplňový materiál lehkých obvodových pláštů .....</b>	<b>22</b>
3.1	<i>Základní výroba.....</i>	<i>22</i>
3.2	<i>Druhy výplní lehkých obvodových pláštů .....</i>	<i>22</i>
<b>4</b>	<b>Lehké obvodové pláště .....</b>	<b>29</b>
4.1	<i>Úvod do lehkých obvodových pláštů.....</i>	<i>29</i>
4.2	<i>Rozdělení lehkých obvodových pláštů dle pozice k objektu.....</i>	<i>29</i>
<b>5</b>	<b>Druhy lehkých obvodových pláštů .....</b>	<b>33</b>
5.1	<i>Panelové lehké obvodové pláště – modulové .....</i>	<i>33</i>
5.2	<i>Roštové lehké obvodové pláště .....</i>	<i>35</i>
5.3	<i>Kombinované (panelovo-roštové) lehké obvodové pláště.....</i>	<i>36</i>
5.4	<i>Speciální lehké obvodové pláště.....</i>	<i>36</i>
<b>6</b>	<b>Stínící technika u lehkých obvodových pláštů .....</b>	<b>39</b>
6.1	<i>Interiérová stínící technika.....</i>	<i>39</i>
6.2	<i>Exteriérová stínící technika .....</i>	<i>40</i>
6.3	<i>Konstrukční detaily.....</i>	<i>42</i>
<b>7</b>	<b>Projekce lehkých obvodových pláštů-praktická.....</b>	<b>44</b>
<b>8</b>	<b>Kontrola kvality výroby a montáže .....</b>	<b>45</b>
8.1	<i>Způsob montáže.....</i>	<i>45</i>
8.2	<i>Obecné informace o kontrole kvality .....</i>	<i>45</i>
8.3	<i>Geodetické vyměření.....</i>	<i>47</i>

8.4	Kontrola kvality osazení hliníkových profilů .....	47
8.5	Postup práškového lakování a kontrola kvality povrchu – porovnání s teoretickým postupem	53
8.6	Vizuální kontrola kvality finálního povrchu namontovaného díla .....	57
<b>9</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>59</b>
<b>10</b>	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>60</b>
<b>11</b>	<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>61</b>
<b>12</b>	<b>Seznam tabulek.....</b>	<b>62</b>



## **1 Úvod**

Pracuji ve společnosti New Aluminum design s.r.o., která se zabývá zámečnickou výrobou, především orientovanou na hliníkové konstrukce. V praxi jsem se mohl podílet na velkém počtu zajímavých zakázek, ze kterých bych chtěl vyzdvihnout především hliníkové tvarové výplně, které tvoří lehký obvodový plášť. Tento typ lehkého obvodového pláště má pouze architektonickou funkci. Dostal jsem příležitost vytvořit výrobní dokumentaci na atypický hliníkový plášť, práce na projektech tohoto typu mi přinášela řadu zajímavých zkušeností, se kterými nyní pracuji a dále je rozvíjím. Tato a mnoho dalších zkušeností s konstrukcemi z hliníku, mě přivedla na myšlenku, že bych se mohl na téma hliníkových stavebních konstrukcí, převážně lehkých obvodových plášťů a tvarových výplní s různými funkcemi, zaměřit v mé bakalářské práci.

Předmětem této bakalářské práce je vytvoření uceleného přehledu problematiky lehkých obvodových plášťů, kde bude čtenář seznámen s každým krokem od výroby profilů až k samotné realizaci. V jednotlivých kapitolách se budu také věnovat kontrole kvality stavebního celku i dílčích kroků. Podstatná část této práce je věnována přehledu jednotlivých typů výplní, nosných rámu a jejich zabudování do nosné konstrukce objektu. Rozdělení druhů lehkých obvodových plášťů podle funkčnosti, zaměření a konstrukčních detailů.

V praxi jsem měl možnost zúčastnit se komentované prohlídky práškové lakovny, kterou jsem využil a celý proces práškového lakování tak zdokumentoval a popsal v praktické části této bakalářské práce, kde jsem jej porovnal s teoretickým postupem zmíněným v publikacích, ze kterých jsem čerpal.

V tuzemsku zaštiťuje tento obor Česká komora lehkých obvodových plášťů (ČKLOP), kterou v roce 2007 spoluzaložilo 18 firem, fungujících v tomto oboru stavebnictví. Komora vznikla za účelem podpory a rozvoje kvality výrobků a vysoké kvality subdodavatelů lehkých obvodových plášťů a oken.

Lehké obvodové pláště se těší čím dál větší oblibě při realizaci celé řady budov. Plášť budovy musí odolávat celé řadě vnějších vlivů, a tak se kladou vysoké nároky na kvalitu výroby a realizace i u lehkých obvodových plášťů.

Jako zdroj obsahu pro mou bakalářskou práci jsem zvolil Sborník České komory lehkých obvodových plášťů 2017, dále ročenku ČKLOP 2020, ze kterých jsem čerpal především. Jako další zdroj literatury jsem použil publikaci od pana Prof. Ing. Antona Puškára, PhD. a kolektivu, Obvodové pláště budov – fasády. Dále jsem čerpal informace od dodavatelů povrchových úprav, výrobců profilu a realizačních firem. Informace jsem bral také z praxe, kde se s hliníkovými slitinami a práci hliníkem potkávám na denní bázi.

Reálné poznatky z realizace lehkých obvodových plášťů, nejčastějších chyb, kterých se při návrzích a realizaci vyvarovat, jsem měl možnost konzultovat s odborníky, kteří se v tomto oboru pohybují. Kontakty na tyto odborníky mi poskytl vedoucí mé práce.

## 2 Hliníkové slitiny v lehkých obvodových pláštích

Lehké obvodové pláště lze zhotovovat z vícero druhů materiálů. Nejčastěji se pro nosné konstrukce v praxi používá hliník, ocel, dřevo nebo plast. Volba materiálu vždy závisí na použití konkrétního lehkého obvodového pláště, jeho využití a potřebných vlastnostech. Lehké obvodové pláště jsou obálka budovy, které tvoří výplň otvorů nebo neprůhlednou a nepropustnou dělicí konstrukci. Plášť je zpravidla tvořen nosnou částí z různých materiálů a výplní, která může být ze stejného materiálu, ale není to pravidlem. Tato bakalářská práce se zaměřuje pouze na lehké obvodové pláště a tvarové výplně z hliníkových profilů. První kapitola se zabývá detailnějším popisem hliníku jako materiálu, kde jsou shrnuty jeho kladné a záporné vlastnosti, které se dále odráží v jeho použitelnosti.

Nedílnou součástí této kapitoly bude také samotná výroba hliníku a hliníkových profilů. Jednotlivé povrchové úpravy hliníku s jejich vlastnostmi. Tato kapitola popisuje dvě základní možnosti povrchové úpravy. Anodická oxidace neboli „eloxování“ a práškové lakování. Důraz je dán především na práškové lakování lakem Komaxit, kde jsem měl možnost nahlédnout do celého procesu lakování. Teoretickou část technologického postupu lakování budu popisovat v teoretické části této bakalářské práce. V praktické části tento teoretický technologický postup budu porovnávat se skutečným postupem v práškové lakovně, kde na závěr vyhodnotím, zda se postupuje správným způsobem, aby byl finální výsledek co nejkvalitnější.

### 2.1 Hliník obecně

Velká výhoda hliníku při použití v lehkých obvodových pláštích je jeho hmotnost, která činí  $2700 \text{ kg/m}^3$  a dosahuje tak třetiny měrné hmotnosti oceli, která má objemovou hmotnost  $7850 \text{ kg/m}^3$ . Hmotnost materiálu má kladný vliv na celou řadu procesů. Ať už na cenu dopravy a manipulaci s hliníkovými výrobky, tak na nižší materiálovou náročnost základových a nosných konstrukcí.

Další nespornou výhodou hliníkových fasádních systémů je vysoká odolnost proti korozi a dlouhá životnost. Dobrá odolnost vůči atmosférické korozi je dána ochrannou zoxidovanou povrchovou vrstvou, která se tvoří při kontaktu se vzduchem, a která se po odstranění vždy znovu vytvoří. Velkou výhodou je, že oproti korozi oceli zoxidovaná povrchová vrstva hliníku nenarušuje slitinu. Hliníkové profily, ze kterých se lehké obvodové pláště vyrábí se nejčastěji ze slitin kovů Al, Mg a Si s minimální tahovou pevností 215 N/mm<sup>2</sup> (Sborník ČKLOP, 2017, str.10)

Požadavky na hliníkové profily pro stavebnictví specifikují normy ČSN EN 12020 hliník a slitiny hliníku – lisované profily ze slitin EN AW-6060 a EN AW-6063. U hliníkových slitin se rozlišuje typ slitiny vzhledem k její tvrdosti, která je podstatná vzhledem k návrhu. Na základě předběžného statického posudku, který jsme zpracovávali na samostatně stojící hliníkové balkony s firmou New Aluminum design s.r.o. jsem vyhodnotil, že mezi slitinou AW 6061 a AW 6060 byl přibližně třetinový rozdíl v únosnosti prvku.

V současné vidím jako velkou nevýhodu neustále rostoucí cenu hliníku, které se odráží i na celkové ceně hliníkových konstrukcí a také to, že je hliník vysoce nedostatkové zboží. Od 1.5.2020 do 1.5.2021 jeho cena vzrostla zhruba o 65 %. Z vlastní zkušenosti při poptávce hliníkových slitin mohu potvrdit, že se cena rapidně zvyšuje a stejně tak se prodlužuje dodací doba i běžných „skladových“ profilů ty Jäkl.

**Obr. 1 - Vývoj ceny hliníku za poslední rok**



Zdroj: [www.kurzy.cz](http://www.kurzy.cz) [online]

## **2.2 Výroba**

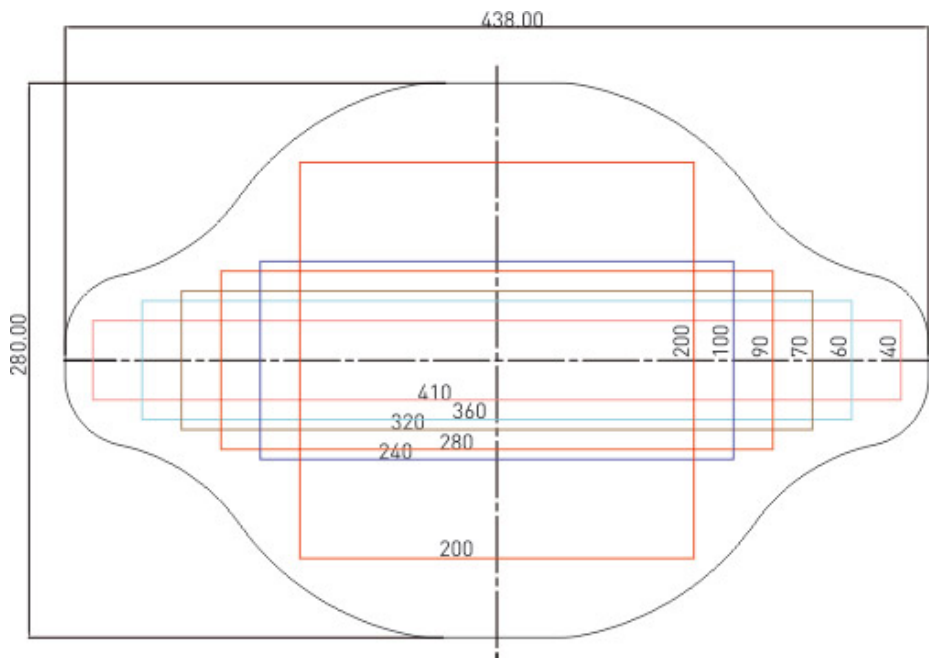
Výroba hliníkových profilů probíhá protlačením v lisu, do kterého je vložen odlitek zpravidla ve slitině hliníku, manganu a síry, zahřátý na teplotu okolo 450°C. Slitina se protlačí skrze matici, která je chlazená tekutým dusíkem. Ocelové matrice jsou kruhového průřezu, s otvory pro protlačení hliníkové slitiny do požadovaného tvaru a zakřivení. Pro lisování je důležitá především kvalita vstupního materiálu a parametry samotného lisování jako je teplota a rychlost.

„Hliníkový ingot se nejprve zahřeje na teplotu 460–500 °C a následně protlačí nástrojem, zahřátým na stejnou teplotu jako ingot. Teplota materiálu je protlačením zvýšena mírně nad 540 °C (Sborník ČKLOP, 2017, str.10-11)

Následně se profily ochladí rychlostí 50 °C/min. Chlazení se provádí nucenou cirkulací vzduchu nebo vody o teplotě 40 °C. Pokud se k chlazení použije vzduch, výsledkem je hliník stavu T5, v případě vody T6. Druhá metoda dodá materiálu lepší mechanické vlastnosti. Při ochlazování jsou profily vystaveny malému tahu, což odstraní případné zakřivení. Potom se hliníkové profily zkrátí na požadovanou délku, obvykle 6 m, a složí do palet. V těch potom míří do pece, kde při teplotě 175 °C zůstávají dalších osm hodin. Tím jsou připraveny k další povrchové úpravě nebo prodeji (Alucad.cz).

Matrice jsou jednoúčelové a sestavené váží až 500kg. Ocel k výrobě matrice musí být mimořádně kvalitní, s vysokým stupněm otěruvzdornosti. Matrice časem degraduje, a proto je nutné ji po určitém počtu cyklů vyměnit. Matrice se vyrábí dle výkresové dokumentace, tím pádem je možnost udělat vždy individuální průřez profilu. Na obr. 2 je patrné, jaké maximální rozměry profilů lze v matici vyrobit.

**Obr. 2 - Diagram maximálních rozměrů lisovaných rozměrů**



Zdroj: [www.alucad.cz](http://www.alucad.cz) [online]

## 2.3 Povrchové úpravy hliníkových slitin

Povrchová úprava na hliníkových výrobcích se zhotovuje především kvůli zabránění přirozené oxidaci materiálu, která vzniká ihned při kontaktu hliníkových slitin se vzduchem a dalšími povětrnostními vlivy. Povrchová úprava má také za následek různé optické, hygienické, mechanické a fyzikální vlastnosti. Popisují zde dvě různé povrchové úpravy, které se dále dělí na odstíny a struktury. Dle požadavků na typ barvy a struktury se nanáší potřebná vrstva konkrétní povrchové úpravy.

### 2.3.1 Anodická oxidace

Jinak také eloxování je uměle vytvořená transparentní oxidová vrstva, která vznikne nořením do lázni s kyselinou sírovou ( $H_2SO_4$ ) a za působení elektrického proudu. Po kyselé lázni se prvek přesune mořicí lázně s rozpuštěným hydroxidem sodným, kde je zbaven nečistot, které vznikly při výrobě. Posledním článkem celého procesu je tzv. utěsnění demineralizovanou vodou o teplotě 95-

99 °C (Sborník ČKLOP, 2017, str. 29–31). Rozměr jednoho prvku je omezen velikostí oxidační a mořící vany, kde prvek může mít maximální rozměry 3000x1250x700 mm (kovodruzstvo-plzen). Mohou být dle údajů, vzhledem k tomu, že hliníková slitina přirozeně oxiduje, je celý tento proces šetrný k životnímu prostředí.

V porovnání s přirozeně zoxidovaným povrchem hliníkové slitiny má větší tloušťku a tím také vykazuje větší odolnost. Výhoda anodické oxidace i přirozené oxidace je, že povrch hliníkových slitin má i po oxidaci stejný vzhled jako za svého přirozeného stavu (Sborník ČKLOP, 2017, str. 29–31).

Naproti tomu má tato povrchová úprava nevýhodu při kontaktu s cementy a maltami, kde dochází k chemickým reakcím a tím i optickým změnám povrchu. Povrch se také po zabudování do konstrukce obtížně opravuje po mechanickém poškození. Před eloxací se na prvku může provádět celá řada úprav, kterými dostane hliníková slitina odlišné optické vlastnosti, viz tab. 1, (Sborník ČKLOP, 2017, str. 29–31).

Eloxace hliníku má nespornou výhodu v možnosti volby textury, tak odstínu oxidace viz tab. 2. Při eloxování hliníkových slitin se musí dodržet minimální tloušťka zoxidované vrstvy, která pro použití hliníkových lehkých obvodových plášťů v naší oblasti, musí být nejméně ve třídě 15 viz tab. 3, (Sborník ČKLOP, 2017, str. 29–31).

**Tab. 1 – Označení typů mechanické úpravy povrchu**

Značka	Alternativní značení	Druh předběžného zpracování	Poznámky
EO	A0	Pouze odmaštění a deoxidování	Příprava povrchu před anodickou oxidací, při které je povrch odmaštěn a deoxidován bez dalšího předběžného zpracování. Mechanické stopy, jako rýhování a poškrábání, zůstanou viditelné. Znamky koroze, které byly sotva viditelné před zpracováním, budou po zpracování viditelné.
E1	A1	Pouze broušení	Broušení vytváří srovnatelně rovnoměrný, ale poněkud matný vzhled. Některé vyskytující se vady povrchu jsou z velké části odstraněny, ale závisí to na hrubosti abraziva, po broušení mohou být viditelné rýhy.
E2	A2	Pouze kartáčování	Mechanické kartáčování vytváří rovnoměrný lesklý povrch s viditelnými stopami po kartáči. Vady povrchu jsou odstraněny pouze částečně.
E3	A4	Pouze leštění	Mechanické leštění vytváří lesklý leštěný povrch, ale povrchové vady jsou odstraněny pouze částečně.
E4	A4	Broušení a kartáčování	Broušení a kartáčování dává rovnoměrný lesklý povrch s odstraněnými mechanickými vadami povrchu. Stopy koroze, které mohly zůstat viditelné po zpracování E0 nebo E6, jsou odstraněny.
E5	A5	Broušení a leštění	Broušení a leštění dává hladký lesklý povrch s odstraněnými mechanickými vadami povrchu. Stopy koroze, které mohly zůstat viditelné po zpracování E0 nebo E6, jsou odstraněny.



E6	A6	Chemické leptání	Po odmaštění má povrch po zpracování ve speciálních alkalických leptacích roztocích saténový nebo matný vzhled. Mechanické vady povrchu jsou vyhlazeny, ale ne zcela eliminovány. Jakékoliv stopy koroze na povrchu kovu se mohou v důsledku tohoto zpracování zviditelnit. Předběžné mechanické zpracování před leptáním tyto vady může odstranit, ale přednostní je správná manipulace a skladování kovu k zamezení koroze.
E7	-	Chemické nebo elektrochemické leštění	Po odmaštění povrchu v parním odmašťovači nebo v neleptavém čistidle má povrch po zpracování speciálním chemickým nebo elektrochemickým procesem leštění velmi lesklý vzhled. Vady povrchu jsou odstraněny pouze v omezeném rozsahu, a stopy koroze se mohou zviditelnit.
E8	-	Leštění a chemické nebo elektrochemické leštění	Broušení a leštění následované chemickým nebo elektrochemickým leštěním. To dává velmi lesklý povrch a mechanické vady povrchu a počáteční koroze jsou obvykle odstraněny.

Zdroj: ČKLOP, 2017, str. 29

**Tab. 2 – Standardní barvy podle Evropského sdružení dodavatelů povrchové úpravy hliníku anodickou oxidací (Euras)**

Označení	Barva
C 0	Přírodní
C 31 - 34	Světle až tmavě bronzová
C 35	Černá
C 36 - 38	Světle až tmavě šedá

Zdroj: ČKLOP, 2017, str. 30

**Tab. 3 – Minimální tloušťky oxidové vrstvy podle použití**

Třída	Minimální průměrná tloušťka [μm]	Minimální místní tloušťka [μm] (80%)	Vhodnost použití
AA 5	5	4	
AA 10	10	8	Interiérové architektonické aplikace
AA 15	15	12	Venkovní architektonické aplikace
AA 20	20	16	Venkovní architektonické aplikace
AA 25	25	20	Venkovní aplikace podle národních směrnic (průmyslové a přímořské oblasti - UK, K, N, S)

Zdroj: ČKLOP, 2017, str. 30

### 2.3.2 Práškové vypalovací laky

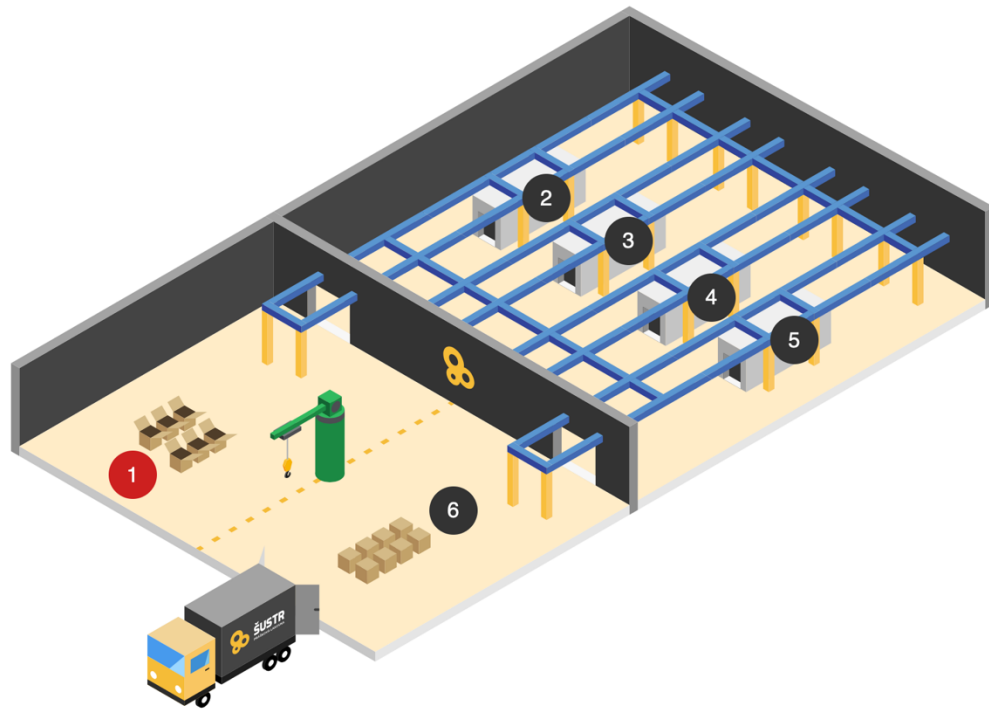
U tohoto procesu je opravdu důležité odmaštění lakovaného prvku. Pokud je prvek, který se lakuje nový, bez jakéhokoliv stávajícího laku, odmašťuje se namáčením do van s kyselinami. V momentě, kdy je prvek už v minulosti lakován, barva se odstraňuje pískováním, kde se prvek trýská pískovacími pistolemi za vysokého tlaku, a tak dojde k dokonalému očištění.

Práškové lakování je nanášení barvy v podobě prášku, který vzniká rozemletím potřebných surovin, s různými poměry dle využití. Základními surovinami jsou pigmenty, plniva, tvrdidla a další aditiva. Práškový lak lze nanášet na prvek třemi základními způsoby, a to naprašováním elektrostatickými nebo elektrokinetickými pistolemi, nebo na předeřtáté výrobky ve fluidní vaně (Sborník ČKLOP, 2017, str. 31).

Prášek lze na výrobek nanášet jak mechanicky, tak automatickými stroji, kde po nanesení práškového laku vznikne finální povrch zapečením v zapékacích komorových pecích při teplotě 140-200 °C, kde vzduch cirkuluje pomocí větráků. Doba zapékání se pohybuje mezi 10-30 minutami. Prášek se rozehtátím roztaví a spojí se do celistvé tvrdé hmoty. Po zapečení výrobek vychladne v rámci minut, zabalí se proti poškození a expeduje se (Praskovelakovani).

**Krok 1:** výrobek se navěsí na háky, na kterých je zavěšen po celou dobu procesu lakování. Části, které mají být před lakováním ochráněny se olepí speciální lepicí páskou. **Krok 2:** Oplachovací lázně, zde je výrobek namáčen do kyseliny fosforečné, která se naváže na kov a na jeho povrchu vytvoří tenkou vrstvu fosforečnanu železnatého, který má záporný náboj. Výrobek je tímto krokem očištěn od mastnoty, aby na něm práškový lak dobře ulpěl. Pokud není výrobek otevřený profil, musí být ve výrobku otvory potřebné velikosti, aby mohla tekutina z profilu po lázních vytéct. Teplota roztoku je kolem 60 °C (Praskovelakovani). Lakovna Technolak, kterou jsem měl později možnost navštívit má povolený maximální rozměr prvku k odmaštění 7200x1600x600 mm (Technolak) **Krok 3:** Sušení výrobku v sušících komorách na 170 °C. Před nanesením práškového laku musí být výrobek dokonale suchý. **Krok 4:** Nanesení práškového laku, jedním ze způsobu aplikace. **Krok 5:** Vypalování práškového laku při teplotě 140-200 °C po dobu 10-30 minut. **Krok 6:** Expedice, zde se výrobek zabalí tak, aby nedošlo k jeho poškození při přepravě (Praskovelakovani).

**Obr. 3 – Náhled procesu práškového lakování**



Zdroj: [www.praskovelakovani.cz](http://www.praskovelakovani.cz)

Práškové barvy dodává celá řada výrobců. Mají také jiné technologie výroby barev, a proto se mohou u jednotlivých výrobců i šarží produktu částečně lišit. Standardy práškových barev jsou pod kontrolovány společnostmi, zabývající se kontrolou kvality, např. GSB International, e.V. Qualicoat. Tyto společnosti propůjčují pečeť kvality, kterou musí být každá barva viditelně označena. Klasifikace práškových barev dle struktury: hladká, jemná struktura, hrubá struktura a kladívková Klasifikace práškových dle lesku: lesk, pololesk, polomat, mat, hluboký mat (Sborník ČKLOP, 2017, str. 31–33)

Z vlastní zkušenosti z praxe vím, že práškové lakování má, z mého pohledu, jednu zásadní nevýhodu, a to je stálost barevného odstínu. V případě, že se lakuje větší množství materiálu například na etapy, může nastat problém s barevností. V momentě, kdy jsou barvy vyrobené v jiných šaržích, mohou mít barvy jiné odstíny, které mohou být viditelné i pouhým okem. V případě, že dojde

k mechanickému poškození barvy, musí se prvek demontovat a nechat znovu práškově lakovat. V krajních případech je možné použít základový sprej a barvu ve spreji, u které nelze očekávat stejnou živostnost jako u zapékaných práškových barev. Po určitém čase dojde vlivem povětrnostních podmínek k odlupování nastříkaného povrchu.

**Tab. 4 - Klasifikace práškových laků podle druhu**

Systém	Výhody	Nevýhody
Hybrid (epoxy/polyester)	Dobrý vzhled Odolnost proti přepálení Plná škála lesků Ekonomická Nízká vytvrzovací hodnota	Nízká venkovní odolnost Nízká chemická odolnost
Polyester	Perfektní ohebnost Perfektní venkovní odolnost Odolnost vůči přepálení Možné vyšší stupně odolnosti Plná škála lesků	Chemická odolnost Min. vypalovací teplota 170°C
Epoxy	Široká škála vytvrzovacích podmínek Perfektní přilnavost Perfektní chemická odolnost Odolnost vůči korozi Odolnost vůči ohybu Plná škála lesků	Nízká odolnost proti UV záření Křídovatění Žloutnutí vlivem tepla Cena
Polyuretan	Venkovní odolnost Odolnost vůči přepálení Plná škála lesků	Min. vypalovací teplota od 170°C Emise (při vytvrzování) Chemická odolnost Cena

Zdroj: Sborník ČKLOP, 2017, str. 32

### 3 Výplňový materiál lehkých obvodových plášťů

Další nedílnou součástí výplní lehkých obvodových plášťů je typ zasklení. Předmětem této kapitoly je seznámit čtenáře s postupem výroby skleněných tabulí a jak se dále tabule skla upravují, aby měly potřebné vlastnosti a jak se jednotlivé tabule skel kompletují do použitelné formy stavebního skla. Obor tepelné techniky ve stavebnictví je již natolik pokročilý, že se zpřísňují minimální limity součinitelů prostupu tepla  $U$  také na skleněnou výplň. Součinitel prostupu tepla se určuje na celou výplň otvoru  $U_w$ , tj. nosný rám  $U_f$  okna i se skleněnou výplní  $U_g$ . Podle tepelného standardu domu se určuje maximální součinitel prostupu celého okna, který při běžném zasklení nesmí přesáhnout hodnotu  $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$  (evropská norma ENEV 2009). U objektů s pasivním standardem jsou ideální okna  $U_w < 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

#### 3.1 Základní výroba

Tabulové sklo (float), tloušťek 2-25 mm, které se používá ve stavebnictví je vyrobeno ze sodnovápenatokřemičité skloviny, který se získává roztavením směsi křemenného písku, sodného tavidla, vápence a oxidu kovů. Při výrobě se přidává také recyklované sklo, které se nadrtí ke všem zmíněným surovinám a při teplotách kolem  $1550 \text{ }^\circ\text{C}$  se roztaví. Sklo, které je roztavené plave na hladině cínu, kde má teplotu již kolem  $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ , následně válcuje do požadované tloušťky při kontinuálním regulovaným ochlazováním. Sklo se ochlazuje postupně, aby se bylo odstraněno vnitřní pnutí v materiálu. Standardní rozměr stavebního skla je  $6000 \times 3210 \text{ mm}$  tzv. Jumbo. (Sborník ČKLOP, 2017, str. 24–25)

#### 3.2 Druhy výplní lehkých obvodových plášťů

Jako nejčastější výplňový materiál v lehkých obvodových pláštech je volena skleněná výplň, která umožňuje dostatečné proslunění objektu a zároveň dokáže zachovat tepelnou i akustickou pohodu. Dle potřebných vlastností je vybraná skleněná tabule, nebo jejich kombinace. Každý typ skleněné tabule má různé mechanické a fyzikální vlastnosti a vyrábí se také rozdílnými způsoby. Skleněná

výplň musí být také bezpečná a musí umět zabránit pádu z výšky či poranění osob. V této kapitole budu popisovat základní druhy stavebního skla, které se v lehkých obvodových pláštích nejčastěji používá.

Druhý způsob výplně rámu je netransparentní, který se používá za architektonickým nebo jiným fyzikálním nebo mechanickým účelům. Jako netransparentní výplň se nejčastěji používají hliníkové plechy a dřevocementové desky. (Puškár, 2002, str. 277). Na obrázku 4 je pohled na panelový lehký obvodový plášť, kde neprůhledná konstrukce z plechu schová celou skladbu vodorovné nosné konstrukce i nenosnou část podlahy. Zde je neprůhledná část řešená jako architektonický záměr a dle toho je také členěná. Ve většině případů je neprůhledná část lehkého obvodového pláště umístěna před nosné konstrukce, které nemusí být řešeny jako pohledové, například jako ukrytí skladby střešní skladby s přechodem na atiku.

***Obr. 4 – Pohled na modulovou výstavbu lehkého obvodového pláště s neprůhlednými kazetami***



**Zdroj:** ČKLOP, 2017, str. 37

### **3.2.1 Čiré sklo**

Čiré sklo je základním produktem, který se dále využívá na výrobu odolnějších typů skel a jejich různých úprav. Samostatná tabula čirého skla se již nepoužívá na zasklívání výplní otvorů ani žádný typ lehkých obvodových plášťů (Sborník ČKLOP, 2017, str. 24)

### **3.2.2 Absorpční sklo**

Tento typ skla se používá na vnější zasklení lehkého obvodového pláště, kde pohlcuje značnou část (zhruba 50 %) slunečního záření do své hmoty, které následně vrátí zpět do exteriéru (Hensfort).

Absorpci slunečního záření sklu umožňuje přítomnost oxidů kovů ve hmotě skla. Sklo může být probarveno v celé řadě odstínů (zelené, šedé, modré, hnědé), probarvuje se již při výrobě. Kvůli probarvení skleněné tabule umožňuje absorbovat určité spektrum slunečního svitu. Dle potřebné energetické bilance se zvolí tloušťka a probarvení skleněné tabule, oba tyto faktory mají vysoký podíl v účinnosti skla. Schopnost absorpce roste především s tloušťkou skla (Sborník ČKLOP, 2017, str. 24).

### **3.2.3 Sklo s povlakem**

Povlak na tabuli skla vylepšuje optické a reflexní vlastnosti. Výroba lze provádět dvěma technologickými postupy. Prvním způsob je pyrolytická technologie, která probíhá přímo při výrobě plaveného skla, kde dochází k tzv. tvrdému pokovení. Tato vrstva zlepšuje reflexi slunečního záření (Sborník ČKLOP, 2017, str. 24).

### **3.2.4 Izolační skla**

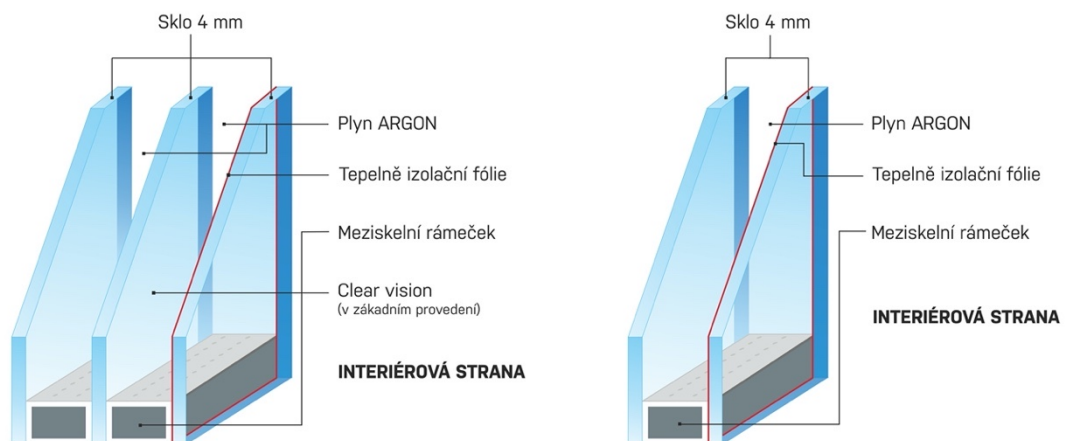
Proces výroby izolačních skel je definován evropskou normou ČSN EN 1279. Požadované tepelně technické a akustické vlastnosti uvnitř budovy lze dosáhnout pouze za použití izolačních skel. Sklo se může skládat ze 2 nebo 3



tabulí, kde prostor mezi skly je vyplněn vzduchem, vakuem nebo jinými vzácnými plyny (argon, krypton, xenon) (Sborník ČKLOP, 2017, str. 24).

Izolační sklo je složeno z již zmíněných skel nebo jejich kombinací. Kombinace a tloušťka jednotlivých skleněných tabulí se volí dle účelu a potřeby využití. Mezi skleněné tabule se vkládá distanční rámeček, který je z pravidla z hliníku, nerezů nebo plastu a tloušťku má 8-24 mm. Po celém obvodu je izolační sklo uzavřeno trvale pružnými tmely, k úplnému utěsnění skladby. Jako primární tmel je použit butylový a následně polyuretanový nebo polysulfidový tmel. V případě použití strukturálního zasklení je použit silikonový tmel viz kapitola 3.7. (Sborník ČKLOP, 2017, str. 24).

**Obr. 5 – Popis izolačních skel**



**Zdroj:** [www.perito.cz](http://www.perito.cz)

**Obr. 6 – Detail tmelení izolačních skel**



**Zdroj:** vlastní zdroj, 2021

### **3.2.5 Selektivní skla**

Tento typ zasklení umožňuje díky velice účinnému povlaku významně snížit prostup tepelné energie a zároveň propustit maximum světla ze slunečního záření. Účinnost selektivních skel se určují poměrem světelné propustnosti  $L_T$  a celkové energetické propustnosti  $g$ ,  $S = L_T/g$ . Selektivita  $S$  se nejvíce pohybuje v rozmezí hodnot 1,7-1,82. Mezi nejlepší selektivní zasklení patří ty, které mají  $S > 2$ .

### **3.2.6 Izolační skla pro strukturální zaklení**

Tento typ zasklení LOP nemá běžný distanční rámeček po obvodu skel, ale sklo samotné je lepené nebo mechanicky kotvené na nosný rám celé konstrukce. Sklo je chycené bodovými úchyty a mezi jednotlivými tabulemi skel jsou přítlačné lišty a jsou zatmeleny pouze 2 strany (Sborník ČKLOP, 2020, str. 26).

### 3.2.7 Tepelně tvrzené sklo

Tepelně tvrzené sklo (ESG) se nesprávně označuje jako „kalené“, je popsáno normou ČSN EN 12150. Tvrzené sklo je možné vyrobit z jakéhokoliv tabulového skla (mimo skla s drátěnou vložkou) řízeným zahřátím na teplotu zhruba 600 °C a následným ochlazením, čímž se ve skle ponechá trvalé povrchové napětí, díky němuž je sklo podstatně mechanicky a tepelně odolné. Tepelně tvrzené sklo se při destrukci dělí na velké množství tupých střepů, které nemají ostré hrany. Nedoporučuje se používat v kombinaci s vrstveným sklem, které má bránit propadnutí, v momentě, kdy dojde k destrukci obou tabulí, skleněná plocha ztrácí stabilitu. Tento typ úpravy skla se používá v již zmíněných absorpčních a reflexních skel (Sborník ČKLOP, 2020, str. 27).

### 3.2.8 Tepelně zpevněné sklo

Tepelně zpevněné sklo (TVG) se neprávě označuje jako „polokalené“, je popsáno normou ČSN EN 1863-1. Tvrzené sklo je možné vyrobit z jakéhokoliv tabulového skla (mimo skla s drátěnou vložkou) řízeným zahřátím na teplotu zhruba 600 °C a následným ochlazením, čímž se ve skle ponechá trvalé povrchové napětí, díky němuž je sklo podstatně mechanicky a tepelně odolné. Tepelně zpevněné sklo se používá do vrstvených bezpečnostních skel a terčově uchycených skel, kde se uplatní vyšší mechanická odolnost (nižší než u ESG), ale současně vyšší zbytková pevnost po destrukci (vyšší než ESG). Lepené zpevněné sklo se také používá v případech, kde lze očekávat tepelný šok na skleněnou tabuli. (Sborník ČKLOP, 2017, str. 27).

### 3.2.9 Vrstvené bezpečnostní sklo

Vrstvené bezpečnostní sklo, které se také označuje za lepené, laminované nebo Connex, je detailně popsáno normou ČSN EN ISO 12545. V principu se jedná o jednu nebo více tabulí spojených v celé ploše mezivrstvou, která je z polyvinylbutyralové (PVB) nebo etylenvinylacetátové (EVA) folie nebo z pryskyřice. Tento typ skla se používá v případech, kdy potřebujeme, aby skleněné souvrství plnilo svou bezpečnostní funkci i po destrukci jednoho skla, a také v případech, kdy není žádoucí, aby se střepy rozsypaly. V tomto případě

zůstanou nalepené na folii. Tento typ skleněné tabule může být také kalený, pak jsou střepy nalepené na folie tupé. Nesmí však dojít ke zborcení obou tabulí lepeného skla, pak sklo ztrácí celkovou stabilitu a nemůže plnit bezpečnostní funkci (Sborník ČKLOP, 2020, str. 27).

### **3.2.10 Deskový netransparentní materiál**

Netransparentní desková výplň ráků lehkých obvodových plášťů se skládá z vnější částí, která musí odolávat vnějším vlivům. Způsob návrhu vychází především z architektonického návrhu a dalších fyzikálních vlastností. Následuje vnitřní část netransparentní výplně, kterou je z pravidla tepelná izolace, která napomáhá celkové tuhosti výplně. Poslední součástí je vnitřní líc, který musí odolávat vnitřním podmínkám a architektonickému rázu interiéru. Při návrhu lze vybírat například z různých typů deskových materiálů, mezi které patří dřevocementové desky, desky z plastových hmot nebo kovové plechy. Všechny typy deskové výplně mohou být voleny v různých odstínech, strukturách i vzorech dle návrhu architektonické (Puškár, 2002, str. 277)

## **4 Lehké obvodové pláště**

V této kapitole bakalářské práce budu detailně popisovat dělení základních, a také nejpoužívanějších druhů lehkých obvodových plášťů, popisovat konstrukční detaily a jejich správné řešení. Budu se také věnovat přípravě projektové dokumentace, kde je především důležité dávat pozor na druh použitého lehkého obvodového pláště, který musí být již v projektu přesně definován a předložen ke stavebnímu povolení. V praxi se tato skutečnost často podceňuje a výběr přesného typu a řešení lehkého obvodového pláště je přenechán právě na dodavatele lehkého obvodového pláště.

Lehký obvodový plášť, stejně jako všechny konstrukce a zařízení budov musí být navržen tak, aby splňoval architektonické požadavky, ale zároveň byl hospodárný a prakticky využitelný. Musí být přesně definované výplně otvorů, především typ skla, dle konkrétního využití.

### **4.1 Úvod do lehkých obvodových plášťů**

Lehký obvodový plášť je stavební prvek, který tvoří obálku budovy nebo pouze tvarovou výplň. Parametry lehkých obvodových plášťů jsou přesně definovány, jednotlivé výrobky se posuzují dle ČSN EN 13830. Na obvodový plášť budovy působí celá řada vnějších i vnitřních vlivů, mezi které patří klimatické vlivy, teplota a vlhkost vzduchu, které jsou v čase proměnlivé. Tyto faktory vyvolávají statické a dynamické zatížení na obvodový plášť budovy. Další důležitý faktor je hluk, kdy musí plášť odolávat převážně vnějším zdrojům hluku, aby byla v interiéru zachována akustická pohoda. (Sborník ČKLOP, 2020, str. 36-37).

### **4.2 Rozdělení lehkých obvodových plášťů dle pozice k objektu**

Uchycení výplně do stavebního otvoru se může dělat několika způsoby. Víceero variant zasklení vychází z obecné potřeby zlepšovat kvalitu vnitřního klimatu v budově. Tato skutečnost má za následek použití skleněných výplní a

nosných rámu s nižším součinitelem prostupu tepla U. Montáž lehkého obvodového pláště může probíhat dvěma způsoby. V prvním případě lze namontovat na nosnou konstrukci objektu nosný rám a skleněnou nebo jinou výplň osazovat až následně. V druhém případě lze osazovat již zasklené panely, pak se jedná o modulové fasády. V této bakalářské práci se zaměřuji pouze na kovové, respektive hliníkové profily, a proto jsou zde vynechány materiály na bázi plastů, dřeva.

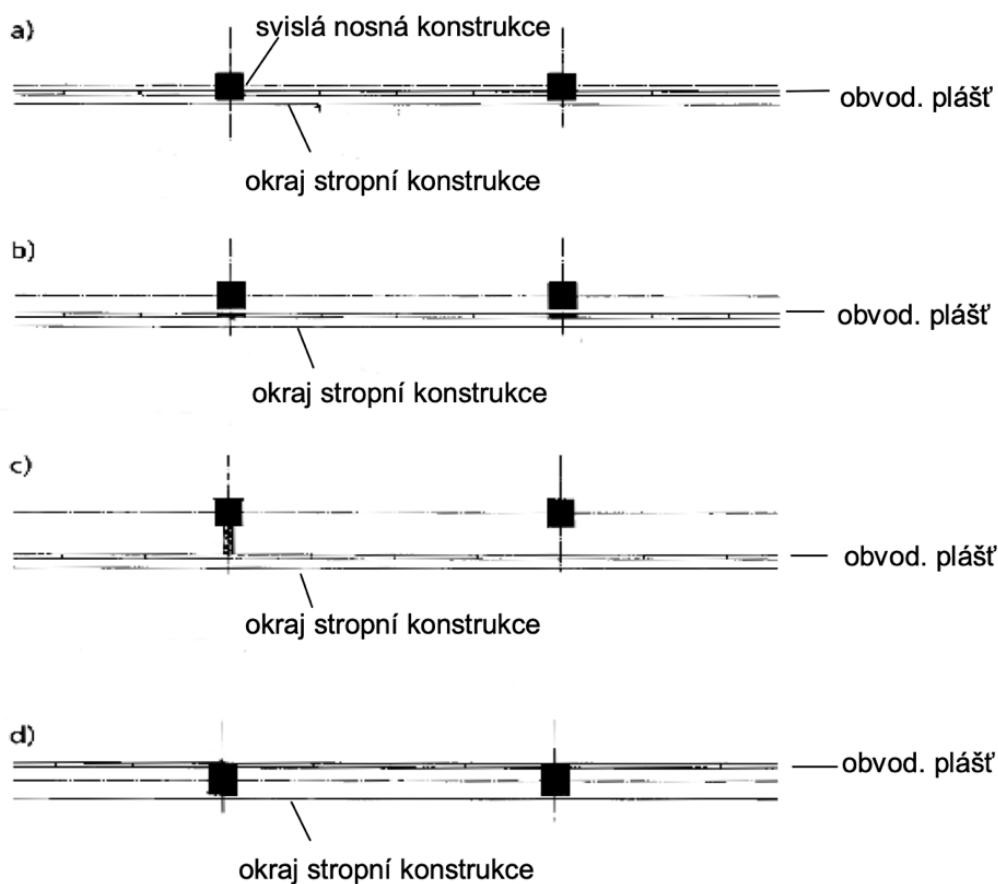
Lehký obvodový plášť lze k objektu ukotvit dvěma základními způsoby, a to předsazená montáží a vsazenou montáží. Oba způsoby kotvení jsou rozepsány v kapitolách 5.2.1 a 5.2.2, kde jsou popsány jejich výhody či nevýhody.

#### **4.2.1 Vsazená montáž lehkých obvodových plášťů**

Zásadním pravidlem pro vsazenou montáž je montáž lehkého obvodového pláště mezi vodorovné nosné konstrukce. Lehké obvodové pláště jsou tak namáhány především tlakovou silou z konstrukcí nad nimi a také ohybovým momentem, která vzniká od účinků větru na konstrukci lehkého obvodového pláště. Vsazená montáž lehkých obvodových plášťů se dále dělí na čtyři další způsoby kotvení.

- A- Lehký obvodový plášť je umístěn mezi svislou nosnou konstrukci, avšak stále pod stropní konstrukcí
- B- Lehký obvodový plášť je umístěn před svislými nosnými konstrukcemi, směrem do exteriéru, avšak stále pod stropní konstrukcí
- C- Lehký obvodový plášť je umístěn před svislými nosnými konstrukcemi a je doplněn o příčky ke svislým nosným konstrukcím, avšak stále pod stropní konstrukcí
- D- Lehký obvodový plášť je umístěn před svislými nosnými konstrukcemi, směrem do interiéru, avšak stále pod stropní konstrukcí (Puškár, 2002, str, 242)

**Obr. 7 – Polohy vsazeného lehkého obvodového pláště v závislosti k vodorovné nosné konstrukci**



Zdroj: Puškár, 2020, str. 243

#### 4.2.2 Předsazená montáž lehkých obvodových plášťů

Jednotlivé konstrukční prvky tohoto typu lehkého obvodového pláště jsou předsazeny nebo navěšeny na nosnou konstrukci objektu. Konstrukce předsazeného lehkého obvodového pláště je stejně jako u vsazeného namáhaná na ohyb, který zapříčiní převážně vítr. Lehký obvodový plášť také přenáší částečně svislé síly, především samotnou hmotnost pláště. Určitou část svislého zatížení přebírá i kotvení v každém patře k nosné konstrukci objektu. Rozdělení

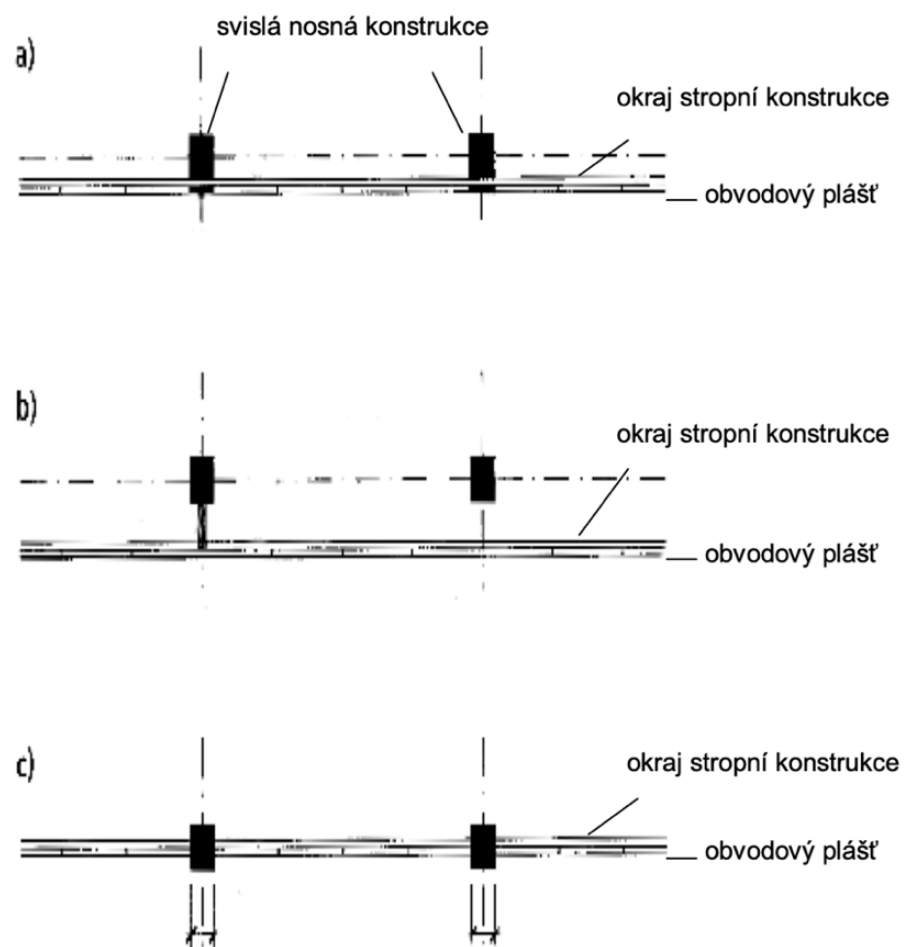
typů předsazených lehkých obvodových plášťů je totožné jako se vsazenou montáží, s tím rozdílem, že lehký obvodový plášť má vždy líc vnitřní části před vodorovnou nosnou konstrukcí, rozdělení je následující.

A- Lehký obvodový plášť, na kterém je patrná poloha svislých nosných konstrukcí objektu kvůli instalaci neprůhledné výplně rámu.

B- Lehký obvodový plášť, na kterém není patrná přesná poloha svislých nosných. Celý plášť je předsazen jak před vodorovnou nosnou konstrukci, tak přes svislou nosnou konstrukci, do které je lehký obvodový plášť kotven skrze doplňující příčky nebo sloupky.

C- Lehký obvodový plášť, který přiznává svislé nosné konstrukce a je vsazen mezi ně. (Puškár, 2002, str. 248)

**Obr. 8 – Polohy předsazeného lehkého obvodového pláště v závislosti na vodorovnou nosnou konstrukci**



Zdroj: Puškár, 2020, str. 248



## **5 Druhy lehkých obvodových plášťů**

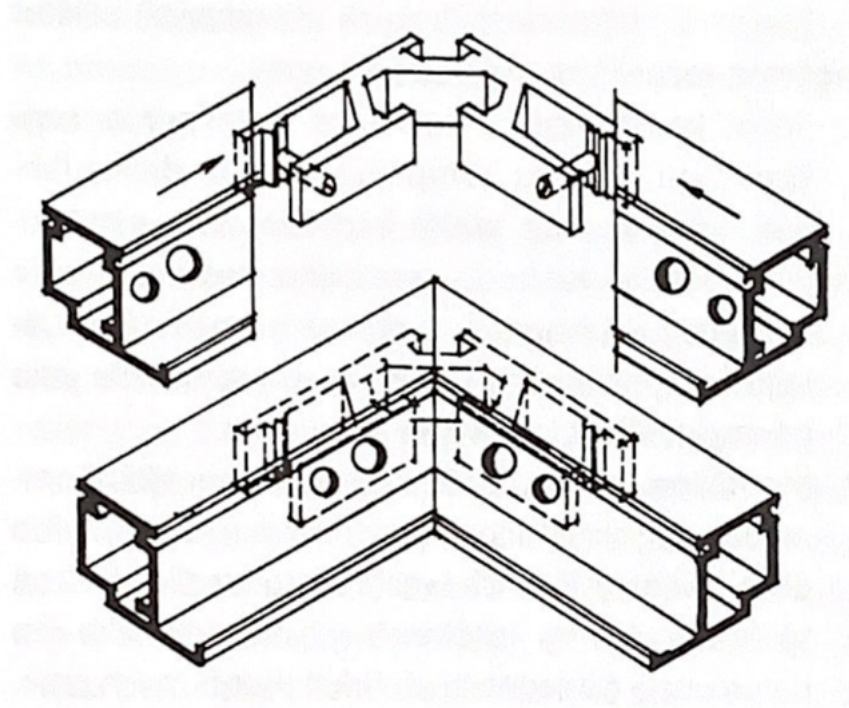
Lehký obvodový plášť se dělí do různých kategorií, hlavním rozdělovacím parametrem je konstrukční hledisko samotného lehkého obvodového pláště. Dělí se na panelové, roštové, kombinované (panelovo-roštové) a speciální. Veškeré typy lehkých obvodových plášťů i způsobu kotvení (předsazené a vsazené) jsou tvořeny z plošných dílců, které se jako celek vždy kompletují na stavbě. Panelová konstrukce lehkého obvodového pláště je jako jediná prefabrikovaná a modulově se skládá na stavbě dle osazovací projektové dokumentace. (Puškár, 2002, str. 250)

### **5.1 Panelové lehké obvodové pláště – modulové**

Předsazená i vsazená montáž panelových lehkých obvodových plášťů je ve většině případů dodávána na výšku jednoho podlaží, výjimečně se však mohou vyrábět na dvě nebo i více podlaží. Jednotlivé moduly jsou kotveny do nosné konstrukce objektu přímo. Modulový systém je samonosný, není tak nutnost použití roznášecího rámu, ale i tak může být při výstavbě použit. Proto se modulové lehké obvodové pláště dělí na dva typy, a to panelové lehké obvodové pláště s roznášecím rámem a panelové lehké obvodové pláště s roznášecím rámem (Puškár, 2002, str. 250).

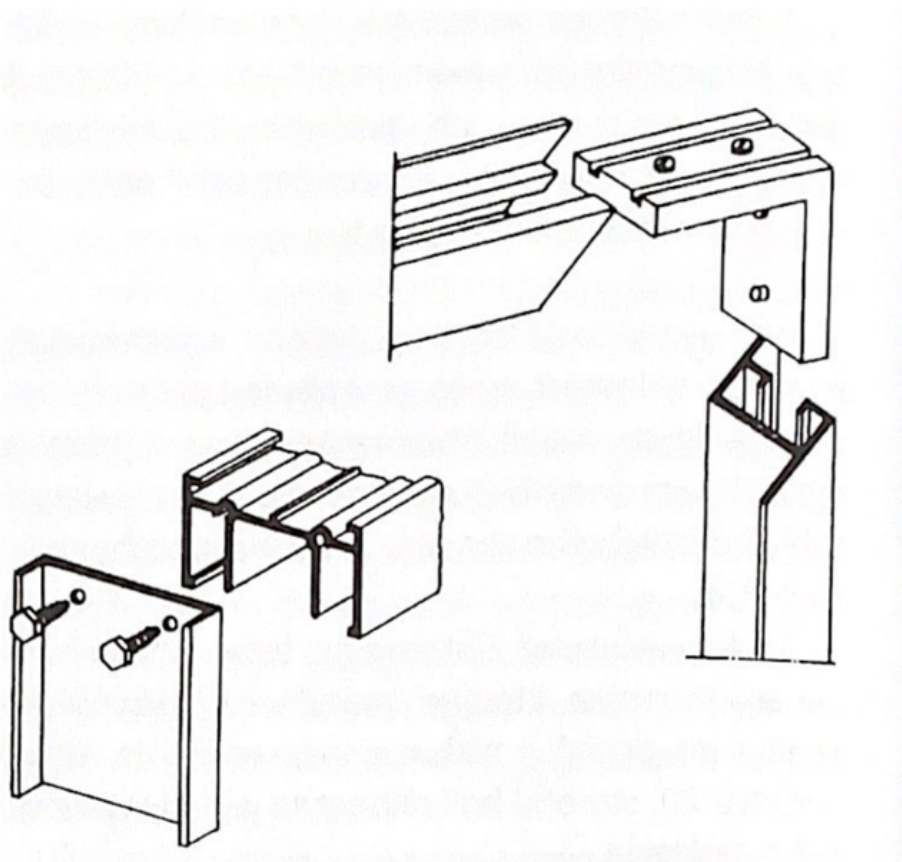
Velkou výhodou panelové výstavby lehkých obvodových plášťů je rychlost montáže, kde je rám včetně zasklení (sklem nebo jinou výplní) připraven již ve výrobním závodu a na stavbu je dovezen již kompletně připravený. Tento typ lehkého obvodového pláště je kotven na předem připravené fasádní kotvy. Na obrázcích 9 a 10 jsou naznačeny způsoby spojování modulových fasád. Profily nejsou svařované, veškeré prvky jsou montované a spojované navrženými konstrukčními spoji (Puškár, 2002, str. 250)

**Obr. 9 – Příklad spojování rámu lepením**



**Zdroj:** Puškár, 2020, str. 288

**Obr. 10 – Příklad mechanického spojování rámu**



Zdroj: Puškár, 2020, str. 288

## 5.2 Roštové lehké obvodové pláště

Roštové lehké obvodové v případě předsazené i vsazené montáže jsou tvořeny z nosného rámu, sestaveného z tyčových prvků na konkrétní stavbě. Rošt je tvořen svislými nosnými prvky (sloupky) nebo vodorovnými nosnými prvky (příčnický) nebo jejich kombinací. Nejčastější typ tohoto lehkého obvodového pláště je sloupko-příčkový, který je k náhledu v kapitole 8.4, kde se věnuji také obecné kontrole kvality a přikládám fotografie z konkrétního objektu (Puškár, 2002, str. 251-253)

Hlavní princip roštové, rámové neboli sloupko-příčkové konstrukce spočívá v montáži výplně do předem připravených vertikálních, horizontálních nebo úplných rámu. V tomto typu lehkého obvodového pláště je široká variabilita

profilů, různých průřezů a tvarů. Při projekci pláště na konkrétní budovu může být plášť svislý, ale může být různě tvarovaný dle požadavků architekta. Jedná se o nejpoužívanější typ ve výstavbě lehkých obvodových plášťů. Rám lehkého obvodového pláště je kotven k nosné konstrukci budovy hliníkovými nebo ocelovými kotvy z žárově zinkované oceli. Volba spojovacího materiálu je definovaná ze systému lehkého obvodového pláště konkrétního dodavatele a statického posudku. (Puškár, 2002, str. 251-253)

### **5.3 Kombinované (panelovo-roštové) lehké obvodové pláště**

Tento typ lehkého obvodové pláště vychází z kombinace rámového a panelového systému. V zásadě vychází z rámového systému, který je kladen horizontálním nebo vertikálním směrem. Do připraveného rámu jsou osazeny samotné panely, které nejsou osazeny v závislosti na nosné konstrukci objektu. Tento typ lehkého obvodového může být řešen jako předsazená i vsazená varianta ve všech podobách. Přináší výhody panelové výstavby, především rychlá montáž a zároveň výhodu rámové konstrukce z hlediska poziční nezávislosti lehkého obvodového na nosné konstrukci objektu (Puškár, 2002, str. 251-253)

### **5.4 Speciální lehké obvodové pláště**

Kapitola speciálních lehkých obvodových plášťů se věnuje pouze typu plášťů, které obsahují ve svých systémech převážně prosklené plochy. Nezaobírá se fasádami, které jsou z podstatné části tvořeny jinými deskovými materiály jako jsou dřevovláknité desky, kovové plechy či deskové materiály na bázi plastů. Tato problematika je okrajově popsána v kapitole 3.2 „druhy výplní lehkých obvodových plášťů“.

#### **5.4.1 Skleněné terčové obvodové pláště**

Terčové fasády se vyznačují především svým architektonickým rázem, kde mohou vzniknout celoprosklené fasády s velice subtilním nosným rámem, který je z pravidla ocelový, proto tento typ lehkého obvodového pláště nebudu v této práci nebudu detailněji rozepisovat.

#### **5.4.2 Lepené lehké obvodové pláště**

Tento lehký obvodový plášť je konstrukčně spojen s nosným hliníkovým rámem lepidlem na bázi silikonů. Z pohledu na tento typ pláště je viditelný pouze styk skel, který je dilatován těsněním. Lepený spoj musí přebírat veškeré stále zatížení a zatížení z přetvoření všech konstrukčních prvků. Lepidlo dále musí odolávat všem povětrnostním podmínkám. Tento typ lehkého obvodového pláště je možné kombinovat i s jiným typy. Lze mít například přiznaný vertikální či horizontální nosný rám a zbytek může být lepený. Na obrázku je viditelný typ lepeného skla jak v horizontálním, tak vertikálním směru. Tento typ fasády umožňuje vytvořit nepřerušenu čistou plochu, která z hlediska architektury je nepřehlédnutelnou výhodou. Musí se však dbát na správný návrh a sklon skel, aby nedocházelo k vysoké koncentraci slunečního záření na prostor a body kolem fasády (Puškár, 2002, str. 255-256)

**Obr. 11 – Pohled na strukturovaný lehký obvodový plášť**



**Zdroj:** vlastní zdroj, 2021

## 6 Stínící technika u lehkých obvodových plášťů

U lehkých obvodových plášťů je nespornou výhodou proslunění objektu, na který je konkrétní plášť navržen. Tím že, lehké obvodové pláště mají většinu své plochy řešenou zasklením je potřeba navrhnout vhodné zasklení, které propustí dostatek denního světla, ale zároveň nepropustí teplo z přímého slunečního záření. Tuto vlastnost může přebírat pouze vhodně zvolený typ zasklení, ale může být podpořena volbou jednoho z možných druhů stínící techniky. Samotný prostup tepla skrze zasklení či rám není v této kapitole řešen. V návrhu zasklení je ale tento parametr jeden z nejdůležitějších faktorů, který má vliv na výběr typu zasklení.

### 6.1 Interiérová stínící technika

Základní vlastnosti tohoto typu stínění definuje ČSN EN 13120+A2 „vnitřní clony-funkční a bezpečnostní požadavky“. Interiérové stínění má dvě roviny využití. Jednak zakomponování do interiérového designu a funkčnost. Může zabraňovat nežádoucím pohledům zvenčí, a tak zachovat soukromí v interiéru. Dále je hlavní funkcí odklon přímého slunečního záření. Velice důležitým prvkem u interiérového stínění je bezpečnost uživatelů, obzvláště dětí proti uškrcení, tato podmínka je definována v normě ČSN EN 13120+A1. (Sborník ČKLOP, 2017, str. 47–49).

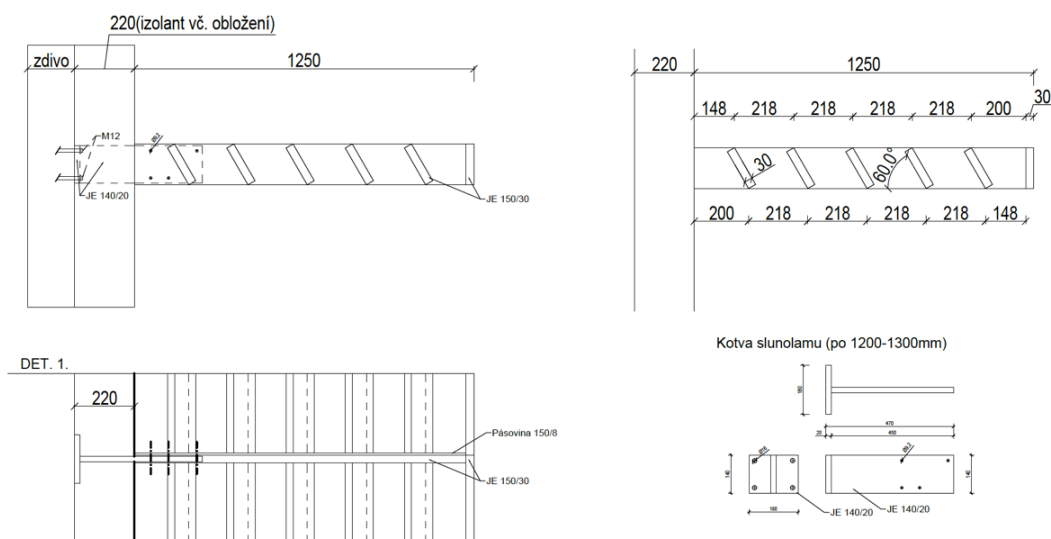
„Veškeré výrobky s řetízky a šňůrami, u kterých mohou vzniknout nebezpečné smyčky ovládacího mechanismu a které jsou instalovány na místech, kde mají přístup děti ve věku 0 měsíců do 42 měsíců musí být opatřeny bezpečnostními prvky“ (Sborník ČKLOP, 2017, str. 47).

## 6.2 Exteriérová stínící technika

Exteriérová stínící technika se navrhuje již v projektové fázi celého pláště, kde je nutné vybrat z několika variant, mezi které spadají venkovní žaluzie, rolety nebo slunolamy. Toto jsou nejčastěji používané stínící techniky u velkých staveb. U staveb menšího rozsahu se používají další prvky, například látkové stínění, markýzy, pergoly atd...

Venkovní žaluzie, jsou ovládané převážně elektrickým motorem, který zajišťuje komfortní užívání. Různí dodavatelé dodávají rozdílné profily a typy žaluzií, nejčastěji z hliníkových profilů. Venkovní rolety, jsou také jako žaluzie ovládané převážně elektrickým pohonem, který zajišťuje pohodlné užívání. Rozdíl mezi roletami a žaluziemi je ten, že předokenní rolety jsou jednotlivé lamely, které se spojují zámkem do sebe a zastíňují celou výplň otvorů, zatímco žaluzie jsou jednotlivé lamely, které lze i po zatažení naklánět. Venkovní rolety i žaluzie lze ovládat i manuálním způsobem, které není tak komfortním řešením. Na obrázcích 12 a 13 je hliníkový statický slunolam, který jsem navrhoval spolu s architektem objektu, a je kotven do provětrávané fasády skrze vykonzolované hliníkové kotvy a pevně spojen šroubovými spoji.

**Obr. 12 – Výkresový dokumentace k slunolamu zobrazenému na obr. 13**



**Zdroj:** vlastní zdroj, 2019



**Obr. 13 – Hliníková konstrukce slunolamu na provětrávané fasádě**



**Zdroj:** vlastní zdroj, 2019

Na obrázku 14 je zobrazena hliníková pergola, která slouží taktéž jako zastínění objektu, statické lamely nelze jakkoliv natáčet, pro regulovaný průstup slunečního záření musí být pergola doplněna dalším typem stínění, například lehké látkové rolety či zavěšené plachty.

**Obr. 14 – Hliníková pergola se statickými lamelami**



Zdroj: vlastní zdroj, 2021

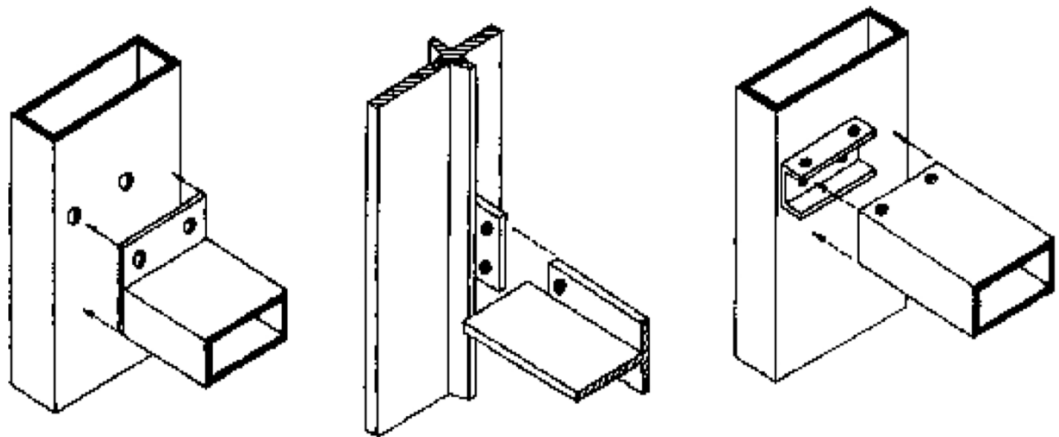
### **6.3 Konstrukční detaily**

V této kapitole budu popisovat postup návrhu, který čerpám od odborníků z tohoto oboru, protože k samotnému návrhu jsem neměl možnost se dostat. Lehké obvodové pláště, stejně jako jiné stavební konstrukce, musí být navrženy tak, aby vyhověly ve všech potřebných parametrech, mezi které patří i správné navržení konstrukčních spojů a statické posouzení celého pláště. Projektant celého objektu musí zvolit přesný typ lehkého obvodového pláště již před podáním projektu na stavební povolení, a to kvůli tomu, že typ lehkého obvodového pláště ovlivňuje celou konstrukci objektu i jeho architektonický ráz. Dodavatel lehkého obvodového pláště musí disponovat svým statickým

posudkem, který dodá ke konkrétní stavbě. Při realizaci je třeba dbát na přesné založení lehkého obvodového pláště.

Na obrázku 15 jsou vyobrazené tři různé typy konstrukčních spojů u sloupko-příčkového lehkého obvodového pláště, kde je nutné propojit pevným spojem sloupek a příčník (Puškár, 2002, str. 289).

**Obr. 15 – Příklady řešení spojů mezi dílci lehkých obvodových plášťů**



Zdroj: Puškár, 2020, str. 289

Ke spojům je potřeba použít vhodný spojovací materiál, který je definován v dílenské dokumentaci dodavatele lehkého obvodového pláště. Tato práce se věnuje pouze hliníkovým lehkým obvodovým plášťům, u kterých je jedna z mnoha kladných vlastností absence vzdušné koroze. Hliníková slitina bez povrchové úpravy sice při kontaktu se vzduchem přirozeně oxiduje, ale zoxidovaná vrstva se vytvoří jen na povrchu a neprostupuje dál v materiálu, detailněji je tato problematika popsána v kapitole povrchových úprav. Z tohoto důvodu je možné hliníkové profily spojovat bez potřebné přípravy navrtání otvorů při výrobě. Nejčastěji se profily spojují nerezovými vruty.

Kotvení lehkého obvodového pláště k nosné konstrukci objektu je navrženo v projektové dokumentaci vzhledem k jeho poloze. Rozdílné kotvení je při použití u konstrukcí předsazených a vsazených.

## **7 Projekce lehkých obvodových plášťů-praktická**

V předprojektové části generální projektant spolu s investorem a architektem zvolí vhodný typ lehkého obvodového pláště, u kterého navrhnu členění a optimalizují návrh tak, aby byl pro všechny subjekty, které návrh řeší, rozumně navržen. Navrhne potřebné konstrukční detaily a kalkulaci maximálních nákladů (Imateriály).

Ve spoluprací se statikem nadimenzuje hlavní nosné části lehkého obvodového pláště. Veškeré potřebné parametry popíše v textové části projektu. Následně je provedeno výběrové řízení na dodavatele lehkého obvodového pláště, který si následně zpracuje výrobní dokumentaci dle přesného zaměření. Dodavatel lehkého obvodového pláště musí udělat statický výpočet na jím navržený a dimenzovaný plášť. Případné změny v dílenské dokumentaci oproti původnímu projektu musí být schváleny generálním dodavatelem stavby, generálním projektantem, architektem a investorem stavby (Imateriály).

Nejčastějšími chybami při návrzích lehkých obvodových plášťů je vynechání předprojektové fáze, kde je definován hlavní typ použitého lehkého obvodového pláště. Další chybou je přenechání celého projektu k řešení pouze na dodavatele lehkého obvodového pláště. Tato chyba zvyšuje prodražení celého projektu, tím se dostáváme ke třetímu závažnému problému a tím je nesprávně připravený rozpočet na lehký obvodový plášť. Dalším velkým nedostatkem je chybné určení přesné pozice líce lehkého obvodového pláště vůči nosnému systému celého objektu (Imateriály).

## **8 Kontrola kvality výroby a montáže**

V praktické části této bakalářské práce se budu zaměřovat na postup montáže sloupko-příčkového lehkého obvodového pláště a odkazovat se na kontrolu kvality a k tomu příslušným normám v rámci zabudování lehkého obvodového pláště do stavebního objektu. Cílem je vytvořit ucelený manuál pro neodbornou veřejnost ohledně lehkých obvodových plášťů a přidružených konstrukcí.

Neměl jsem možnost se podívat do výroby samotných hliníkových profilu, tak budu vycházet z popisu výroby z teoretické části. Následně popíšu prohlídku v práškové lakovně, kde zhodnotím, zda se postupuje dle teoretických postupů, aby měl výrobek potřebnou kvalitu.

### **8.1 Způsob montáže**

Při návštěvách na kontrolovaném objektu jsem za celou dobu výstavby zpozoroval pouze malý mobilní stavební jeřáb na osazení skleněných výplní. Veškeré hliníkové profily byly montovány pouze manuálně. U tohoto typu objektu to bylo možné, vzhledem k jeho výšce dvou nadzemních podlaží. V objektech, kde je realizován lehký obvodový plášť je použita těžká mechanizace, mobilní nebo statické jeřáby. Na osazování skel je nutné použít vakuovou přísavku, která se osadí na jeřáb, v případech, kdy se montují celé zasklené panely mohou být na panelech připravena montážní oka, za které je celé břemeno přemístěno na potřebné místo.

### **8.2 Obecné informace o kontrole kvality**

Kontrola kvality musí probíhat během celého procesu zakázky, od výroby až po montáž lehkého obvodového pláště. Před samotným zadáním do výroby musí být smluvně dohodnuté konkrétní parametry výrobku a stavební připravenosti. Mezi které se řadí rozměry rámu výplní, návrh vhodného kotvení k nosným

konstrukcím, utěsnění připojovací spáry, příprava stavebního prostoru, finální dokončení povrchů ostění. Pro kontrolu kvality zabudování výplní stavebních otvorů slouží norma ČSN 74 6077.

Před samotnou montáží musí objednatel provést kontrolu výplní otvorů, která musí být v souladu s objednávkou. Následně objednatel, nebo osoba jim pověřená, dohlíží na kontrolu provedení osazení a kotvení před uzavřením připojovací spáry. Kontrolu utěsnění připojovací spár před dokončením finálních povrchů ostění. Kontrola funkčnosti otevírání výplní otvorů. Povolené tolerance a odchylky jsou popsány v ČSN 747250-4.4.

„Dovolené natočení příčnicků kolem podélné osy vlivem tíhy výplně je maximálně 1,5 mm z roviny za podmínky, že není porušena těsnost konstrukce lehkého obvodového pláště a není-li u konstrukcí stanovena přísnější hodnota. Geometrické natočení příčnicku je vyobrazeno na obrázku č.1“ (ČSN 747250-4.4)

„Dovolená geometrická odchylka osazená přítlačných a krycích lišt proti profilům sloupků, příčnicků nebo rámu (modulové konstrukce) je  $\pm 1$  mm. Geometrická odchylka přítlačných a/nebo krycích profilu proti profilu příčnicku je vyobrazena na obrázku č.2.“ (ČSN 747250-4.4)

„Svislé i vodorovné přítlačné a krycí profily osazené z exteriérové strany musí mít umožněnou dilataci.“ (ČSN 747250-4.4)

„Šířka spáry mezi dvěma přítlačnými nebo krycími profily v 90° spoji je maximálně 1 mm/m délky profilu, který na spáru navazuje řezem. Spáry krycího i přítlačného profilu příčnicku mezi dvěma přítlačnými nebo krycími profily sloupků musí mít stejnou velikost, jejich maximální vzájemná odchylka je 1 mm, obrázek č.3“ (ČSN 747250-4.4)

„Šířka spáry mezi dvěma přítlačnými nebo krycími profily ve spoji o jiném úhlu než 90° maximálně 1,5 mm/m délky profilu, který na spáru navazuje řezem. Spáry krycího i přítlačného profilu příčnicku mezi dvěma přítlačnými nebo krycími profily sloupků musí mít stejnou velikost, jejich maximální odchylka je 1,5 mm“ (ČSN 747250-4.4)

Zde je popsány základní požadavky na nosnou konstrukci rámu, detailnější popis je definován v normě ČSN EN 74 7250 Lehké obvodové pláště – Požadavky na zabudování.

### **8.3 Geodetické vyměření**

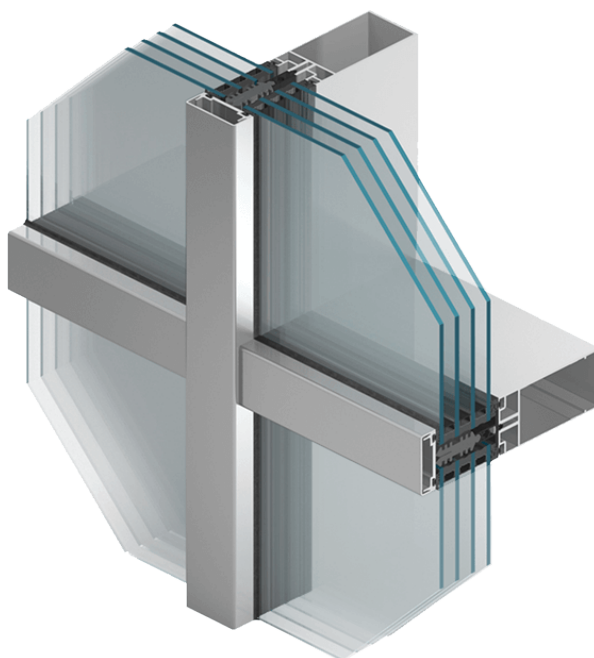
Při montáži lehkých obvodových pláštů se používá geodetické měření, které vychází z geodetického systému stavby. Pro toto využití jsou vyneseny na skeletu budovy minimálně dvě různoběžné stavební osy, které se následně protokolárně předají zhotoviteli lehkého obvodového pláště. Množství potřebných os a zaměřených bodů je vždy v závislosti na komplikovanosti a členitosti skeletu a lehkého obvodového pláště. Výškové úrovně jednotlivých podlaží jsou dány ze zaměření kalibrovaným ocelovým pásmem přes celou výšku budovy, počáteční bod měření vždy vychází z protokolárně dané referenční rysky na skeletu objektu, která je přístupná po celou dobu výstavby. Zaměření jednotlivých výškových úrovní a stavebních os je obvykle vytyčeno s přesností  $\pm 3$  mm. Požadavky na přesnost zabudování lehkých obvodových pláštů jsou předepsány v normě ČSN EN 74 7250.

### **8.4 Kontrola kvality osazení hliníkových profilů**

V tomto bodě budu popisovat kontrolu kvality osazení sloupko-příčkového lehkého obvodového pláště na konkrétní stavbě. Kontrola probíhala na rekonstruovaném objektu, který byl konstrukčně řešen jako skelet. Nejprve se odhalily nosné konstrukce a vybouralo obvodové zdivo. Následně se dle kladečního plánu rozmístily nosné sloupky s vodorovnými příčníky, které jsou zafixované především proti smykovým silám. Jako spojovací materiál hliníkových sloupků k vodorovným nosným konstrukcím byla použita svorníková natloukávací kotva. Při každé rekonstrukci musí být k dispozici výtažné hodnoty z nosného materiálu, ať je předem určena kvalita materiálu, do kterého je další prvek kotven. Příčníky a sloupky přilehlé k hrubé podlaze a stropu jsou ošetřeny parotěsnou folií, která je nalepena na nosné konstrukce fasády i objektu. Úroveň soklu je odizolována XPS polystyrenem, kvůli zabránění promrzání. Před samotným osazením skel se na sloupy a příčníky uchytlí PVC těsnění, které je pouze pod skleněnými tabulemi a distanční podložky, které zajistí průběžné, stejně široké spáry mezi výplněmi. Jako poslední krok před osazením skel je osazené pěnové, tepelně izolační těsnění, které je na celou tloušťku skleněné tabule. Poté se osadí

skleněná výplň, které je ukotvena pomocí přítlačných profilů, skrze pěnové těsnění do sloupků a příčníků. Finálním krokem této realizace bude nasazení krycích profilů, které se na přítlačné profily pouze „zacvaknou“. V průběhu realizace se některé kusy skel nezasklily, kvůli zanechání potřebného průchodu fasádou. V tuto chvíli není fasáda dokončena a na skleněné tabule jsou osazené provizorní OSB desky, které mají zabránit poškození výplně.

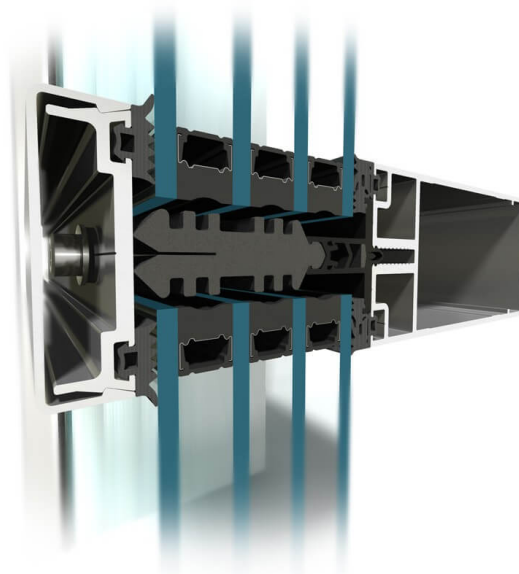
**Obr. 16 – Detail sloupko-příčkového systému Aluprof**



**Zdroj:** [www.aluprof.com](http://www.aluprof.com)

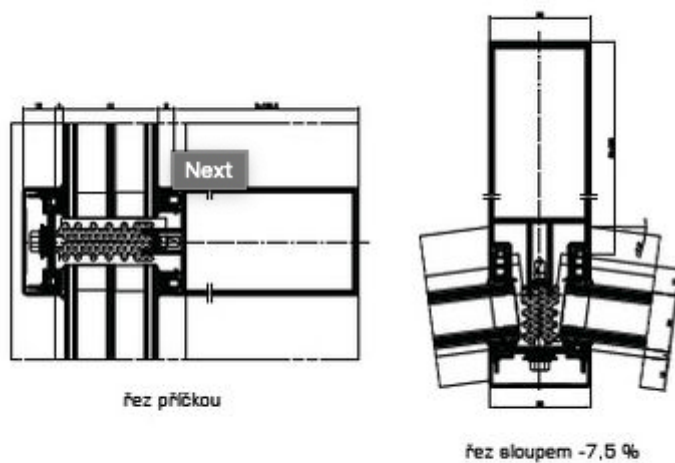


**Obr. 17 - Detail sloupko-příčkového systému Aluprof**



Zdroj: [www.aluprof.com](http://www.aluprof.com)

**Obr. 18 – Detail osazení skleněné výplně u sloupko-příčkového lehkého obvodového pláště.**



Zdroj: [ham.cz](http://ham.cz)

**Obr. 19 – Detail napojení sloupko-příčkového lehkého obvodového pláště na nosnou konstrukci objektu**



Zdroj: vlastní zdroj, 2021

**Obr. 20 – Detail osazení skleněné tabule na nosný sloupek**



Zdroj: vlastní zdroj, 2021

**Obr. 21 – Detail soklu a ukončení lehkého obvodového pláště nad úrovní terénu**



Zdroj: vlastní zdroj, 2021

**Obr. 22 – Detail napojení parotěsné izolace na nosnou konstrukci a lehký obvodový plášť**



Zdroj: vlastní zdroj, 2021

## **8.5 Postup práškového lakování a kontrola kvality povrchu – porovnání s teoretickým postupem**

V tomto bodě budu detailně popisovat osobní návštěvu v práškové lakovně. Postupovat budu od návozu hliníkové slitiny až po expedici. Prvním krokem je rozhodnout, zda lze prvek chemicky odmastit nebo musí být opískován. Zda bude chemicky očištěn ve vanách nebo opískován v pískovacích komorách rozhoduje především velikost a členitost prvku. V případě lakovny, kterou popisuji v této části bakalářské práce byla velikost van na odmaštění 7200x1600x600 mm. V případě, že není v prvku možný dostatečný průtok vody tak, abych mohla veškerá kapalina z prvku odtéct, tak i v tomto případě musí být také opískován. V případě, že by tomu tak nebylo a kapalina s kyselinami by v prvku zůstávala, přenášela by se tak do dalších van, které jsou pouze oplachovací a došlo by k jejich naředění a nutné výměně roztoků. Po oplachu výrobku od kyselin musí být prvek dokonale usušen. Následně není možné na prvek uchopit bez rukavic, došlo by k opětovnému zamaštění povrchu a práškový lak by nemusel dobře na povrchu ulpět. Po tom, co je prvek odmaštěn a osušen se musí, právě za použití rukavic navěsit na háky na kolejnicích, na kterých budou zavěšeny po celou dobu procesu lakování až po zabalení a expedici.

Dalším krokem byla volba způsobu nanášení práškové barvy, a to ručním nebo strojovým nanášením práškovými pistolemi. Obě tyto varianty mají své klady i zápory. Začal bych strojovým nanášením práškové barvy, mezi jejíž kladné vlastnosti patří především stálost nanášení práškové barvy a minimální odpad prášku při nanášení, prášek je v boxu odsáván a znovu použit na další nanášení. Prášek je nanášen elektrostatickým nábojem, a proto na lakovaném prvku ulpí, před zapečením v peci je možné jej setřít pouhým prstem viz obrázek 23, se vyplatí v rámci finanční náročnosti volit tento způsob lakování na větší série výrobků. Jako jedinou a zásadní nevýhodu jsem spatřil způsob nanášení prášku, který kvůli uložení práškovacích pistolí v boxu zanechává na prvku pruhování, které se sice po zapečení barvy rozmělní, ale na prvku, kde je lakovaná relativně velká plocha je to i po zapečení stále patrné.

Druhým způsobem nanášení práškové barvy je ruční lakování, kde pracovník lakovny nanáší práškovou barvu pistolí kříže, kde nevznikají žádné pruhy a prvek

je po zapečení jednolitý. Zde je jedinou nevýhodou nutná práce člověka, kde může dojít k chybě ze strany pracovníka. Práškovací boxy jsou v obou případech nanášení barvy odsávány, aby bylo možné používat po sobě různé barvy a nedošlo k jejich promíchání. Po nanesení práškové barvy je už postup pro obě varianty totožný, a to je zapékání prášku. Zde je možné zapékat v jedné peci různé barevné varianty, je ale třeba dát pozor na dobu zapékání. Každý výrobce má pro každý typ barvy specifikovanou různou dobu zapékání práškové barvy, z pravidla jde o interval od 8-13 minut. Prvek se na kolejnicích zaveze do komorové pece, kde největší v této lakovně byla o rozměrech 7200x1500x1500 mm (je možné mít i větší). Při otevření vrat teplota v peci, časový interval se tedy počítá od nastavení potřebné teploty. Tím, že teplota v peci klesne také nastane to, že větráky, které vzduch v peci rozhání nebudou pracovat na maximální výkon a prášek zůstane přichycen na výrobku. Jako poslední krokem je vychladnutí výrobku, vizuální kontrola kvality práškového laku, zabalení dle potřeby klienta a následná expedice. Po osobní prohlídce s výkladem reálného technologického postupu potvrzují, že postup lakování v práškové lakovně odpovídá teoretickému technologickému postupu popsaného v teoretické části mé bakalářské práce. V momentě, kdyby se nepostupovalo dle tohoto postupu mohlo by docházet k odlupování povrchové úpravě, která je detailněji popsána v kapitole 11.5, a tím spojenou reklamací povrchové úpravy.

**Obr. 23 – Detail setření nezapečeného práškového laku**



Zdroj: vlastní zdroj, 2021, lakovna Technolak

**Obr. 24 – Odmašťovací kyselinová lázeň**



Zdroj: vlastní zdroj, 2021, lakovna Technolak

**Obr. 25 – Automatické strojní lakování**



Zdroj: vlastní zdroj, 2021, lakovna Technolak

**Obr. 26 – Pohled do zapékací pece v práškové lakovně**





**Zdroj:** vlastní zdroj, 2021, lakovna Technolak

**Obr. 27 – Zapečená práškový lak**



**Zdroj:** vlastní zdroj, 2021, lakovna Technolak

## 8.6 Vizuelní kontrola kvality finálního povrchu namontovaného díla

Vizuální kontrola lehkého obvodového pláště se provádí z interiéru i exteriéru budovy. V interiéru s odstupem 1,5 m a při pohledu z exteriéru ze vzdálenosti větší než 3 m, vždy při pohledu v kolmém směru na plášť. Vizuelní kontrola kvality hliníkového povrchu (lesk, barva, struktura) se posuzuje v interiéru ze vzdálenosti 3 metrů a v exteriéru ve vzdálenosti alespoň 5 m. Pokud není možná takováto odstupová vzdálenost od lehkého obvodového pláště, musí být kontrolu z exteriéru nejvzdálenější možný bod a z interiéru minimálně 1,5 m. Vizuelní kontrola lehkého obvodového pláště se neprovádí při přímém slunci ani v případě vrhání stínů jak v interiéru, tak exteriéru. (Sborník ČKLOP, 2017, str. 158).

Na obrázku 28 je na první pohled zřejmé, že práškový lak není dobře spojen s hliníkovým povrchem. Pravděpodobně došlo ke špatnému odmaštění hliníkového prvku v kyselinových lázních nebo tento krok nebyl vůbec dodržen. Tento stav nastal přibližně rok po práškovém lakování, a to po lokálním

mechanickém poškození. Práškový lak se následně kvůli povětrnostním podmínkám odlupoval po celém hliníkovém profilu. Jediný způsob opravy v tomto případě byla demontáž hliníkového prvku a znovu nalakování s velkým důrazem na odmaštění. V rámci technologického postupu lakovny musel být prvek také opískován, aby se odstranil práškový lak, který na prvku zůstal.

**Obr. 28 – Detail na odlupující se práškový lak po špatném odmaštění**



**Zdroj:** vlastní zdroj, 2019

## **9 Závěr**

Výsledkem této bakalářské práce je návod, jak navrhovat, bezpečně realizovat a kontrolovat správnost provedení lehkých obvodových plášťů. Popis návrhu, realizace a kontroly se opírá o obecně platné normy ČSN, na které se v této práci také odkazují. Popisují zde celou řadu řady materiálů a detailů, které se dají při realizaci výplní otvorů u lehkých obvodových plášťů použít. Popisují zde technologické postupy při realizaci lehkých obvodových plášťů i konstrukční detaily, na které je potřeba při realizaci dbát. Kontrolu realizace jsem prováděl na konkrétní stavbě, na kterou jsem měl možnost se podívat. V tomto případě jsem byl s kvalitou provedených prací spokojen, vše bylo v maximálních předepsaných odchylkách. Při návštěvě práškové lakovny jsem si mohl potvrdit, že se postupuje přesně dle předepsaných postupů, výrobců práškových laků i teoretických postupů popisovaných v literaturách.

## 10 Seznam použité literatury

PUŠKÁR, Anton. *Obvodové pláště budov-fasády*. Bratislava: Jaga, 2002. ISBN 8088905729.

**Alucad**, [Online][Citace:10.Května2021] <http://www.alucad.cz/zakazkove-vykresove-hlinikove-profily/>

**Kovodruzstvo-plzen**, [Online][Citace:10.Května2021] <https://www.kovodruzstvo-plzen.cz/produkty-a-sluzby/eloxovani-hliniku/>

**Praskovelakovani**, [Online][Citace:4.Května2021] <https://www.praskovelakovani.com>

**Technolak**, [Online][Citace:4.Května2021] <http://www.technolak.cz>

**Hensfort**, [Online][Citace:1.Května2021] <https://www.hensfort.com/cs/blog/protislunecni-skla.html>

**Imaterialy**, [Online][Citace:10.Května2021] <https://www.imaterialy.cz/rubriky/legislativa>

**Sborník ČKLOP** [Online][Citace:10.Května2021] <https://www.cklop.cz>

## 11 Seznam obrázků

Obr. 1 - Vývoj ceny hliníku za poslední rok.....	12
Obr. 2 - Diagram maximálních rozměrů lisovaných rozměrů .....	14
Obr. 3 – Náhled procesu práškového lakování.....	20
Obr. 4 – Pohled na modulovou výstavbu lehkého obvodového pláště s neprůhlednými kazetami.....	23
Obr. 5 – Popis izolačních skel .....	25
Obr. 6 – Detail tmelení izolačních skel.....	26
Obr. 7 – Polohy vsazeného lehkého obvodového pláště v závislosti k vodorovné nosné konstrukci.....	31
Obr. 8 – Polohy předsazeného lehkého obvodového pláště v závislosti na vodorovnou nosnou konstrukci.....	32
Obr. 9 – Příklad spojování rámu lepením .....	34
Obr. 10 – Příklad mechanického spojování rámu.....	35
Obr. 11 – Pohled na strukturovaný lehký obvodový plášť .....	38
Obr. 12 – Výkresový dokumentace k slunolamu zobrazenému na obr. 13 .....	40
Obr. 13 – Hliníková konstrukce slunolamu na provětrávané fasádě ....	41
Obr. 14 – Hliníková pergola se statickými lamelami .....	42
Obr. 15 – Příklady řešení spojů mezi dílci lehkých obvodových plášťů .....	43
Obr. 16 – Detail sloupko-příčkového systému Aluprof.....	48
Obr. 17 - Detail sloupko-příčkového systému Aluprof.....	49
Obr. 18 – Detail osazení skleněné výplně u sloupko-příčkového lehkého obvodového pláště.....	49
Obr. 19 – Detail napojení sloupko-příčkového lehkého obvodového pláště na nosnou konstrukci objektu .....	50
Obr. 20 – Detail osazení skleněné tabule na nosný sloupek.....	51
Obr. 21 – Detail soklu a ukončení lehkého obvodového pláště nad úroveň terénu .....	51

<b>Obr. 22 – Detail napojení parotěsné izolace na nosnou konstrukci a lehký obvodový plášť .....</b>	<b>52</b>
<b>Obr. 23 – Detail setření nezapečeného práškového laku.....</b>	<b>55</b>
<b>Obr. 24 – Odmašťovací kyselinová lázeň.....</b>	<b>55</b>
<b>Obr. 25 – Automatické strojní lakování .....</b>	<b>56</b>
<b>Obr. 26 – Pohled do zapékací pece v práškové lakovně.....</b>	<b>56</b>
<b>Obr. 27 – Zapečená práškový lak.....</b>	<b>57</b>
<b>Obr. 28 – Detail na odlupující se práškový lak po špatném odmaštění</b>	<b>58</b>

## **12 Seznam tabulek**

<b>Tab. 1 – Označení typů mechanické úpravy povrchu .....</b>	<b>16</b>
<b>Tab. 2 – Standardní barvy podle Evropského sdružení dodavatelů povrchové úpravy hliníku anodickou oxidací (Euras) .....</b>	<b>17</b>
<b>Tab. 3 – Minimální tloušťky oxidové vrstvy podle použití.....</b>	<b>18</b>
<b>Tab. 4 - Klasifikace práškových laků podle druhu .....</b>	<b>21</b>