



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**Fakulta stavební**

Katedra architektury

**OBVODOVÝ PLÁŠŤ ENERGETICKY EFEKTIVNÍCH  
BUDOV A JEHO VLIV NA ARCHITEKTURU**

**„KONCEPČNÍ PRINCIPY PŘEDSAZENÝCH FASÁD  
SOUČASNOSTI“**

THE ENVELOPE OF ENERGY EFFICIENT

BUILDINGS AND ITS INFLUENCE ON ARCHITECTURE  
„conceptual principles of suspended contemporary facades“

**DIZERTAČNÍ PRÁCE**

Ing. arch. Adam BOHATÝ

Doktorský studijní program: **ARCHITEKTURA A STAVITELSTVÍ**

Studijní obor: **Architektura a stavitelství**

Školitel: **doc. Ing. arch. Václav Dvořák, CSc.**

**Praha, 2022**

paré 2





## **PODĚKOVÁNÍ:**

Děkuji v první řadě vedoucímu mé práce, doc. Ing. arch. Václavu Dvořákovi, CSc., za vstřícný přístup, praktické rady a cenné postřehy, za poskytnuté odborné publikace z jeho osobního archivu i za jeho zkušenosti s navrhováním v oblasti tématu dizertační práce.

Dále patří poděkování mým kolegům z fakulty – doc. Ing. arch. Ing. Petru Šikolovi a architektu Marcu Maiovi, kteří mi umožnili spolupracovat na zajímavých projektech – ať už v architektonické praxi nebo na akademické půdě Fakulty stavební ČVUT – obor Architektura a stavitelství.

Vedení fakulty tímto děkuji rovněž.

Děkuji také rodině za podporu i v nelehkých časech distanční výuky.

## **ABSTRAKT:**

Aktuální trend – výstavba energeticky efektivních budov v nízkoenergetickém až pasivním standardu podléhá nejen vysokým technickým nárokům, neměli bychom zapomenout ani na architekturu těchto staveb a na estetickou stránku tohoto „nového“ stavebního odvětví. Cílem práce je pomocí rešerší, poznatků z návštěvy již existujících projektů a studiem plánovaných projektů, nových technologií a řešení v oblasti obálky energeticky efektivních budov nabídnout přehled příkladů inovativních a funkčních řešení jak z pohledu technického řešení, tak architektury a estetiky, a to na příkladech od nás i ze světa. Výzkum a poznatky ze zkoumání vybraných modelových projektů jsou vyhodnocovány jako charakteristický průřez řešení v rámci této dizertační práce. Řešení jsou také ověřována na fyzických modelech a rozvíjena formou workshopů a diskuzí ve výuce se studenty a konzultována s odborníky na danou problematiku. V problematice estetiky obálky současných energeticky efektivních budov spatřuji jako pedagog a architekt velký potenciál pro rozvoj povědomí mezi kolegy a studenty, stejně tak v otázce vztahu mezi estetikou obálky budovy a celkovým vlivem na její energetickou náročnost.

## **ABSTRACT:**

I'd like to follow the actual trends in the construction of energy efficient buildings from low-energy to passive standards. It is not only subject to high technical demands; we should also not forget the architectural aspect of these buildings and the aesthetics of this "new" construction industry field. The aim of this thesis is, on the basis of the current state of the scientific and technological knowledge, research and other findings, to provide a comprehensive overview of examples and present examples of an interesting breakthrough solutions and technologies all over the world including Czech Republic. Research and findings from all such projects are evaluated as a characteristic cross-section of possibilities within this dissertation. The found conclusions are also developed in the form of workshops and discussions during design studio classes with students.

We together verified examples on physical models and also consulted with experts on this specific issue. As a teacher and architect, I see a huge potential for awareness-raising among colleagues and students in the aesthetics of the envelope of current and future energy-efficient buildings, as well as in the question of the relationship between the aesthetics of the building envelope and the overall impact on its energy efficiency.

## SEZNAM ZKRATEK POUŽITÝCH V TÉTO PRÁCI

<b>EEF</b>	Energeticky efektivní fasáda
<b>EES</b>	Energeticky efektivní stavba
<b>EEOB</b>	Energeticky efektivní obálka budovy
<b>KCE</b>	Konstrukce
<b>BAPV</b>	(building applied photovoltaics) fotovoltaické prvky, které jsou montovány na kci budovy, ale nejsou přímou součástí její kce, nebo obálky
<b>BIVP</b>	(building integrated photovoltaics) – fotovoltaické prvky jsou součástí obálky budovy
<b>ČR</b>	Česká republika
<b>EU</b>	Evropská unie
<b>FT</b>	Fototermické
<b>FV</b>	Fotovoltaické
<b>OZE</b>	Obnovitelné zdroje energie
<b>ŽB</b>	Železobeton
<b>RD</b>	Rodinný dům
<b>DTF</b>	Dvojitě transparentní fasády
<b>LOP</b>	Lehký obvodový plášť
<b>PENB</b>	Průkaz energetické náročnosti budovy
<b>ZF</b>	Zelené fasády
<b>EXPO</b>	Světová výstava architektury

## OBSAH

1.	ÚVOD.....	7
1.1.	ZDŮVODNĚNÍ VÝBĚRU TÉMATU A CÍLE PRÁCE .....	8
1.2.	PŘEDMLUVA .....	9
2.	STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY .....	10
2.1.	VÝVOJ .....	10
2.2.	BUDOUCNOST.....	12
2.3.	ARCHITEKTURA .....	16
2.4.	UDRŽITELNÝ ROZVOJ .....	20
2.5.	LEGISLATIVA – SOUČASNÁ PRÁVNÍ ÚPRAVA .....	25
3.	CÍLE DIZERTAČNÍ PRÁCE.....	28
4.	POUŽITÉ VĚDECKÉ METODY ZKOUMÁNÍ.....	28
5.	HLAVNÍ ČÁST DIZERTAČNÍ PRÁCE .....	30
5.1.	ANALYTICKÁ ČÁST .....	31
5.1.1.	ESTETIKA.....	32
5.1.2.	ENVIRONMENTALITA – VZTAH K ŽIVOTNÍMU PROSTŘEDÍ .....	91
5.1.3.	TECHNOLOGIE BUDOUCNOSTI.....	123
5.2.	SHRNUTÍ PROBLEMATIKY – SYNTÉZA.....	130
5.2.1.	ZÁSADY NAVRHOVÁNÍ Z POHLEDU VLIVU NA ARCHITEKTURU .....	130
6.	ZHODNOCENÍ A PŘÍNOS DIZERTAČNÍ PRÁCE.....	140
6.1.	PŘÍNOS V RÁMCI VĚDNÍHO OBORU.....	140
6.2.	PŘÍNOS PRO DALŠÍ SMĚŘOVÁNÍ OBORU V PRAXI.....	140
7.	POKRAČOVÁNÍ A DALŠÍ POSTUP ZKOUMÁNÍ .....	141
8.	ZÁVĚR – ZHODNOCENÍ A PŘEDPOKLÁDANÝ VÝVOJ .....	142
9.	PRAXE AUTORA SE VZTAHEM K TÉMATU.....	144
10.	VLASTNÍ TVORBA A PUBLIKACE.....	144
11.	LITERATURA A ZDROJE.....	146
12.	PŘÍLOHY.....	153

# 1. ÚVOD

Tato dizertační práce vznikla v průběhu doktorského studia na katedře architektury fakulty stavební, pod vedením doc. Ing. arch. Václava Dvořáka, CSc.

Obsahuje náležitosti zakotvené v Zásadách studia v doktorském studijním programu na ČVUT v Praze a je podkladem pro získání titulu „doktor“ ve zkratce PhD. v oboru Architektura a stavitelství.

Na začátku doktorského studia bylo vybráno téma „Obvodový plášť energeticky efektivních budov a jeho vliv na architekturu“, na stejné téma pouze s přívlastkem „KONCEPČNÍ PRINCIPY PŘEDSAZENÝCH FASÁD SOUČASNOSTI“ byla také zpracována tato dizertační práce.

## 1.1. ZDŮVODNĚNÍ VÝBĚRU TÉMATU A CÍLE PRÁCE

Předmětem této práce je širší analýza tématu předsazeného obvodového pláště a jeho komponent v kontextu vlivu na architekturu, a to ve vztahu k tématu energeticky efektivních budov. Stanovení dílčích závěrů, doporučení a zásad pro jejich navrhování v souladu s principy moderní doby – využití nových materiálů a konstrukčních řešení, udržitelnosti rozvoje a výstavby zejména v evropském měřítku.

Během celé lidské existence a ve všech odvětvích lidské působnosti dochází v průběhu historie neustále k hledání nových směrů a inovací tradičních postupů nejen ve stavebnictví, ale i v odvětví architektury. V každé době se užívá specifického architektonického názvosloví i stavebních postupů, které vychází z nároků na komfort, tepelnou pohodu uvnitř budovy, estetickou podobu budovy a z úrovně vědecko-technického poznání v dané době. V nedávné době se začaly objevovat mnohem přísnější požadavky na realizaci staveb, které cílí na vysokou efektivitu energetické soběstačnosti, na nízkou energetickou spotřebu, nároky na regulaci zisku/ztrát energie z jak obnovitelných, tak běžných zdrojů energie. Tyto stavby začaly být mimo jiné vybavovány inovativními technologiemi, obálkami z technicky stále lepších materiálů s různými systémy adaptabilního a jiného technického řešení. Tento trend použití nových fasádních elementů a systémů podporuje v poslední době také fakt, že dochází k regulaci parametrů obálky a celkové potřeby energií na vytápění budov ze strany Evropské unie.

*„V současné době se zároveň stále více klade důraz na regulaci spotřeby energie v domácnostech, podnicích a státní sféře. Vedle dopravy a průmyslu je dalším největším spotřebitelem energie provoz budov. Topení, chlazení a osvětlení obytných a nebytových budov spotřebuje v technologicky vyspělých státech přibližně 40 % veškeré energie, což je podíl, který vyžaduje velkou pozornost.“<sup>1</sup>*

Cílem je nabídnout kolegům kantorům, studentům, ale i architektům možnost poznat tento trend tak, aby jim informace v této práci sloužily jako ucelený přehled pro jejich práci, kvalitní informační zdroj při navrhování energeticky efektivních budov a jejich obvodového pláště. Dále pak by tato práce měla sloužit odborné veřejnosti za účelem seznámení se s tímto velmi širokým tématem nemalého potenciálu využití v budoucnosti.

---

<sup>1</sup> *Spotřeba elektrické energie domácností, predikce a potenciální úspory pomocí BACS* [online]. Miroslav Haluza, Jan Macháček, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektroenergetiky a Centrum výzkumu a využití obnovitelných zdrojů energie [vid. 8.1.2020]. Dostupné z :<http://elektro.tzb-info.cz/8570-spotreba-elektricke-energie-domacnosti-predikce-a-potencialni-uspory-pomoci>

## 1.2. PŘEDMLUVA

Při navrhování obálky budovy se zpočátku využívaly přírodní techniky a materiály. Člověk začal vymýšlet a budovat své přibytky již od pradávna a používal k tomu nejprve jen to, co viděl kolem sebe. Postupně začal použitelné přírodní materiály opracovávat, a zdokonalovat tak svůj přibytěk. Postupem času začal objevovat nové materiály, a to trvá do dneška. Cílem jeho hledání je najít „dokonalý“ materiál, který splní všechny jeho potřeby a požadavky, samozřejmě s ohledem na lokalitu a místní podmínky, požadavky obyvatel objektu a další aspekty vstupující do procesu navrhování obálky budovy.

Vezmeme-li v potaz všechny tyto skutečnosti a zároveň současnou snahu o zásady trvale udržitelného rozvoje ve výstavbě, můžeme vidět stále větší tendenci v posuzování staveb z pohledu energetické náročnosti a v té souvislosti i jejich vliv na životní prostředí při výstavbě a jejich budoucím provozu. Lze předpokládat, že v blízké budoucnosti se budou tato kritéria neustále zpříšňovat a budou přibývat i další způsoby hodnocení jejich začlenění do návrhu parametrů stavby, jako jsou již nyní např. kritéria EPC, certifikáty LEED, DEC a další.

Ve své dizertační práci bych rád okrajově představil také tradiční přístupy a použité materiály, především ale novodobé trendy ve fasádních systémech a zajímavé inovace. V této práci uvádím jen výběr z charakteristických kategorií a přístupů, kterými jsem se během mého doktorského studia zabýval. V rámci prezentace výsledků se pokusím najít takový systém zhodnocení jednotlivých příkladů, aby byly zdůrazněny přednosti nebo nedostatky jednotlivých takových řešení. Již při mém prvotním zkoumání mi bylo jasné, že proniknout opravdu komplexně do podstaty možností návrhu energeticky efektivních fasád pravděpodobně nebudu schopen úplně obsáhnout všechny možnosti a technologie, které jsou v dnešní době k dispozici. Tento dojem se s přibývajícím znalostmi samozřejmě prohluboval. Nejspíše právě i proto je pro mne problematika fasád a možností jejich navrhování tak zajímavým tématem. V dnešním světě je velkou výhodou, ale částečně i problémem rychlý vývoj materiálů a technologií. Díky vývoji, jaký prožily předsazené konstrukce obálek budov jako vcelku novodobý prvek v posledních letech, jsme schopni stále více těžit z ekologického přístupu k navrhování, energetické soběstačnosti, udržitelnosti a využití nových materiálů. V současnosti se tak ve spojení s realizací energeticky efektivních obálek budov a současnou architekturou mluví o pojmech, jako jsou – „bioklimatické, eco-friendly, semi-transparentní, adaptabilní, mediální a kinetické nebo interaktivní“. V průběhu svého zkoumání se pokusím tyto termíny představit na příkladech z domova i ze světa a blíže je popsat.

## 2. STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

### 2.1. VÝVOJ

Ochranná obálka budovy poskytuje ochranu proti povětrnostním vlivům a proti nepřátelům, a proto představovala vždy primární aspekt při návrhu a nejdůležitější součást budovy společně s její konstrukcí. Na rozdíl od konstrukcí, jako jsou mosty, věže nebo přehrady, stavby domů musí obsahovat místnosti, prostory, jejichž využití je třeba považovat za jeden z nejdůležitějších prvků lidské civilizace, jsou tedy úzce spjaty s náležitostmi okolo nás – především s klimatem. Čím větší je rozdíl mezi vnějším klimatem a vnitřními potřebnými podmínkami, tím větší je technický oříšek potřebný k vytvoření podmínek nezbytných pro pobyt v interiéru. Z historie víme, že původně lidé hledali vhodné, již připravené přirozené úkryty pro sebe a svá zvířata. Jednalo se například o díry v zemi, jeskyně ve skále nebo velmi husté vegetační porosty. Jinými slovy hledali chráněná místa, kde byly podmínky příznivé pro přežití. Jako se změnil styl života lidí z kočovného do usedlého, lidé začali budovat své vlastní úkryty s použitím materiálů, které měli zpravidla po ruce. Začali tak vznikat první střechy a vnější stěny. Vnější povrchy těchto uměle vytvořených úkrytů se staly důležité, protože musely plnit četné funkce, z nichž nejvýznamnější byla ochrana před povětrnostními vlivy.

Jak se průmysl neustále vyvíjel, využívali jsme jako lidstvo a přijímali stále nové technologie a materiály, naše budovy se měnily a přizpůsobují se a mění se také naše role architektů jako fasádních designérů. Na začátku to bylo jednoduché; stěna, která podpírala střechu nebo podlahu otvorem, kterým dovnitř proudil vzduch a světlo. Zpravidla se také objevují dveře a vstupy nebo okenice, které zabrání dešti, ale vše je vcelku velmi jednoduché.

Sklo je přirozeně se vyskytující látka. Je sporné, zda Egypťané nebo Mezopotámci vyvinuli techniky výroby skla, ale až Římané začali vyvíjet nové způsoby výroby skla, kdy se sklo začalo používat k výrobě oken.

Po pádu Římské říše si benátské řemeslníci udrželi dovednosti ve výrobě skla i v době „temna“ – paralelně s těmi se tato dovednost zaznamenala také v Indii a Číně. Techniky a chemie výroby skla se nadále vyvíjely ve středověku v 11. století a 12. století, což vedlo k šílenství po vitrážových oknech. Tento trend vitráží ovlivnil mistry stavitelů katedrál k vývoji opěrných a konstrukčních systému kleneb a opěr či dalších technik pro vytváření velkých ploch zasklení.

Technologie výroby skla se v průběhu staletí neustále vyvíjela. Během této doby se technika korunového skla stala plodnější. Jak průmyslová revoluce dospěla k metodám výroby oken ve viktoriánském věku, sklo se nadále vyvíjelo, přičemž skleněné tabule řezané z velkých foukaných válců se staly novou technikou hromadné výroby.<sup>2</sup>

Tato technika poskytla hektary skla použitého při stavbě revolučního Crystal Palace na původním Expo, velké výstavě průmyslových děl všech národů v roce 1851.

---

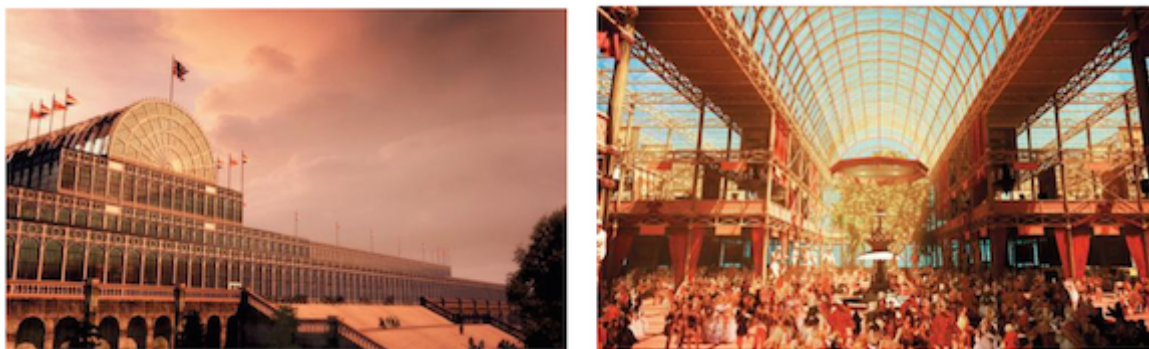
<sup>2</sup> A Brief History of the Envelope & Evolution of Future Façades [online]. Stuart Clarke [vid. 22.3.2020]. Dostupné z: <https://wfmmedia.com/future-facade-envelope-and-evolution/> (volný překlad autora)



Techniky hromadné výroby v roce 1800 používaly dřevo na okenní rámy s určitým využitím ráků z tepaného železa pro průmyslové a dopravní budovy. V USA poprvé začal vývoj větších a zejména vyšších budov, kde nosné konstrukce z oceli nesly váhu budovy místo zděných zdí.

Z našeho pohledu energetické efektivity a komplexních obálek budov lze za jeden z milníků označit skeletový konstrukční systém a také první předsazenou (nebo chceme-li zavěšenou) obálku budovy.

První budovou představenou se závěsnou stěnou byla stavba Crystal Palace na výstavě EXPO konané v Londýně v roce 1851.<sup>3</sup>



*Obr 1 Crystal Palace na Expo v Londýně v roce 1851. Vzhled Crystal Palace (vpravo), interiér (vlevo).*

Byl to průkopnický design fasády. Na výstavní síň byla pro většinu exponátů přijata rámová skleněná konstrukce ve tvaru skleníku, díky níž byl Křišťálový palác nejen nejslavnější ze všech exponátů, ale také se stal průkopníkem v designu fasád.

Ty umožnily vytvořit větší plochy prosklení. Cihla a kámen se stále používaly k vytvoření parapetů nebo pevných částí zdi, ale již ne vždy nesly zatížení. Tato forma výstavby pokračovala během amerického rozmachu mrakodrapů ve 30. letech 20. století. S příchodem modernistické architektury a odstraněním dekorací a zaměřením na funkčnost začali architekti zkoumat, jak by zasklení a návrhy fasád mohly vytvořit průhlednost a oddělit fasádu od vertikálního zatížení budovy. Tato móda vedla k vytvoření velkých ploch zasklení s minimálním rámováním. To byl původně evropský styl, modernistická estetika přenesená v měřítku do New Yorku a Chicaga. Po druhé světové válce architektonické styly spojily několik nových materiálů, aby vytvořily zavěšené fasády. V 50. letech 20. století vyvinul Pilkington ve Velké Británii řadu plaveného skla, která je dodnes zdaleka nejběžněji používaným výrobním procesem.

V první polovině 20. století se stal stále běžnějším konstrukčním materiálem hliník. Až když byly vyvinuty různé slitiny, stal se pevným a tažným, a následně běžným ve stavebnictví.

<sup>3</sup> *The Curtain Wall Industry: History, Current State, and Challenges of Façade Design* [online]. Moriwaki Akio [vid. 15.4.2020] Dostupné z: <https://blogs.3ds.com/perspectives/the-curtain-wall-industry-history-current-state-and-challenges-of-facade-design/>

Klíčovou výhodou bylo to, že hliník mohl být vytlačován do jemných a přesných tvarů a následně temperován, aby získal vyšší pevnost, díky čemuž je ideální pro tvarování okenních profilů a ráků.

V důsledku toho rychle nahradil bronz, který se dříve používal pro špičkové zasklení. Vzhledem k výzvě výškových konstrukcí vyvinuli američtí výrobci systémy tyčových závěsových stěn. Ty využívaly třetí zcela novou komponentu – široce dostupná těsnění a těsnění k vytvoření kompletních systémů fasádních předstěn.

Dalším krokem ve vývoji obvodových plášťů byl přechod od tyčových systémů montovaných na místě k předem smontovaným fasádním panelům dokončeným v továrně. Výhody se rychle staly samozřejmými díky rychlosti výstavby s použitím vysoce kvalitního výrobku vyrobeného na místě. Snaha o transparentnost pokračovala s využitím nových technik zpracování skla na plaveném skle. V 60. letech 20. století byla vyvinuta skleněná žebra a v 80. letech se jako prvek ve Spojeném království vedeném hi-tech architektonickým hnutím vyvinulo bodové zasklení, které skvěle vyvinul renomovaný irský inženýr Peter Rice z Arup.<sup>4</sup>



Obr 2 Bodově uchycená skla, Parc de Villette, Paříž 1974–1986

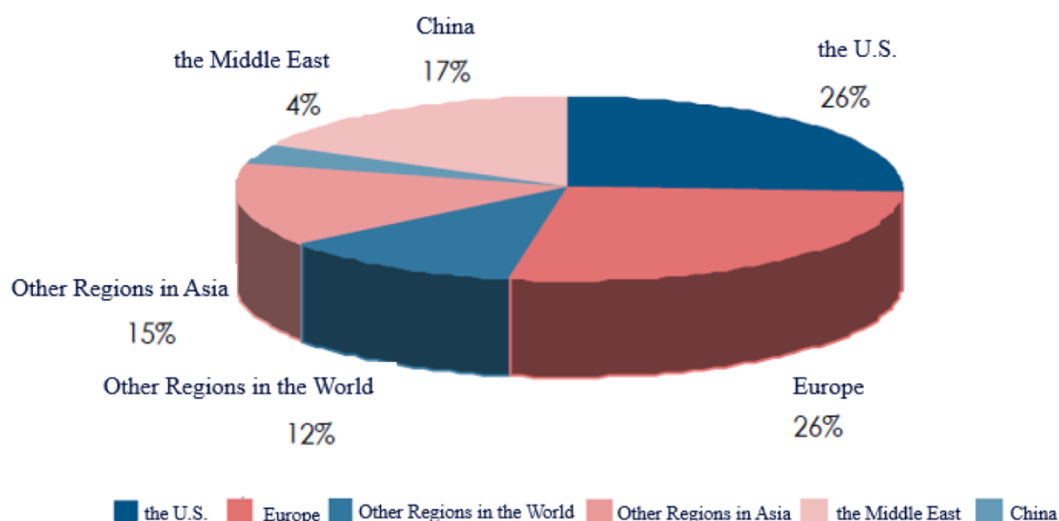
## 2.2. BUDOUCNOST

Po téměř sto letech vývoje od této výstavy se řešení vyvinula z jednoduchého skla s exponovaným rámem na polozapuštěný rám nebo úplně skrytý rám – celoskleněnou fasádu. Prakticky to stejné bychom mohli, ale s odstupem několika let, aplikovat na vývoj obálek z různých kovů, kamene nebo kompozitů; z hlediska struktury se výroba fasády vyvinula z jednoduché rámové na celoplošnou – jen bodově podepřenou, dvouplášťovou nebo například membránově strukturovanou; navíc jsou obálky budov čím dál více energeticky účinnější, vyrábí se dokonce **ekologické fasádní panely, fotoelektrické fasády** nebo **inteligentní fasády**, všechna taková řešení nabírají na četnosti.

Je zřejmé, že technologie designu fasád jde rychle kupředu. Pomáhá architektům osvobodit jejich mysl a umožňuje, aby se fasádní design vyvíjel od jednoduchého až monotónního k rozmanitému, komplexnímu a modernímu.

<sup>4</sup> A Brief History of the Envelope & Evolution of Future Façades [online]. Stuart Clarke [vid. 22.3.2020]. Dostupné z: <https://wfmmedia.com/future-facade-envelope-and-evolution/> (volný překlad autora)

**Trh s architektonickými obálkami je řízen především rozvojem globální ekonomiky a stavebnictví.** Globální ekonomický růst podporuje investice do fixních aktiv a požadavky na výstavbu všech druhů veřejných zařízení, komerčních budov a luxusních obytných budov – ty poskytují základ pro růst globálních trhů s architektonicky a technicky vyspělými obálkami budov. Z rozložení globálních trhů s architektonickými obálkami lze vidět, že USA a Evropa jsou stále dominantními hráči, přičemž společný podíl na trhu činil v roce 2009 asi 50 %.



<sup>5</sup> TAB. 1 Celosvětový trh s obálkami budov v roce 2009

Avšak podle statistik je také Čína zemí s nejvíce budovanými a plánovanými super výškovými budovami na světě. Počet budov v zemi nad 200 metrů výšky tvoří 48,5 % z celkového počtu budov na světě.<sup>6</sup> Velký počet projektů, které mají být zahájeny v budoucnu, bude vyžadovat od průmyslu hodně architektonicky hodnotných obálek budov – Čínu lze tedy stejně jako ve spoustě dalších odvětví považovat za hlavního hybatele pokroku v této oblasti.

Dá se předvídat, že v budoucnu budou USA a Evropa stále vést v navrhování a aplikaci architektonických obálek a souvisejících řešení a produktů, stejně tak jako rozvojové země Asie (a zejména Čína), také Střední východ a další regiony budou těmi hlavními bojišti a hnacími silami v oblasti nových řešení, produktů a aplikačních výzkumů architektonických obálek po celém světě.

<sup>5</sup> MORIWAKI Akio. Distribution of global curtain wall markets\_2009 [fotografie]. *The Curtain Wall Industry: History, Current State, and Challenges of Façade Design* [online]. Dostupné z: <https://blogs.3ds.com/perspectives/wp-content/uploads/sites/22/Screen-Shot-2015-01-27-at-10.15.18-AM.png>

<sup>6</sup> *The Curtain Wall Industry: History, Current State, and Challenges of Façade Design* [online]. Moriwaki Akio [vid. 15.4.2020] Dostupné z: <https://blogs.3ds.com/perspectives/the-curtain-wall-industry-history-current-state-and-challenges-of-facade-design/>

## PRŮMYSLOVÉ VÝZVY A EKOLOGICKÉ VÝZVY

Tradiční stavebnictví trpí vážným plýtváním a nízkou produktivitou jednak kvůli špatnému využití stavebních materiálů a inženýrským předělvkám, nečinností práce atd. Podle souvisejících statistik představuje hodnota zdrojů promarněných při výstavbě projektu až 25 % celkové investice, z velké části promarněné při návrhu fasády, výrobě a instalaci.<sup>7</sup>

### 2.2.1.1. Od návrhu až po výrobu

Návrh fasády (zejména pro složité obvodové stěny) je vysoce profesionální inženýrský úkol, který vyžaduje výjimečný vzhled, technickou funkčnost a značné investice do plánování jedinečných postupů instalace. Návrh fasády tedy stejně jako statická část projektu, instalace ZTI a VZT nebo např. projekt elektroinstalace, vyžaduje speciální odborné znalosti.

Typicky se architekti a projektanti navrhující fasády snaží vyhnout specifikaci produktu jednoho výrobce, aby dodavatel měl možnost nabídnout alternativy. To znamená, že architektonické výkresy nejsou v první fázi projektu koordinovány s dílenskými výkresy od výrobce, dokud stavba nezačne, nebo není vybrán dodavatel, a do té doby se zamešká mnoho odborných znalostí s několika důsledky.

V dnešní době se již ve fázi schématu stavby radí architekti s konzultanty pro návrh fasády ohledně jejich schematického návrhu, aby bylo možné vytvořit požadovaný vzhled budovy; ve fázi vývoje návrhu určují konzultanti fasádního designu systém, který by měl být vhodným řešením pro danou architektonickou obálku tak, aby projektant poskytl propracovanější představy a výkresy designu a provedení obálky budovy pro nabídky konkrétních dodavatelů.

V další fázi již projektový koordinátor vytvoří 3D model, který zahrnuje stavební výkresy a zejména konstrukční část budovy od architekta, projektanta. Na tento podklad poté již velmi přesně aplikuje řešení obálky budovy a zhotovuje výrobní výkresy.

Se vznikem nových materiálů a nových technologií a s neustálou snahou architektů o jedinečný vzhled budov se výroba fasád stává stále větší a větší vědou, musí se stále častěji přizpůsobit složitějším tvarům, a stává se tedy z této problematiky samostatný specializovaný obor.

Fasádní zóna má z celkového objemu budovy tloušťku jen několik centimetrů, ale v tomto prostoru by měla být fasáda schopna nabídnout všechny hlavní charakteristiky budovy, odolat větru a případným zemětřesením, přizpůsobit se pohybu budovy, udržet vodu a znečištění mimo interiér, izolovat před horkem nebo chladem, v zimě nechat pronikat hřejivé slunce a v létě chladivý vánek, nebo zabránit přístupu teplého vzduchu a tepelné energie, poskytuje výhled ven a pouští dovnitř správné množství denního světla, omezuje hluk zvenčí a přitom dovoluje lidem zaslechnout ptačí zpěv a zvuky ulice, pokud si to přejí, odolává ohni šířícímu se budovou a chrání nás před vniknutím spalin a jiných nečistot. Dobrý fasádní plášť by nám měl poskytnout potěšení uvnitř i vně.

<sup>7</sup> *The Curtain Wall Industry: History, Current State, and Challenges of Façade Design* [online]. Moriwaki Akio [vid. 15.4.2020] Dostupné z: <https://blogs.3ds.com/perspectives/the-curtain-wall-industry-history-current-state-and-challenges-of-facade-design/>

Vzhledem k nespočetným požadavkům na vlastnosti a estetickým ambicím architektů se k výrobě našich fasád používá široká paleta materiálů a systémů, včetně kamene, keramiky, cihel, betonu, izolací a dřeva, které všechny hrají v estetice ale i energetických vlastnostech svou roli také spolu s těsněním, lepidly, kotvicími prvky a držáky pro tvarování obálky.

Ve srovnání s tradičním stavebnictvím je projektování fasád většinou založeno na zakázkové výrobě ve specializovaných závodech. Jde o průmysl vytvořený úzkou kombinací stavebnictví a přesné strojírenské výroby. V dnešní době je ideálním řešením z pohledu projektanta a výrobce přesný 3D BIM model a z něj vytvoření 2D CAD výkresů a komplexních fasádních modelů. Ty pak mohou být kompletně odeslány na numericky řízené řezací stroje ve výrobních závodech.

V praxi je ale rozdíl mezi stavebnictvím a strojírenstvím zejména v oblasti přesnosti vcelku velký, a proto se zpravidla datový řetězec od návrhu fasády po výrobu přeruší. Na vině je především přesnost výstavby, kdy přesné výkresy a detaily z projekce se za velmi složitých podmínek spíše nedaří uhlídat a dodržet ve fázi samotné výstavby. To má za následek nízkou důvěru dodavatelů, zejména výrobce fasádního pláště, který tak zpravidla čeká na dokončení hrubých nosných konstrukcí a až následně ověřuje jejich rozměry a zadává samotný obvodový plášť na základě ověřených rozměrů do výroby. Tyto nepřesnosti pak samozřejmě zdržují dobu realizace.

Navíc kvůli omezené provázanosti softwarových programů BIM v parametrickém modelování a výrobními softwary ve strojírenství nelze 3D modely přímo aplikovat na průmyslovou výrobu. Když architekt změní 3D modely, musí fasádní designér přepracovat detailní návrh fasády a nezávisle vygenerovat nové výrobní výkresy, což způsobí obrovské plýtvání kvůli zpoždění a přepracování.

Ve srovnání s tradičním stavebnictvím a „výrobou hrubých stavebních konstrukcí“ musí mít fasádní panel větší prostor pro dilatace a přizpůsobení se hrubým konstrukcím stavby, což se odráží nejen v různých designech pro různé projekty, ale také v různých typech fasádních panelů, a to dokonce i v rámci jednoho projektu.

Naším cílem do budoucna je, aby BIM digitální dvojče budovy se všemi informacemi a záznamy bylo nakonec předáno majiteli budovy a těm, kteří budou budovu nejen realizovat ale i provozovat a udržovat v takové podrobnosti a kvalitě, že bude využitelné jak pro přesnou výrobu fasády, tak např. pro opravy a výměnu jednotlivých komponent, které mohou mít např. kratší životnost nebo vlastnosti než samotná konstrukce budovy.

Pokud jde o sklo a ostatní hojně využívané materiály jsme z mého pohledu téměř dosáhli bodu, kdy jejich vlastnosti již nelze zlepšit, jediný způsob, jak vyvíjet dále energetickou efektivitu obálek budov, je v proměnné regulaci přicházející energie přes fasádu do budovy. Tj. snížit např. množství přicházejících slunečních paprsků, když je to potřeba, a naopak. Abychom tohoto dosáhli a získali lepší výkon ze zasklení / zastínění na našich fasádách, musí začít celé fasády nebo jejich prvky interaktivně reagovat.

## 2.3. ARCHITEKTURA

Ač se může zdát, že tato práce se zaměřuje především na materiálové, funkční a technické aspekty obálek budovy, dle zaměření mého studijního oboru – architektura a stavitelství, se nad rámec těchto aspektů budu v práci věnovat i dalším souvisejícím tématům v dalších kontextech.

K tomuto patří i přímé vnímání **architektury**.

### 2.3.1. CHARAKTERISTIKA – OBÁLKA BUDOVY

Podle definice: Plášť budovy je bariéra mezi interiérem a exteriérem budovy určená k řízení přenosu vzduchu, vody, tepla, světla a hluku. Plášť budovy je vnější částí budovy a zahrnuje vnější stěny, střechu a základy.

Plášť budovy obvykle plní tři funkce: odděluje vnitřek konstrukce od vnějšího světa, ovládá různé prvky uvnitř konstrukce, jako je přirozené světlo a teplota, a poskytuje konstrukci vnější vzhled.

Fasáda tvoří spolu se střešním pláštěm a podlahou na terénu vnější OBÁLKU BUDOVY a slouží různým účelům. Především fasáda a střešní plášť chrání interiér před okolními podmínkami, jako je vítr, déšť a slunce, a odděluje často intimní interiér od pohledů "veřejnosti" z venku. Dalším důležitým aspektem moderního fasádního designu je vytvoření jedinečného vzhledu budovy, někdy dokonce vytvořením orientačního bodu, který je veřejně známý. Fasádní systém se obvykle skládá z fasádního obložení, dvourozměrného prvku, který je podporován primární nebo sekundární konstrukcí. Jsou také používány různé materiály pro obklad – od v architektuře tradičních materiálů, jako je sklo, kov, kámen, dřevo, beton atd., až k materiálům, které byly vyvinuty v posledních desetiletích, jako jsou plasty nebo cementové směsi vyztužené vlákny s různými charakteristikami, inteligentní fasády, fotovoltaické, adaptabilní, mediální a jiné druhy obálek budov, které jsou na vysoké technické úrovni.

Podívejme se na Vitruviovo dílo – *Deset knih o architektuře*. To vzniklo již někdy v rozmezí let 33 př.n.l. – 22 př.n.l. Tato kniha obsahuje spoustu i do dnešní doby aplikovatelných tvrzení a pouček – jedno z nich je tzv. FORMULA VITRUVIA:

*„Struktura stavby musí vykazovat tři základní vlastnosti – FIRMITAS, UTILITAS, VENUTAS“<sup>8</sup>*

Tato poučka je aplikovatelná také na charakteristiku obálky budovy z pohledu architektury – tzn. že je trvanlivá nebo odolná, také užitečná, a tedy nejlépe by měla plnit více funkcí najednou. V neposlední řadě je krásná a měla by splňovat ty nejvyšší estetické kvality.

---

<sup>8</sup> *Marcus Vitruvius Pollio* [online]. Wikipedia [vid. 17.4.2020]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Marcus\\_Vitruvius\\_Pollio](https://cs.wikipedia.org/wiki/Marcus_Vitruvius_Pollio)

## FIRMITAS

Fasády jsou zpravidla tím nejvíce viditelným prvkem každé budovy, tedy jsou na ně kladeny ty nejvyšší nároky na trvanlivost a odolnost – ne nadarmo se již od dob antiky používaly pro zpracování fasády ty nejušlechtlejší materiály, jako jsou kovy, kámen a keramika, později se přidaly sklo, ocel, beton.

## UTILITAS

Užitečnost obvodového pláště budovy je jistě jednou z hlavních vlastností – zpravidla plní fasáda několik funkcí najednou, jako je např. odolnost vůči povětrnostním vlivům, poskytnutí soukromí a zároveň dostatku světla a čerstvého vzduchu, ale nabízí i ochranu proti teplu, chladu i nebo např. požáru.

## VENUSTAS

V prvopočátcích realizace energeticky efektivních řešení v rámci obálky budovy byl kladen důraz zejména na jejich funkčnost, tedy v počátcích jejich estetická stránka nenaplňovala estetický standard, který přinášela řešení soustředující se pouze na architektonický výraz a krásu budovy. Je však neoddiskutovatelné, že v průběhu let se jak projektanti, tak technici a architekti dokázali sladit v dobře fungující soukolí a realizace, které již najdeme u nás i po celém světě dávají na zřetel, že krása se může skrývat i v plně technicky nebo technologicky komplexním systému obálky budovy.

Vhodně popisuje toto vnímání krásy nizozemský malíř a kreslíř Vincent Van Gogh:

*„Krása je forma určité věci. A určitou formu má každá věc. Z čehož vyplývá, že každá věc je svým způsobem z určitého hlediska krásná.“<sup>9</sup>*

Oba výše citovaní významní umělci vnímají estetiku trochu odlišným způsobem, nicméně oba přístupy jsou v architektuře obvodových plášťů patrné. Vitruvius byl spíše městským inženýrem nežli architektem, tedy vnímal jako nejdůležitější aspekty krásy proporcionalitu staveb – tzn. jistou modularitu a správný poměr jednotlivých základních skladebných dílů stavby. Naopak Van Gogh dává krásu a její výraz za úkol tvůrci stavby – tedy autorovi jako výtvarníkovi – v dnešní době spíše několika autorům zároveň, tedy inženýrovi, technikovi a v neposlední řadě architektovi návrhu. Energeticky efektivní budovy a jejich vzhled primárně spojený s jejich obálkou vznikají oběma způsoby, také jejich kombinací, nelze říci, že jeden způsob návrhu je převládající nebo lepší, z vybraných příkladů lze vyčíst, že jak striktní modularita a proporcionalita, tak výtvarný přístup jsou metodami, které mohou vést k hodnotným řešením.

---

<sup>9</sup> *Citáty slavných osobností* [online]. Citaty.net [vid. 17.4.2020] Dostupné z: <https://citaty.net/citaty/9880-vincent-van-gogh-krasa-je-forma-urcite-veci-a-urcitou-formu-ma-kaz/>

### 2.3.2. FASÁDNÍ SYSTÉMY A MATERIÁLY

Prostor vytvořený uvnitř vnějších stěn by měl splňovat požadavky a vlastnosti týkající se jeho účelu a pohodlí v něm. Za účelem dosažení tohoto standardu musely být stanoveny podrobněji místní podmínky a požadavky uživatelů. Technické řešení tohoto problému reaguje na kontext materiálů, konstrukce stavby, rozměry a dilatace a také na nároky na statiku a jiné vnitřní a vnější fyzické vlivy a okolnosti. Vnější povrch fasády by proto měl odrážet technologický pokrok v oblasti materiálů, ale také například být odrazem příslušné místní kultury. Rozhodnutí ve prospěch určitého materiálu zpravidla tedy není založeno čistě na základě funkčních požadavků vyplývajících z vnitřních nebo vnějších vlivů, ale je zvolena spíše s ohledem na obtížnost výrobním procesu obvodového pláště budovy, jeho estetiku a samozřejmě finanční možnosti. Neměly by to tedy být pouze a jen individuální požadavky na vizuální podobu fasády. Místo toho tyto požadavky musí být vždy posuzovány v souvislosti se způsobem výstavby, a tím i technickou realizací v rámci celkového systému výstavby. A co je nejdůležitější v této oblasti: musíme vidět odbornou způsobilost architektů v roli "stavitelů". My sami bychom si měli být vědomi všech vztahů, složením architektury a logikou stavby.

Vzhledem k tomu, že opláštění je zpravidla přímo nebo nepřímo navázáno na hlavní nosnou konstrukci stavby, je třeba je správně vyhodnotit a rozhodnout o specifických požadavcích na materiály a provedení opláštění během počátečních fází procesu navrhování. Vzhledem k tomu, že jednotlivé stavební projekty jsou zpravidla velmi odlišné stejně jako jejich umístění a účel, není možné uvést všechny potenciální požadavky na každou aplikaci na obkladový materiál. Následující seznam by měl zvýraznit ty nejdůležitější oblasti, na které je potřeba se soustředit při výběru systému opláštění budovy.

Základní funkce a požadavky na obvodový plášť budovy:

- Ochrana před vnějšími podmínkami prostředí (vítr, vlhkost, teplo/chlad)
- Vytváření soukromých interiérů
- Plášť musí odolávat vnějším zatížením (vítr, teplota, náklady na údržbu apod.)
- Tepelný výkon – schopnost akumulace / izolace
- Výkon solární / světelný – schopnost stínění / propouštění světla (difuzní/přímé)
- Perforace – otvory musí být dostatečné pro větrání vnitřních prostor
- Chování při požáru – požadovaná odolnost podle určení stavby
- Trvanlivost – údržba, degradace v čase
- Akustický výkon – schopnost hlukové izolace
- Estetický / povrchový vzhled (průsvitnost, barva apod.) - některé materiály umožňují složité architektonické geometrie, jedinečné vzory atd.
- Hmotnost materiálu – rozhodující zpravidla pro sekundární nosnou konstrukci
- Náklady na instalaci (realizaci) / čas, modularita
- Bezpečnost – plášť musí být bezpečný pro stavbu i její užívání
- Materiálové náklady – cena
- Požadavky na údržbu
- Recyklovatelnost / Udržitelnost / Ekologický faktor



### 2.3.3. SOCIÁLNÍ A KULTURNÍ VLIV

Místní okolnosti, typ společnosti, nalezené v určitém regionu, jeho historie a etnografie, jejich světový názor, místní klima (které může výrazně kolísat na krátké vzdálenosti), nebo dostupnost místních zdrojů – to všechno hraje klíčovou roli v konstrukci obvodového pláště. Takové vztahy ovlivňují podstatu regionálních nebo místních kultur, charakterizují společnost, dávají jim stabilitu a orientaci a tvoří základ občanských konvencí. Vzhled budov reprezentuje toto jako permanentní časová a regionální období – například pokud se zmíníme o vlivu uličních fasád, na náměstí a následně podobu celých okresů. V těchto případech vnější podoba budov upravuje veřejná prostranství. Charakteristiky fasád z hlediska použitých materiálů, barev, rozměrů, objemů a obrazových informací zpravidla představují, a i charakterizují konkrétní funkce budovy nebo funkce s nimi spojené.

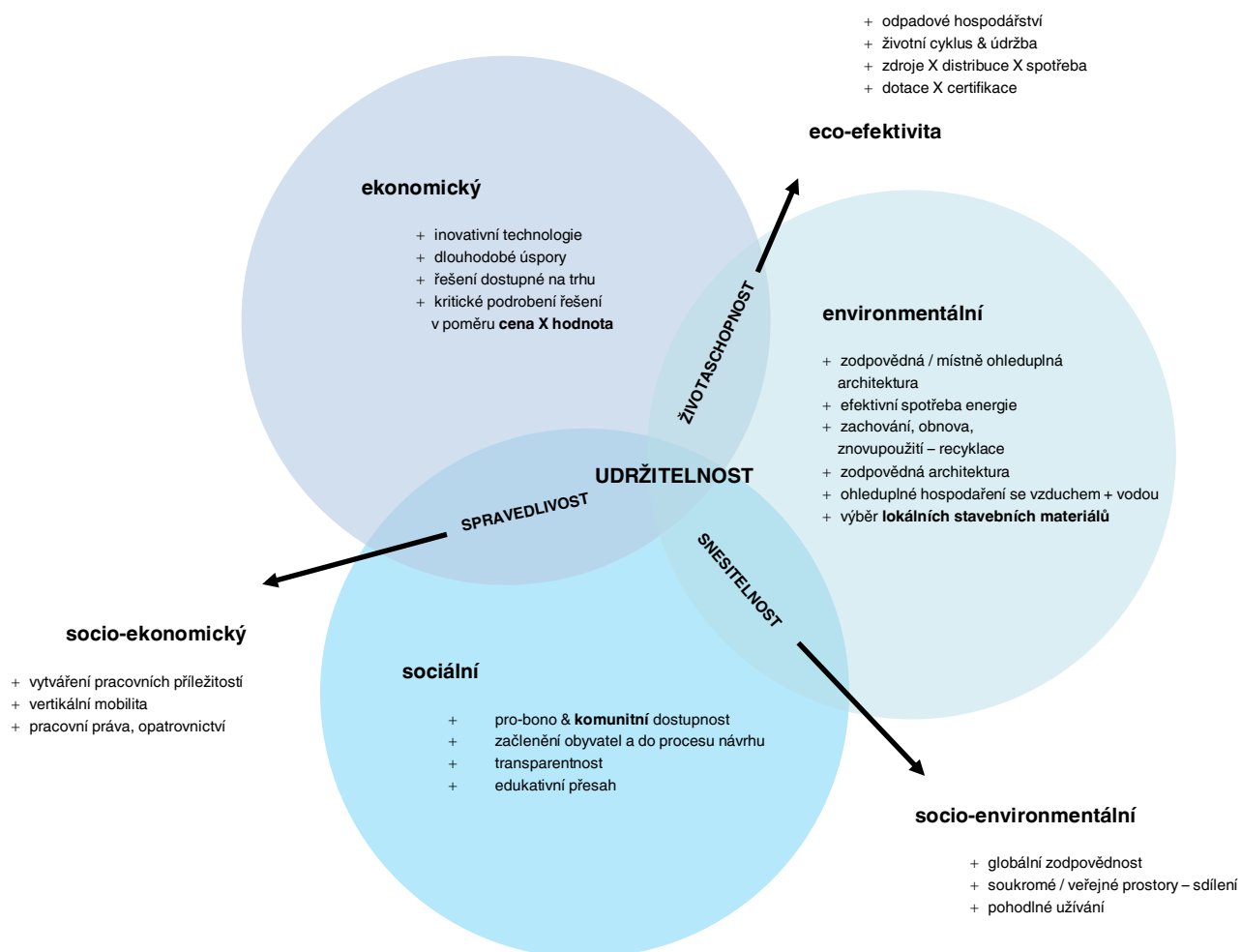
Mnohem více než jen technický nebo utilitární aspekt hraje fasáda klíčovou roli jako prostředek pro architektonický vjem. Vnější stěny domů obsahovaly vždy prvky sochařství, malby, mozaiky a písma, aby se staly jakýmsi vizuálním médiem. Multimediální fasády se používají až do dnešních dnů. Na celém světě se tak děje prostřednictvím integrace nových forem designu a komunikačních technologií, ty pak představují nové druhy grafických a barevných efektů v průhledných a průsvitných skleněných a membránových površích, a pokračují v této tradici obálky budovy jako multimediálního nástroje.

Nové, originální komponenty integrované do moderních fasád jsou dnes příčinou toho, že se již v případě fasád budov nejedná o statické neutrální prostředí. Naopak: projekční techniky a počítačové programy umožňují úplnou nezávislost s ohledem na právě zobrazený obsah a formu jeho prezentace. Tento typ neustále se měnících fasád, které se spoléhají na integraci stále novějších technologií, může být viděn např. na Times Square v New Yorku – jeden z bezpočtu příkladů. To má za následek zcela nový kulturní obraz obálky budovy, kde estetický význam fasády budovy jako takové ustupuje do pozadí.

## 2.4. UDRŽITELNÝ ROZVOJ

„Udržitelný rozvoj proto nebere v potaz pouze ekonomický růst, ale i společenské hodnoty a přírodní bohatství. Ústřední otázkou proto je, jak uchovat **kvalitu života** a zajistit potřeby současných generací, aniž by bylo ohroženo naplnění potřeb budoucích generací a jiných lidí. Stojí na pochopení, že **sociální, environmentální a ekonomický** pilíř společnosti jsou úzce propojeny a že nelze jeden z nich upřednostnit na úkor ostatních.“<sup>10</sup>

Ze svého pohledu věřím, že integrace udržitelného rozvoje v architektuře začíná mnohem dříve než na začátku projektu – především se jedná o systematickou práci vzdělávání veřejnosti a pobídky ze strany vládnoucích garnitur, které mohou přispět k motivaci veřejnosti chovat se ohleduplně – vzorem může být, jak stát, tak například velké developerské společnosti a další.



Obr 3 Diagram prolínání jednotlivých aspektů tvořících UDRŽITELNÝ ROZVOJ

<sup>10</sup> Udržitelný rozvoj [online]. Ministerstvo životního prostředí [vid. 6.5.2020]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/udrzitelny\\_rozvoj](https://www.mzp.cz/cz/udrzitelny_rozvoj)

## AGENDA 21

*V roce 1992 na Summitu Země v Riu de Janeiro se zástupci 170 zemí světa (včetně tehdejšího Československa) dohodli na tom, jak systematicky směřovat k udržitelnému rozvoji. Přijali dokument Agenda 21, kterým formulovali jednotlivé kroky v různých oblastech. Kapitola 28 tohoto dokumentu se nazývá: Iniciativy místních úřadů na podporu Agendy 21: „Protože jsou (úřady) úrovní správy nejbližší lidem, sehrávají důležitou roli ve výchově, mobilizaci při reakci na podněty veřejnosti, a napomáhají tak dosažení udržitelného rozvoje.“<sup>11</sup>*

Agenda 21 pro udržitelnou výstavbu – česká publikace, která navazuje na mezinárodní dokument Agenda 21, popisuje „**udržitelnou budovu**“ jako takovou budovu, která splňuje tato kritéria:

- *spotřebovává minimální množství energie a vody během svého života,*
- *využívá efektivně suroviny (materiály šetrné k životnímu prostředí, obnovitelné materiály),*
- *má zajištěnu dlouhou dobu životnosti (kvalitní konstrukční zpracování, adaptabilita konstrukce pro různé druhy provozu),*
- *vytváří co nejmenší množství odpadu a znečištění během svého života (trvanlivost, recyklovatelnost),*
- *dobře zapadá do přirozeného životního prostředí,*
- *je ekonomicky efektivní z hlediska realizace i provozu,*
- *uspokojuje potřeby uživatele nyní i v budoucnosti (pružnost, adaptabilita, kvalita místa),*
- *vytváří zdravé životní prostředí v interiéru*

*V současné době se tento typ výstavby v médiích též nepřesně označuje jako "zelená", "ekologická", či "šetrná". První dvě označení mají blízko k výstavbě, která respektuje a naplňuje pouze část principů udržitelné výstavby, a to pouze dopad stavby na životní prostředí.<sup>12</sup>*

Ve stavebnictví je dnes již standardem hodnotit, jakým způsobem splňuje ta či jiná budova principy a kritéria udržitelné budovy – k tomuto srovnávání se používají tzv. „certifikační schémata“. Ze zahraničních certifikací můžeme zmínit kritéria EPC, certifikáty LEED, BREEAM, DEC a další. V České republice se pro certifikaci budov užívá národní schéma SBToolCZ (Sustainable Building Tool = Nástroj Udržitelné Budovy).<sup>13</sup>

Dokument SBToolCZ také vytváří certifikační dělení do dvou základních kategorií: „spotřeba zdrojů“ a „vlastnosti výrobků a budov“.

<sup>11</sup> *Místní Agenda 21* [online]. Ministerstvo životního prostředí [vid. 6.5.2020]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/mistni\\_agenda\\_21](https://www.mzp.cz/cz/mistni_agenda_21)

<sup>12</sup> HÁJEK, Petr. *Agenda 21 pro udržitelnou výstavbu*. ČVUT v Praze. 2001. ISBN 80-01-02467-9.

<sup>13</sup> VONKA, M. & kolektiv., *Metodika SBToolCZ – manuál hodnocení administrativních budov ve fázi návrhu*. Praha, 2011. ISBN 978-80-01-04865-8.

## VLASTNOSTI VÝROBKŮ A BUDOV

Výrobky a budovy by měly vykazovat opravitelnost a recyklovatelnost, vyšší stupeň standardizace a modularity konstrukčních prvků. Tyto prvky by měly být k dispozici on-line v rámci informačních systémů o výrobcích – např. systému IFC, který je nástrojem integrace standardu BIM v navrhování budov.

Zejména je nutné dodržovat tyto zásady návrhu budovy:

- vhodné umístění budovy na pozemku
- vhodnou orientaci budovy ke světovým stranám (s ohledem na využití dopadajícího slunečního záření, zastínění (budovy okolní zástavbou a zelení, převládající směr větru apod.)
- vhodné tvarové řešení budovy (kompaktnost), které nejlépe vystihuje tzv. geometrická charakteristika, tj. poměr ochlazované plochy všech obvodových konstrukcí a vytápěného objemu budovy
- dispoziční uspořádání vnitřních prostor respektující provoz v budově, vytápěné zóny, orientaci ke světovým stranám
- dobrou tepelnou ochranu a celistvost budovy (obvodové konstrukce s nízkým součinitelem prostupu tepla, jednoduché skladby, minimalizace tepelných mostů v konstrukcích)
- optimální velikost prosklených ploch a obecně poměr prosklených a plných ploch jednotlivých fasád (např. i vzhledem k jejich orientaci ke světovým stranám)<sup>14</sup>

## KVALITA VNITŘNÍHO MIKROKLIMATU

Kvalita vnitřního klimatu je zásadní součástí udržitelného rozvoje budovy. Pod tímto rozumíme rostoucí kvalitu vnitřního vzduchu, tepelnou, světelnou a akustickou budovu.

## ZATÍŽENÍ ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Největší zatížení životního prostředí stavebním průmyslem způsobují pevné odpady. Dalšími dopady jsou průběh výstavby, užívání budovy a její údržba, faktor její trvanlivosti – životnosti, a nakonec její demolice.

---

<sup>14</sup> MONOGRAFIE, *AGENDA 21*. PRAHA: Mžp 1998, 328 s, ISBN: 80-7212-039-5.

## SPOTŘEBA ZDROJŮ

### MATERIÁLY

Tato kapitola cílí především na využívání lokálních a zejména přírodních zdrojů materiálů v kombinaci s téměř dokonalými recyklačními možnostmi. Náhrada neobnovitelných materiálů těmi obnovitelnými (včetně dalších aspektů – zlepšení trvanlivosti, snadná demontáž, standardizování některých opakovaně používaných konstrukčních prvků, šetrnějších demontážních a demoličních postupů, používání nejedovatých nátěrů apod.).

### VODA

Vývoj technologií a systémů pro šetření vodou, její uskladňování a využití v rámci životního cyklu a potřeb budovy. V dnešní době je jejich integrace u fasádních plášťů velmi rozšířená, zejména v kombinaci se zelenými (živými) fasádami a jejich nároky na závlahu.

### ZEMĚ – PŮDA – POZEMKY

Navrhování budov s ohledem na jejich půdorysnou stopu a efektivní využití půdy. Cílem je navrhovat takové budovy, které budou mít co nejnižší prostorové nároky na svou funkci, a zejména budovy s dlouhým životním cyklem – pozornost je třeba věnovat jejich vysoké adaptibilitě např. na novou funkci v průběhu životního cyklu.

### ENERGIE

Užívání obnovitelných místních zdrojů materiálu přináší omezením jejich dopravy významné úspory. Použití místních materiálů a zdrojů je úzce spojeno s eliminací energetických nákladů a environmentálních dopadů na jejich dopravu – minimalizace potřeb dopravy materiálu při výstavbě budov i jejich odstraňování. Energie, potřebné pro výstavbu a chod budovy, by měly být vždy vzájemně provázány a jejich získání by mělo splňovat ty nejpřísnější současné kritéria a možnosti v oblasti technologií jako jsou následující systémy:

- rekuperace a akumulace tepla
- kogenerační jednotky
- tepelná čerpadla
- fotovoltaické a termické panely
- pasivní a kombinované technologie vytápění a chlazení
- pasivní způsoby stínění a osvětlení interiéru
- nové materiály s akustickými i tepelně technickými inovacemi <sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> MONOGRAFIE, *AGENDA 21*. PRAHA: Mžp 1998, 328 s, ISBN: 80-7212-039-5.

## Životnost fasády

Ve vztahu k trvale udržitelnému rozvoji v rámci fasádních systémů bychom měli pamatovat nato, že naše současná rozhodnutí ovlivňují život několika budoucích V rámci posledních let a měsíců, kdy máme jak legislativně tak ekonomicky enormní zájem natom, abychom redukovali naši spotřebu zdrojů a zejména energií, stává se obálka budovy jednou z prvních součástí celého řešení úspory energií – tedy pokud budova a její obálka splňuje soudobé tepelně technické vlastnosti, můžeme ušetřit nemalé finanční prostředky a také životní prostředí pro naše děti. Energetické úspory formou optimálního návrhu obálky budovy rovněž nezávisí jen na jejich tepelně-technických vlastnostech, ale také na dalších aspektech. V neposlední řadě musíme brát v úvahu správnou orientaci budovy a jejich ploch obálky ke světovým stranám, a nakonec ve vztahu k udržitelnosti bychom neměli opomíjet kategorii životnosti celého řešení – tedy volbu materiálů odpovídající funkci a určení budovy a jejího pláště. Např. u kontaktních zateplovacích systémů uvádí odborná realizační firma:

*„Opravdovou životnost fasádních systémů nebyl schopen nikdo zatím stanovit jednoznačně, protože se samozřejmě liší dle použitého systému, materiálu, ale např. i kvality jeho provedení.*

*V ČR Cech pro zateplování uvádí obvyklou životnost kontaktních zateplovacích systémů kolem 30 let. V ekonomických výpočtech se uvažuje životnost cca 25 – 30 let.*

*Při dobře provedeném a řádně udržovaném zateplovacím systému se dá předpokládat jeho životnost do 30 let.*

*Životnost fasádního pláště může výrazně prodloužit:*

- *správný návrh podpůrné konstrukce včetně všech detailů a použitých materiálů*
- *pečlivá a odborná realizace, včetně dodržení certifikovaných postupů a technologií*
- *správná následná údržba a včasná sanace defektů, pokud některé nastanou“<sup>16</sup>*

---

<sup>16</sup> Zatepleni levne [online]. Životnost fasády [vid. 6.5.2020]. Dostupné z: <https://www.zatepleni-levne.cz/zatepleni-domu/zivotnost.html>

## 2.5. LEGISLATIVA – SOUČASNÁ PRÁVNÍ ÚPRAVA

### 2.5.1. OBVODOVÝ PLÁŠŤ (“FASÁDA”)

V rámci změn v legislativě a předpokladu dalších změn v této oblasti, zejména kvůli zpřísnujícím se energetickým a dalším „EKO“ požadavkům, se autor této problematiky dotýká pouze okrajově, a to v následujících hlavních bodech:

Nejprve je potřeba určit o jaký typ konstrukce se dle legislativního rámce na „fasádu“ nebo obvodový plášť pohlíží. V rámci vlastností a definice požadavků rozlišujeme z pohledu současného stavebního práva 2 základní právní definice obvodového pláště:

STAVBA	X	VÝROBEK
Skládaný plášť – celá souvrství		Plášť ze sendvičových panelů
Pouze obklad fasády – bez souvrství		Lehký obvodový plášť
Světlík atypický (ne střešní okna)		Okna a střešní okna
		Dveře
		Automatické dveře
		Sériově vyráběné světlíky a výplně
Stavba – individuální výroba na míru		ETICS – kontaktní zateplení
		Výrobek – zpravidla <b>typizovaný</b>

#### STAVBA

- Dále dle § 2 odst.3 zákona č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu („Stavební zákon“)  
*„Stavbou se rozumí veškerá stavební díla, která vznikají stavební nebo montážní technologií, bez zřetele na jejich stavebně technické provedení, použité stavební výrobky, materiály a konstrukce, na účel využití a dobu trvání“<sup>17</sup>*

SKLÁDANÝ PLÁŠŤ – považován za stavbu nebo její součást

ČSN P 74 7251 – Skládané pláště, obklady a pláště z panelů – Požadavky na přesnost osazení, kvalitu a vzhled, 2015

*„Skládaný plášť, dvouplášťová nebo víceplášťová konstrukce jedná se o složenou / dvojitou nebo vícevrstvou konstrukci obvodového pláště z jednotlivých výrobků – izolací, plechů, popřípadě panelů apod., složení z více vrstev je zvoleno zpravidla pro dosažení požadovaných tepelných a akustických vlastností, nezřídka je takové řešení s provětrávanou dutinou. Pro komponenty výrobku platí přiměřeně ČSN EN 508, ČSN EN 1090 a příslušné související předpisy.“<sup>18</sup>*

<sup>17</sup> Kdo je stavebník, co je to stavba nebo dokumentace? Pojmy stavebního zákona [online]. Umláškova Zdena [vid. 7.5.2020]. Dostupné z: <https://www.estav.cz/cz/7579.kdo-je-stavebnik-co-je-to-stavba-nebo-dokumentace-seznamte-se-s-pojmy-stavebnih-zakona>

<sup>18</sup> ibidem

## VÝROBEK

### LEHKÉ OBVODOVÉ PLÁŠTĚ – LOP

- ČSN EN 13119 Lehké obvodové pláště – Terminologie  
*„Lehký obvodový plášť je vnější fasáda budovy sestavená z rámu vyrobených hlavně z kovu, dřeva nebo PVC, obvykle sestávající se ze svislých a vodorovných konstrukčních prvků, vzájemně spojených a ukotvených do nosné konstrukce budovy, která zajišťuje sama o sobě nebo se stavební konstrukcí všechny běžné funkce vnější stěny, ale nepřebírá žádné nosné nebo statické vlastnosti stavební konstrukce“<sup>19</sup>*
- ČSN EN 13830 ed. 2 EN Lehké obvodové pláště – Norma výrobku, 2015 Prohlášení o vlastnostech
- ČSN P 74 7250 Lehké obvodové pláště – Požadavky na zabudování, 2014

### VÝPLNĚ OTVORŮ

ČSN EN 12519: definovány prvky (okno, dveře, pevné zasklení, balkónové dveře atd.)

ČSN 74 6077: Výplň otvoru je okno, nebo jsou vnější dveře osazené do stavebního otvoru

Dalšími obecně platnými normami a vyhláškami jsou samozřejmě:

- Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, v němž min. pro místní rozvoj upravuje obecné požadavky na výstavbu.
- Pražské stavební předpisy
- a další závazné předpisy a normy – *„Obvodový plášť je určen pro spolehlivé plnění těchto funkcí:*
  - *spolehlivě musí vynášet svou vlastní váhu i hmotnost stavby, která plášť zatěžuje,*
  - *konstrukce pláště musí splňovat tepelně izolační předpoklady,*
  - *plášť musí splňovat zvukově izolační předpoklady,*
  - *plášť musí být podle umístění stavby požárně odolný,*
  - *velikost otvorů v plášti musí být tak velká, aby bylo zajištěno dostatečné osvětlení a větrání vnitřních prostor,*
  - *vzhled stavby musí splňovat předpoklady územního plánu,*
  - *plášť musí stavbu ochránit proti pronikání vlhkosti a deště,*
  - *plášť musí být bezpečný pro stavbu i užívání“<sup>20</sup>*

<sup>19</sup> Obvodový plášť, jeho vlastnosti a definice požadavků [online]. Zápotocký Milan [vid. 7.5.2020]. Dostupné z: <http://www.akademiezteplovani.cz/UserFiles/Image/149579534106-Zpotock-vod.pdf>

<sup>20</sup> Obvodové pláště budov [online]. Mareček Jan, Kubenková Kateřina, Šindel Miloslav, Čmiel Filip [vid. 7.5.2020]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps3/2.html#2-1>



## 2.5.2. ENERGETICKY EFEKTIVNÍ BUDOVA

### Co je Energeticky efektivní budova, lze jí nějak definovat?

odpověď vcelku dobře popsal Energetický auditor Jiří Cihlář z poradny i-Ekis:

*„Pojem "energeticky efektivní stavba" české normy a legislativa neznají. Tento výraz pravděpodobně vychází z běžně používaného spojení "Energy Efficiency", které ale znamená v překladu obecně energetickou účinnost ve všech odvětvích spotřeby energie, nejen v budovách.*

*Pokud jde o slovní označení, v českém prostředí se nejčastěji používá názvosloví, které uvádí norma ČSN 730540-2 (2011) v informativní Příloze A. Zde je popsáno rozdělení tzv. budov s velmi nízkou energetickou náročností na "nízkoenergetické", "pasivní", "téměř nulové" příp. další používané pojmy z této oblasti.“<sup>21</sup>*

Jiří Cihlář dále uvádí:

*„Kritériem posuzování energetické efektivity staveb je zpravidla měrná roční spotřeba energie, což je spotřeba (většinou v kilowatthodinách) vztažená na jeden metr čtvereční podlahové plochy za rok provozu budovy. Čím je měrná spotřeba energie nižší, tím je stavba energeticky efektivnější, použijeme-li názvosloví z odstavce výše.*

*Z pohledu legislativy ČR je pro doložení porovnání s referenční stavbou v rámci kvalifikačních kritérií asi nejvhodnější doložení Průkazu energetické náročnosti budovy (PENB) zpracovaného dle vyhlášky 148/2007 Sb. s tím, že energeticky úspornou („efektivní“) lze označit budovu, pokud splňuje dle PENB zařazení do energetické třídy A nebo B. Obecně se ale vyhláškami tyto parametry neustále mění a jednotlivé zařazení budov může být v budoucnu upraveno.“<sup>22</sup>*

Obecně lze konstatovat, že v rámci této dizertační práce je formulace „ENERGETICKY EFEKTIVNÍ BUDOVA“ používána z pohledu české legislativy při popisování takových budov, které jsou z pohledu příslušné normy (zmíněno výše) označovány jako NÍZKOENERGETICKÉ, PASIVNÍ nebo dokonce NULOVÉ.

<sup>21</sup> Internetová poradna i-EKIS [online]. Cihlář Jiří [vid. 5.6.2021]. Dostupné z: <https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/i-ekis/33186>

<sup>22</sup> IBIDEM

### 3. CÍLE DIZERTAČNÍ PRÁCE

Cílem této studie dizertační práce bylo detailní porozumění problematice energeticky efektivních obálek budov, a to zejména s ohledem na jejich vliv na architekturu jako obor umělecko-inženýrský – tedy aplikace této problematiky do rozsahu a vhodnosti použití výsledků práce na akademické půdě fakulty stavební, katedry architektury, na které autor působí jako doktorand a odborný asistent ve výuce ateliérových předmětů. Práce samotná by měla sloužit jako obecný návod nebo přehled možností, jak vhodně přistoupit k návrhu EEOB ve specificky daných podmínkách každého ať už studijního, nebo reálného projektu, a to zejména s ohledem na budoucí využití, velikost, měřítko, umístění, požadavky na vnitřní prostředí a další aspekty ve vlastnostech navrhované budovy.

Záměrem zpracování dizertační práce je a) rozvíjet katedru architektury na Fakultě stavební ČVUT v Praze, b) na základě současného stavu vědecko-technických znalostí, zkoumání a poznatků poskytnout znalosti a informace k návrhu ideální architektonického a stavebně-technického řešení fasády energeticky efektivní budovy nebo souboru budov s ohledem na dané místní podmínky, c) stanovit a prezentovat trendy v moderních architektonických a stavebně technických řešeních a prezentovat příklady zajímavých a průlomových řešení a technologií. Tyto poznatky bych rád prostřednictvím této práce sdílel s pedagogy a studenty fakulty architektury a dalších vědeckých pracovišť FSV ČVUT v Praze.

### 4. POUŽITÉ VĚDECKÉ METODY ZKOUMÁNÍ

Zvažovány a do určité míry i použity byly všechny tyto metody:

Experimentace, měření a porovnávání – komparace, pozorování, sběr dat a jejich třídění.

Tyto metody a obecně výsledky práce se také aplikovaly v průběhu doktorského studia autora na katedře architektury, na Fakultě stavební ČVUT V Praze – v oboru Architektura a stavitelství. Zejména v průběhu výuky ateliérových předmětů byly využity jak poznatky autora, tak práce studentů a kolegů pedagogů – architektů, jejich pohled na problematiku i praktické rady nebo poznatky z cest a zkušenosti.

Metody empirické, které byly použity pro zpracování poznatků, sesbírání dat a zkušeností byly posuzovány a zpracovávány pomocí empirických metod zkoumání, jako jsou např. abstrakce – konkretizace, analýza – syntéza, indukce – dedukce.

Dle vybraného tématu a oblasti zkoumání, stanovených cílů a s ohledem na očekávané výsledky a výstupy této práce bylo přistoupeno již v průběhu doktorského studia zejména k metodě analytické, a to primárně ve formě většího sběru dat, jejich analýzy, a nakonec k prezentaci zjištěných závěrů.

Autor zdůvodňuje výběr vědeckých metod sběr dat, analýza – syntéza takto:

Metoda analýzy a syntézy poskytuje dostatečně organizovanou a přehlednou strukturu prezentovaných výsledků práce, a to především z pohledu na charakter celkové koncepce práce – tedy velký důraz na široké spektrum a kvalitu sbíraných dat. Analýza souboru dat poskytuje možnost oddělit podstatná data od těch méně potřebných, při současném zachování struktury práce. Syntéza naopak pomáhá potřebná data zpět správně zařadit do patřičné kategorie a přehledné struktury. V rámci práce byl postup zkoumání rozdělen na 3 fáze takto:

- **TEORETICKÁ ČÁST**

- Současný stav poznání v oblasti problematiky EEF
- Stanovení hlavních oblastí zájmu z pohledu EEF
- Stručná historie i pohled do budoucna
- Architektura, forma, materiály, technologie i sociálně kulturní aspekt
- Ekologie, udržitelnost, trvanlivost a spotřeba zdrojů a energií
- Legislativa ČR a současná právní úprava

- **ANALÝZA – PŘÍPADOVÉ STUDIE**

- Systémy s využitím solární energie
- Stínící systémy – pasivní / aktivní
- Dělení z pohledu materiálů
- Novodobá řešení a technologie

- **SYNTÉZA POZNATKŮ Z ANALYTICKÉ ČÁSTI**

- Shrnutí problematiky

## **5. HLAVNÍ ČÁST DIZERTAČNÍ PRÁCE**

V této kapitole se zabývám průběhem a samotnými výsledky mé dizertační práce. Její neoddělitelnou součástí je znalost dané problematiky, proto se i výsledky této práce opírají o provedenou analýzu tématu v analytické části – tato kapitola je dle vybraného tématu a rozsahu rozdělena následovně:

### **5.1. ANALYTICKÁ ČÁST**

#### **5.1.1. ESTETIKA**

#### **5.1.2. ENVIRONMENTALITA**

#### **5.1.3. TECHNOLOGIE**

### **5.2. ENERGETICKY EFEKTIVNÍ OBÁLKA BUDOVY – DOPORUČENÍ A ZÁSADY NAVRHOVÁNÍ Z POHLEDU VLIVU NA ARCHITEKTURU**

#### **5.2.1. SHRNUTÍ PROBLEMATIKY – SYNTÉZA POŽADOVANÉ VLASTNOSTI**

## 5.1. ANALYTICKÁ ČÁST

Problematika obvodových plášťů je velmi široká, od jejich konstrukčního, architektonického řešení až po část energetickou, hygienickou (osvětlení, proslunění, větrání apod.) V této práci se pokusím na problematiku dívat očima architekta – projektanta staveb:

*„Obvodové pláště budov řeší celý soubor otázek styku stavby s venkovním prostředím. Stavba svou fasádou mluví o tom, pro jaký účel byla postavena, jakého měla projektanta, stavitele a kdo ji používá. Pro získání základního názoru na tuto část stavby je nutné:*

- poznat všechny funkce, které má obvodový plášť plnit
- získat přehled o systémových řešeních pláště ve vztahu k jeho skladbě
- poznat rozdílné vlastnosti obvodových plášťů složených z různých materiálů“<sup>23</sup>

Tato část dizertační práce má za cíl analýzu KONCEPČNÍCH PRINCIPŮ PŘEDSAZENÝCH FASÁD SOUČASNOSTI, jejich hlavní rysy a vlastnosti a snaží se u každého z příkladů o rozbor s jasným cílem – prezentace základního názoru na tuto charakteristickou skupinu obvodových plášťů.

V průběhu přípravy podkladů a rozboru vývoje oblasti obvodových plášťů a jejich vlastností, jsem dospěl ke struktuře práce, kterou bych rád poukázal z mého pohledu na nejzásadnější vlastnosti, které jako architekt považuji za významná. Chci pomocí analýzy vybraných příkladů řazených do charakteristických kategorií zhodnotit a následně nastínit zásady pro navrhování předsazených obálek budov. Strukturu analytické části práce lze shrnout do 3 hlavních částí, které charakterizují písmena EET – představující základní oblasti zájmu analytické části této práce.

ESTETIKA, ENVIRONMENTALITA, TECHNOLOGIE

### 5.1.1. ESTETIKA

FORMA – KOMPOZICE, TVAR, STRUKTURA, BARVA,  
MATERIÁLY – TRADIČNÍ, SOUČASNÉ, FUTURISTICKÉ

### 5.1.2. ENVIRONMENTALITA – VZTAH K ŽIVOTNÍMU PROSTŘEDÍ

UDRŽITELNOST, ENERGETICKY EFEKTIVNÍ ŘEŠENÍ

### 5.1.3. TECHNICKÝ POKROK

TECHNOLOGIE (KINETICKÉ, ADAPTABILNÍ A JINÉ)

STATIKA, AKUSTIKA, TEPELNÁ TECHNIKA, POŽADOVANÁ ODOLNOST

---

<sup>23</sup> *Obvodové pláště budov* [online]. Mareček Jan, Kubenková Kateřina, Šindel Miloslav, Čmiel Filip [vid. 7.5.2020]. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps3/2.html#2-1>

### 5.1.1. ESTETIKA

Tato kapitola se bude zabývat tématem EEF z pohledu architekta – jako kritika formy architektury ve vztahu k vnímání stavby, ať už co se týká hodnocení celkového architektonického obvodového pláště nebo výrazu stavby jako celku.

Může se zdát, že se tato práce bude zaměřovat především na funkční a technické aspekty obálek budovy, dle zaměření mého studijního oboru – architektura a stavitelství. Ale já se naopak nad rámec těchto aspektů chci v práci věnovat pohledu „z druhé strany“, tedy ne pohledu technika inženýra, ale architekta jako odborníka na komplexnost díla – tedy hlavními hledisky této kapitoly budou tyto pojmy – FORMA a MATERIÁL – jakožto kategorie ovlivňující jednak estetickou a jednak technickou stránku.

K tomuto patří i přímé vnímání **ARCHITEKTONICKÉ FORMY** v kontextu **estetiky**.

ESTETICKÉ hledisko je velmi důležité ve vnímání stavby z psychologického hlediska neboli jak je stavba vnímána jako součást okolí. Toto vnímání – estetické hledisko je samozřejmě závislé na mnoha aspektech, jako jsou aktuální prouby či čas, je také ovlivněno místními zvyklostmi, okolními stavbami a přírodními podmínkami – kontextem. Estetická podoba je zpravidla dána, nebo alespoň velmi ovlivněna hodnotami dané společnosti a podléhá trendům doby, ve kterých se stavba realizuje.

#### Estetika – NAUKA O ESTETIČNU

(Estetično – základní kategorie estetiky vztahující se k lidské schopnosti poznávat, tvořit a hodnotit z hlediska vnímání krásy, ošklivosti, harmonie apod. Estetično v sobě zahrnuje jak kladný, tak i záporný prvek esteticky vnímané reality. Pojem = krása = koresponduje pouze s kladnou hodnotou estetična.)<sup>24</sup>

V kontextu této práce budeme pozorovat estetiku pouze ve vztahu k architektuře – tedy ESTETIKU stavební. Abychom mohli z tohoto pohledu analyzovat kategorie a příklady staveb vybrané jako reprezentativní pro tuto kapitulu, bylo by dobré si objasnit, nebo nastínit, jaké kvality a vlastnosti sledovaných realizací budeme z pohledu architektury a stavitelství pozorovat a hodnotit.

Pro tyto potřeby si můžeme dle dostupných pramenů definovat také pojem architektura ve vztahu ke stavitelství.

---

<sup>24</sup> KOLEKTIV AUTORŮ, *Všeobecná encyklopedie*, díl 8, Diderot, Praha, 1999. ISBN 80-207-1070-1

## Architektura

*„V užším smyslu stavitelské umění vytvářející díla, která svým tvarem, prostorem aj. odpovídají praktickému účelu i ideovým dobovým požadavkům, popř. i jednotlivá stavba jevící architektonický záměr. V nejširším současném pojetí utváření celého životního prostředí uměleckými prostředky v návaznosti na dostupné vědecké poznatky.“<sup>25</sup>*

*„V užším pojetí umění stavět; vrcholná forma stavitelství, jejímž hlavním výrazovým prostředkem je architektonický prostor.*

*V širším pojetí souhrn stavitelského umění (tedy architektury v užším slova smyslu a stavitelské techniky); jednotné dílo jak architekta, tak stavitele (stavebního inženýra).*

*V nejjobecnějším pojetí utváření celého životního prostředí uměleckými prostředky v návaznosti na dostupnou techniku a vědecké poznatky.“<sup>26</sup>*

Z pohledu EEF lze uvažovat, že jejich vliv na architekturu ať už samotné stavby, nebo jí utvářené prostředí, je silně ovlivněn nejen dostupnými vědeckými poznatky, ale také úrovní technologií a technického poznání a v neposlední řadě také kontextem místa – tedy prostředím, které je již existující a nová stavba, nebo její obálka se k němu nějakým způsobem vymezuje, nebo vztahuje.

Z předchozích informací je pro naše potřeby asi nejužitečnější definice „estetiky stavební“, kterou zmiňuje Václav Kotyška & Vladimír Teysler ve své knize Technický slovník naučný:

### Estetika stavební – NAUKA O KRÁSE A UMĚNÍ VE STAVITELSTVÍ

*„Hledá zákonitosti krásných staveb, jež vyšší měrou vzbuzují v umělecky vytříbeném současníku libost, uspokojení, uvolnění a náladu. Při tom snaží se redukovati složitý dojem stavby na zákonité spolupůsobení jednodušších prvků, jež nelze často definovati, nýbrž toliko na ně poukázati, jejich vlastnosti vyčísti a přesně popsati, např.: soulad pohledový, harmoničnost, dojem ukončeného celku, charakter odpovídající okolí, princip přehledné členitosti, jasné, souladné a rytmické uspořádání hmot podle vnitřních prostorů, barevnost, nálada vlastní celku a mj. K důležitým podmínkám krásy patří i pocit bezpečnosti, účelnost řešení půdorysného, vhodné použití a uplatnění stavebního materiálu, dokonalost a účelnost konstrukce aj. Z pouček estetiky stavební odvozuje praktické důsledky nauka o stavební kompozici. Pravidla estetiky stavební nejsou strnulá beze vší výjimky pro tvořícího architekta, jsou to poznatky relativní, mění se s vkusem doby i novými metodami stavebními, ale v běžné praxi určují směrnice (krajní účelnost, technickou dokonalost, jednotnost prostorového řešení, žádné detaily, barevnost), jež slouží dobře k vyvarování hrubých chyb.“<sup>27</sup>*

<sup>25</sup> KOLEKTIV AUTORŮ, *Všeobecná encyklopedie*, díl 1, Diderot, Praha, 1999. ISBN 80-902555-3-1

<sup>26</sup> DUDÁK Vladislav, Kolektiv, *Encyklopedie světové architektury*, Baset, díl 1+2, Praha, 2002. ISBN 80-86223-90-6

<sup>27</sup> TEYSSLER, KOTYŠKA, *Technický slovník naučný*, díl IV, Nakladatelé Borský a Šulc, Praha XII, 1929

### 5.1.1.1. FORMA

Obvodové stěny jsou obvykle označovány jako „fasády“.

V současné době se na rozdíl od výše uvedených základních funkcí ochrany před počasím a řízení vnitřního klimatu dostává do popředí zájmu další aspekt – tedy vnímání budovy prostřednictvím její „tváře“, odvozený oklikou z latinského *facies*. To znamená, že je vyrobeno něco, co „se dívá na své okolí“, nebo spíše je vnímáno od svého okolí. Povrchy výrobků, zejména staveb tvořených lidmi, vždy sloužily k předávání informací.

Charakteristika vnějších ploch z hlediska jejich obrazového účinku může být posuzována s ohledem na grafické prvky, textury, barvení, rytí a další techniky a kombinace přenášené informace pomocí materiálů, psaní a obrazové dekorace. V průběhu historie pozorujeme přirozenou tendenci být výrazný – snahu se zviditelnit. To se odráží i ve formě – podobě fasád, které již od nepaměti sloužily jako možnost a prostředek k sebevyjádření pro stavitele, architekty, sochaře, grafiky a další umělce.

Forma fasády nemusí představovat pouze grafickou podobu ztvárnění ploch – její podoba udává zejména urbanistickou a hmotovou podobu objektu a následně jejich soubory udávají podobu celých čtvrtí a měst. Například, jsou-li otvory, celkové měřítko stavby a její architektonický výraz provedeny v prostoru, objemu a také ve vztahu k existujícímu prostředí, vnímáme stavbu a její „fasádu“ jako celek a vzniklý objekt jako jednu budovu s jednou fasádou, ne každou stranu budovy zvlášť jako několik ploch (fasád).

Cílem každého architekta je dokonalost FORMY jeho díla. Tato dokonalost je ukryta v **kompozičních zásadách a vztazích**, které jsou ve skriptech architektonické kompozice popsány jako „prvky harmonizace“:

PROSTŘEDKY HARMONIZACE			
ZPŮSOBY SKLADBY – kompoziční principy	VÝRAZOVÉ PROSTŘEDKY		
	v oblasti vzájemných vztahů	v oblasti úpravy povrchů	v oblasti vyjádření konstrukce
symetrie	měřítko	barva	tektonika
asymetrie	proporce	struktura	stereotomie
rytmus	kontrast		
gradace	shoda		

Obr 4 Prostředky harmonizace <sup>28</sup>

Z pohledu těchto kompozičních zásad je členěna i tato kapitola – těmi základními jsou SYMETRIE, RYTMUS, GRADACE, pokračovat budeme v kapitole i vybranými dalšími výrazovými prostředky tak, abychom ukázali jejich využití v kontextu EEOB.

<sup>28</sup> Architektonická kompozice, Tichý, Dvořák, ČVUT, 1991, Publikace č. 7281



## SYMETRIE

„Symetrie – z řečtiny, původně znamenající soulad, srovnalost v míře, souhlasné uspořádání částí nějakého celku, v tom smyslu synonymní se shodou a harmonií. Symetrie byla v historii považována za složku dokonalosti. Později ztratila svůj původní význam a používá se dnes spíše pro označení SOUMĚRNÉHO USPOŘÁDÁNÍ PRVKŮ podle roviny, osy, nebo podle bodu. U kompozic prostorových v architektuře mluvíme zpravidla o symetrii ZRCADLOVÉ a OSOVÉ.“<sup>29</sup>

Obecně lze považovat symetrii za výraz kvality konceptu a rovnováhy, z pohledu navrhování předsazených fasád jde především o jistou formu modularity, kdy pro efektivitu výroby a jednoduchost montáže velkých předsazených ploch se využívá standardizovaných prvků – tyto prvky pak svým skládáním vedle sebe, nad sebe, zpravidla vytváří určitý vzor – nezdědka kdy symetrii.

- JAKOB FACTORY – G8A architecture & rollimarchini architekten, VIETNAM – Ho Chi Minh City, 2020



Obr 5 Symetrie Jacob factory

### KOMENTÁŘ:

Necharakteristická výrobní hala v industriální oblasti Ho Chi Minh City, která svým pojetím ukazuje nejen příkladnou symetrii ve ztvárnění předsazené živoucí zelené fasády, ale také zajímavé pojetí montážní haly v patrovém provedení s přirozeně větraným a relativní vlhkostí ochlazovaným prostředím uvnitř.



Schéma 1 Symetrie vstupu do Jacob factory

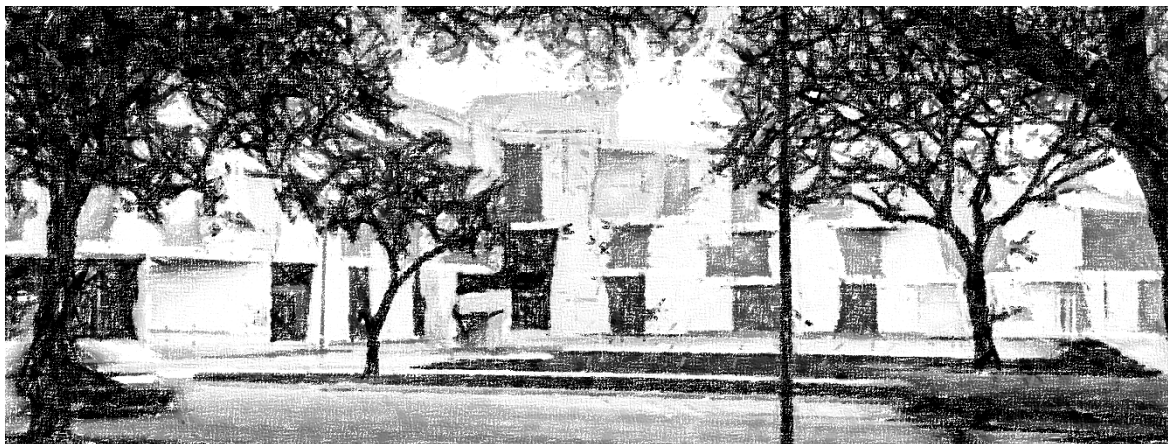
<sup>29</sup> DVOŘÁK, Václav; TICHÝ, Ladislav. Architektonická kompozice. Praha, nakladatelství ČVUT v Praze, 1991

## ASYMETRIE

„Asymetrie – zhodnotíme-li možnosti a vhodnost užití asymetrie v kompozici architektury, můžeme říci, že vzhledem k hlediskům ovlivňujícím architektonickou formu je tento princip, díky své uvolněnosti, vhodný pro všechny druhy architektury. Záměrně je užívána pro objekty, které mají působit dojmem určitého neklidu, dynamiky a živosti.“<sup>30</sup>

Na rozdíl od tradičně symetrických až „sochařských“ antických staveb. Tento typ kompozičního uspořádání lze pozorovat prakticky u všech staveb a fasádních plášťů současnosti, a to zejména z toho důvodu, že budovy jako takové, stejně tak jejich obálky reagují na celou řadu faktorů vstupujících do procesu návrhu. Tedy zpravidla budova, která se kvalitně a ohleduplně přizpůsobuje svému místu a určení, obsahuje ve větší, či menší míře prvky asymetrického uspořádání – jako doklad kvality návrhu.

- GLASELL SCHOOL OF ART – WGNB ARCHITECTS, SEOUL – KOREA, 2017



Obr 6 předprostor školy včetně parteru

### KOMENTÁŘ:

Exteriér vnějšího pláště budovy je vyroben ze 178 prefabrikovaných – UNIKÁTNÍCH (tvarově asymetrických) betonových panelů, které vytvářejí rytmus na vnějším povrchu, zatímco se střídají se 170 asymetricky umístěnými a reverzně tvarovanými skleněnými tabulemi, které jsou rozmístěny po celém objektu a poskytují přirozené světlo do všech studií a učeben.<sup>31</sup>



Schéma 2 Asymetrická kompozice oken Glassell school of art

<sup>30</sup> DVOŘÁK, Václav; TICHÝ, Ladislav. Architektonická kompozice. Praha, nakladatelství ČVUT v Praze, 1991

<sup>31</sup> Glassell School of Art / Steven Holl Architects [online]. ArchDaily [vid. 5.6.2021]. Dostupné z: <https://www.archdaily.com/894488/glassell-school-of-art-steven-holl-architects>

## RYTMUS

Ve světle předchozího příkladu, který představuje rytmické uspořádání asymetrických fasádních plných panelů a prosklených ploch, se můžeme na tuto kategorii podívat opět pohledem publikace o arch. kompozici:

*„Rytmus – z řeckého tok, proud, je obecně definován jako řazené opakování alespoň 2 rozdílných prvků, motivů v ploše nebo prostoru. Obecně rytmus vzniká prostým opakováním – REPETICÍ prvku alespoň 4krát. Užití rytmu je častější u rozsáhlejších staveb a kompozic. Rytmičká kompozice logicky vychází z konstrukčního systému nebo prefabrikovaných rozměrů. Časté bývá též pouze rytmické členění povrchů – např. fasád bez přímé závislosti na hlavní konstrukci“<sup>32</sup>*

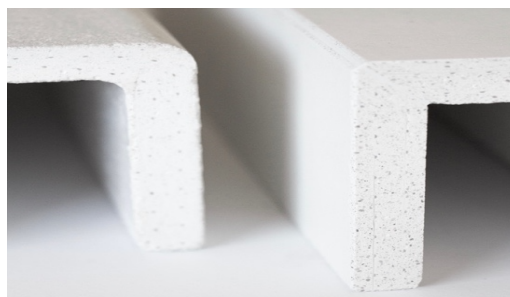
- ZAC MOULON & POLYTECHNIQUE – FRICOUT-CASSIGNOL ARCHITECTES, PALAISEAU – FRANCE, 2019



Schéma 3 Asymetrická kompozice oken Glassell school of art

### KOMENTÁŘ:

Projekt zahrnuje dvě budovy v okrese Moulon a v Polytechnique. Fasáda je tvořena širokými betonovými prefabrikovanými panely v polární bílé a štíhlými profily v šedé barvě. Všechny prvky jsou prefabrikované a opakují ve vzoru fasády po shodných rozestupech, a vytváří tak jedinečný rytmus prefabrikovaných betonových prvků. Dodavatelem je firma Rieder.



Obr 7 betonové prefabrikáty firmy Rieder

<sup>32</sup> DVOŘÁK, Václav; TICHÝ, Ladislav. Architektonická kompozice. Praha, nakladatelství ČVUT v Praze, 1991



## GRADACE

„Z latinského *gradatio* – stupňování, obecně znamená hromadění vždy silnějších významů k označení jistého pojmu. V architektuře, značí stupňování kompozice směrem k jejímu nejvýraznějšímu prvku. Můžeme vidět gradaci hmot, prostorů, barvy, členění prvků apod. Gradace je prostředkem k potlačení monotónnosti, nutí k větší pozornosti a nutí pozorovatele vytvářet si ze stavby nebo fasády dojmy a pocity. Postupné zvětšování jednotlivých prvků kompozice podporuje působení dynamické až provokativní, zmenšování naopak může navozovat uklidnění a jemnost.“<sup>33</sup>

- XYZ FOORMULA – FRICOUT-CASSIGNOL ARCHITECTES, PALAISEAU – FRANCE, 2019



Obr 8 detail fasády XYZ formula – foto autor

### KOMENTÁŘ:

Rytmika a gradace fasády XYZ Formula pochází z konceptu „proměnné průhlednosti“. Vzhledem k tomu, že spojení mezi plošným obrazem a prostorovým řešením vychází z myšlenky samotné firmy sídlící v budově XYZ Formula – stejně jako jejich charakteristické produkty – byla také fasáda navržena s ohledem na produkt firmy - „Permeate“. Fasáda, podněcující zájem pozorovatele pomocí děrovaných desek, představuje řadu schopností produktu – hlavně jeho funkcí absorbovat, schovávat pleť – třeba i před přirozeným světlem.

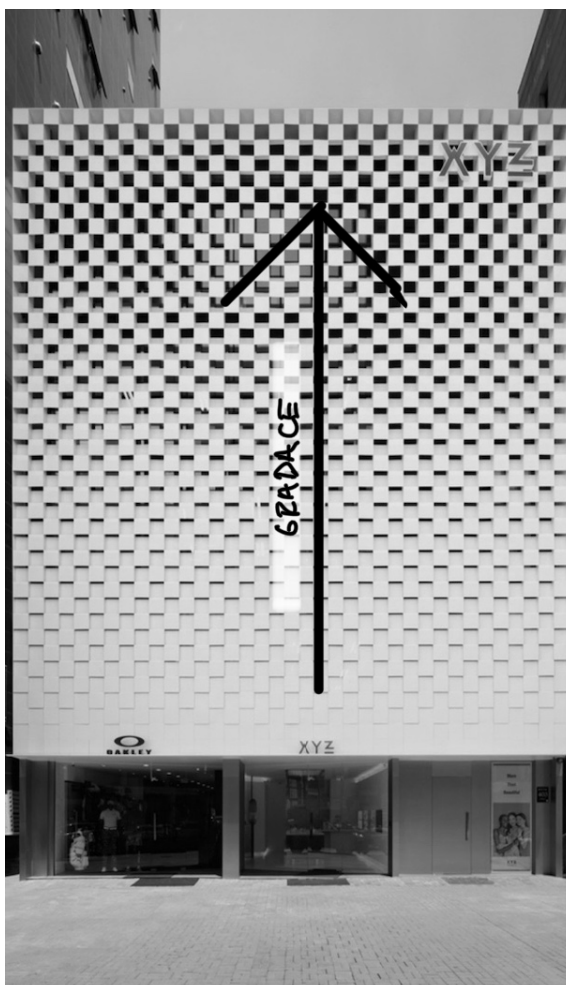


Schéma 4 Gradace otevřenosti pixelů fasády XYZ formula  
foto autor

<sup>33</sup> DVOŘÁK, Václav; TICHÝ, Ladislav. Architektonická kompozice. Praha, nakladatelství ČVUT v Praze, 1991

## TEKTONIKA, DYNAMIKA

*„Tektonika – z řeckého TEKTON – tesař, znamená v architektonickém názvosloví nauku o uměleckém vyjádření stavebních konstrukcí, Tektonika je výtvarné pojetí principu konstrukčního systému stavby vyjadřující statické vlastnosti hmot a hlavních konstrukcí.“<sup>34</sup>*

Z historie známe základní tektonické systémy, kterými jsou zejména v duchu řecké architektury tyto systémy:

- sloup a kladí – architrávový systém sloupů a překladů klasických řeckých chrámů
- systém stěny – statickou funkci vyjadřuje v deskové – hmotné podobě
- systém oblouku a klenby – klenební systémy známé především z období gotiky
- systém skeletový – nejvíce soudobé tektonické pojetí, vycházející z modularity staveb

V současné době a v kontextu předsazených konstrukcí fasádních systémů obálek lze výraz tektoniky spatřit téměř u všech těchto provedení – zpravidla se tyto konstrukce, nezávisle na kdy konstrukčně velmi **dynamická** a esteticky extravagantní řešení, objevují ve formách předsazených elementů fasády. Tyto předsazené prvky jsou většinou svou funkcí tektonicky pojednané již z principu přístupu soudobé architektury, a to přiznáním jejich konstrukčního řešení ve formě využití konstrukce předsazení nebo upevnění prvků jako estetické součásti celkového výrazu části fasády, nebo o budovy jako celku. Obecně se dá říci, že s každým novým jedinečným řešením, například na míru konkrétnímu projektu, vznikají nové způsoby použití materiálů, jejich konstrukční a zároveň tektonické ztvárnění se zpravidla velmi dynamickým kompozičním výrazem.

Již z principu dnes velmi dynamického vývoje materiálů, nových technologií a konstrukcí, je pravděpodobné, že nás čekají další jedinečná tektonická řešení předsazených konstrukcí založených na tektonické bázi.

Ze současných tektonických přístupů lze jmenovat například lanové systémy, subtilní ocelové, ale i dřevěné konstrukce, specifickou kategorií jsou membránová a pneumatická řešení kombinující tektoniku pevných konstrukčních prvků s pružnými foliovými nebo látkovými systémy. Tato oblast je úzce spojená s řešením velkorozponových tektonických konstrukcí – zastřešení velkých ploch obálek budov, které jsou zpravidla inspirovány konstrukčními principy, jež máme možnost vidět zpravidla v mnohem menším měřítku v přírodě – tzv. „**bionická** nebo **futuristická architektura**“, V této oblasti vidím do budoucna velký potenciál a její rozvoj je dle množství objevujících se realizací v posledních letech nevyhnutelný.

---

<sup>34</sup> DVOŘÁK, Václav; TICHÝ, Ladislav. Architektonická kompozice. Praha, nakladatelství ČVUT v Praze, 1991

- CAULFIELD LIBRARY – MONASH UNIVERSITY, JOHN WARDLE, VICTORIA – AUSTRALIA, 2019



Schéma 5 Dynamická tektonika fasády Caulfield library

#### KOMENTÁŘ:

Rekonstrukce původní knihovny z roku 1972 se nese v duchu celkové modernizace, ale především nového ztvárnění hlavní fasády a vstupu pod složitý konzolový příhradový systém, který podporuje nový výraz budovy – velmi tektonická, vykonzolovaná konstrukce prolamovaných ostrých prostorových čtyřúhelníků. Na základě této předsazené ocelové konstrukce funguje potom výplňová „intimní“ vrstva ocelových síťových pláten.

Tento ocelový, síťovaný a částečně průhledný baldachýn nově definuje vnitřní dojem z hlavních prostor knihovny v kampusu. Nová tektonická předsazená konstrukce má také v případě knihovny prvořadý význam, a to je její nová podoba celkového pojetí fasády budovy, která je důležitým aspektem pocitu při příjezdu, příchodu, a tvoří tak signifikantní dominantu veřejného prostoru v kampusu univerzity.



Obr 9 Detail předsazené konstrukce a kovové tkaniny <sup>35</sup>

<sup>35</sup> *Dramatic Statement: John Wardle Architects' Caulfield Library, Monash university* [online]. Indesignlive [vid. 24.9.2021]. Dostupné z: <https://www.indesignlive.com/projects/john-wardle-architects-caulfield-library-monash-university>

## ÚČEL – FUNKCE

I když Adolf Loos řekl: „*Architektura není umění, architektura je řemeslo,*“<sup>36</sup> tak ani on ve svých názorech nezpochybňoval, že stavba by měla přinášet také estetickou kvalitu.

Účel by měl být důvodem, kvůli kterému architektura existuje a proč se z tohoto odvětví stala samostatná vědní kategorie. Logicky je tedy účel jedním z hlavních hledisek ovlivňujících architekturu, a tedy i estetické vnímání stavby nebo její obálky. Účel nemusí být také ovlivněn pouze a jen funkcí stavby – do této kategorie spadají rovněž místní podmínky, zejména klimatické, ale např. i geografické a geomorfologické.

Účelnost staveb dotáhl k dokonalosti americký architekt Luis Henry Sullivan (1858–1924), který je považován za klíčovou postavu modernismu – architektury, tak jak jí známe dnes. Jeho prosté heslo „*Forma následuje funkci (Form follows function)*“<sup>37</sup> je tak prosté a platné, že architekti po celém světě se ho nemohou nabažít a stále tvoří v duchu této myšlenky.

Přes toto všechno nejsou ani forma (a její hlavní kompoziční principy) ani účel jedinými prostředky, jak dosáhnout kvalitního výrazu stavby, a to ani ve vztahu k „pouhé“ fasádě – obálce budovy. Kvalita architektury je také vytvářením prostředí, dojmů, pocitů a nálad. Peter Zumthor to v úvodu své knihy *Atmosféry* vyjádřil takto: „*Kvalitní architektura, to pro mě znamená, že se jedná o stavební dílo, které na mně nějak zapůsobí. Co to k čertu je, co mě na těch dílech tak uchvacuje. A jak se to projektuje?*“<sup>38</sup>

Základními kompozičními prostředky FORMY a ÚČELU obvodového pláště stavby a jejího výrazu jsme provedli pouze jakýsi úvod do celé problematiky – těmi kompozičními prostředky a skladebnými prvky jsou jen základní součásti, jimž je potřeba určit zejména KONSTRUKČNÍ a MATERIÁLOVÉ VLASTNOSTI. Jejich charakteristiky pak následně do jisté míry předurčují základní vlastnosti jako je STRUKTURA, TVAR, BARVA.

Tyto vlastnosti jsou vůči sobě v nějakém vztahu – tyto vzájemné vztahy lze popsat základními pojmy – MĚŘÍTKO, KONTRAST, PROPORCE.

Tyto charakteristiky jsou neméně důležitými a dotváří detailní výraz celé stavby, Dávají tušit nejen její účel z hlediska vyznění pro pozorovatele či své okolí, ale také dávají tušit určitý příběh, navozují atmosféru, pocity.

<sup>36</sup> Adolf Loos [online]. Plzeňský architektonický manuál [vid. 24.9.2021]. Dostupné z: <https://pam.plzne.cz/architekt/3-adolf-loos>

<sup>37</sup> Funkcionalismus [online]. Wikipedia [vid. 24.9.2021]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Funkcionalismus>

<sup>38</sup> ZUMTHOR, P., *Atmosféry*, nakl. Archa 2013, str.11



## MĚŘÍTKO

„*ARCHITEKTONICKÉ MĚŘÍTKO je členěním architektury vyvolaný dojem velikosti.*“<sup>39</sup>

Vypovídá o dojmu – zmenšenosti nebo velikosti, o psychickém působení na člověka. Skutečná velikost se může od velikosti dojmové lišit. Jedná se o věc pocitu, který každý včetně architektů může vnímat jinak.

Toto rozdílné vnímání vzniká buďto porovnáním objektu nebo jeho částí s lidskou postavou, nebo s jiným předmětem, se kterým má pozorovatel zkušenost – zejména přirozenou představu o jeho rozměrech a působení v prostoru. V tomto případě pak mluvíme o měřítku PŘIROZENÉM.

Porovnáváme-li části fasády nebo celý výraz objektu bez znalosti jejich skutečných rozměrů, pouze na základě vlastního dojmu a odhadu, jedná se o měřítko RELATIVNÍ.

Na základě našich dojmů zpravidla rozlišujeme 3 druhy působení měřítka na naše pocity:

**VELKÉ MĚŘÍTKO** „*signalizuje vzornosost, kolosálnost, v přehnané míře i obludnost. Je přirozené u staveb významného funkčního nebo ideového významu.*“

**MALÉ MĚŘÍTKO** „*Množstvím detailů jako by zvětšovalo objem, ve kterém se tyto detaily nachází, a navozuje intimní prostředí. Přiměřené je zejména u architektury jemné a každodenní, se kterou se člověk běžně stýká. Vhodné zejména u interiérů, parteru, věř. prostranství apod.*“

**NORMÁLNÍ MĚŘÍTKO** „*Vyjadřuje přirozený vztah členění objektu k jeho tvůrci – tedy člověku.*“<sup>40</sup>



Obr 10 Měřítko

<sup>39</sup> ŠIKOLA, P., *Architektonické měřítko* [online]. Praha: ČVUT 2015 [vid. 18.1.2020]. Dostupné z: <https://portal.cvut.cz/wp-content/uploads/2017/04/HP2015-03-Sikola.pdf>

<sup>40</sup> DVOŘÁK, Václav; TICHÝ, Ladislav. *Architektonická kompozice*. Praha, nakladatelství ČVUT v Praze, 1991



- AUDITORIUM OF LEÓN INSTITUTO MOREIRA SALLES – ANDRADE MORETTIN ARQUITETOS ASSOCIADOS, BELA VISTA – BRAZIL, 2017

### KOMENTÁŘ:

Prostorovost muzea je dána a vnímána především z prázdnoty budovy, což jsou prostory pohybu a setkání, které se rozprostírají mezi objemy programu a fasádou budovy.

Materiálnost fasády, řešená průsvitným dvouvrstvým skleněným pláštěm, dává kvalitu světla, která přesně odpovídá tomu, co architekti zamýšleli – chtěli od začátku interiér klidný a přívětivý, vytvořit pomocí tohoto neprůhledného, ale světlo-propustného pláště prostor s intimním vnitřním prostředím pro návštěvníka. Použití průsvitného skla jako sekundárního pláště způsobuje, že muzeum je vnímáno jako dobře definovaný objem, neporušený a celistvý, s nezbytnou elegancí tak, aby si dům vytvořil své místo mezi sousedy a dalšími budovami na Paulista Avenue v Bela Vista.

To, jak je budova umístěna ve městě, je asi nejzajímavějším prvkem této stavby – v kontextu okolních původních budov si lze snadno ukázat všechny 3 druhy měřítka, které jsme si představili. Náš objekt muzea – UPROSTŘED odpovídá ZVĚTŠENÉMU měřítku, kdy členění fasády odpovídá zdánlivě sedmipatrovému objektu a vytváří zdálky zdánlivé zmenšení v porovnání se stavbou VLEVO – která naopak představuje měřítko ZMĚNŠENÉ, které je dáno dělením každého podlaží ve fasádě ještě na 2 další horizontály a podlažnosti, tak působí dvojnásobně oproti bytovému domu na obrázku VPRAVO – ten představuje svou běžnou podlažností měřítko NORMÁLNÍ.<sup>41</sup>

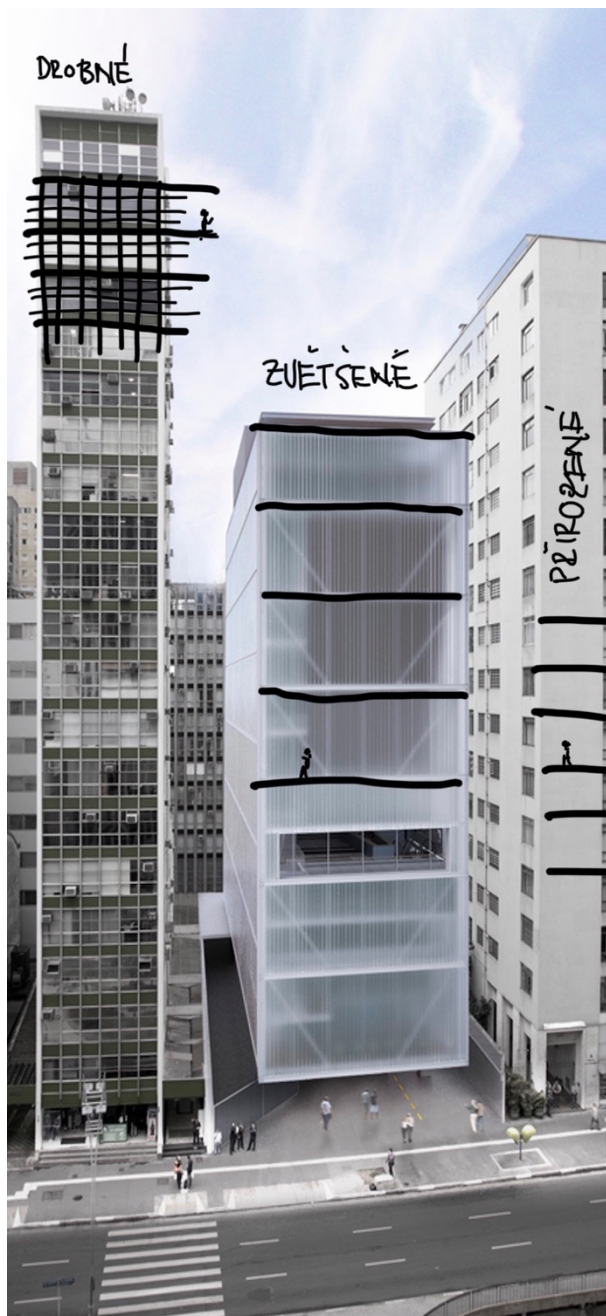


Schéma 6 Různá měřítka v jednom prostoru – Bela Vista, Brazílie

<sup>41</sup> Instituto Moreira Salles / Andrade Morettin Arquitetos Associados [online]. ArchDaily [vid. 14.9.2021]. Dostupné z: <https://www.archdaily.com.br/br/883093/instituto-moreira-salles-andrade-morettin-arquitetos>

- Marie Elisabeth Lüders Haus, Stephan Braunfels, BERLIN – GERMANY, 2015



Schéma 7 Měřítko otvoru ve fasádě – Luder Haus 42

#### KOMENTÁŘ:

Tato část nové vládní a parlamentní budovy v Berlíně je jednou z mnoha budov, moderních monumentálních struktur, které se nachází podél meandru řeky Sprévy známé jako „federální stuha“. V budově se nachází funkce významné pro historii a fungování německého státu. Tomu odpovídá také vstup do hlavního foyer, který je celý prosklený v měřítku vnímaném při zatažených žaluziích opticky minimálně přes 4 patra (viz obr. vlevo). Monumentální kruhová konstrukce před prosklenou kubickou hmotou symbolizuje nadsazené měřítko celého komplexu budov podél řeky Sprévy a při procházení kolem této konstrukce se člověk opravdu cítí ohromen událostmi a okolnostmi spojenými s místem, kde kdysi stála Berlínská zeď. Při zatažených žaluziích může kruhový výřez fungovat jako „oko“, do kterého se jako na kruhovou obrazovku promítá velkoplošnou projekci.

- Car Park, Robert Jacobsen + BIG, COPENHAGEN – DENMARK, 2008–2015



Schéma 8 Měřítko vzoru perforované fasády – Car Park 43

#### KOMENTÁŘ:

Budovy v nové čtvrti Orestad ve městě Kodani v Dánsku se vyznačují společnými rysy – jejich fasády jsou vyvedeny z předsazených perforovaných plechů, jejichž měřítko je v kontextu nově vznikající čtvrti velmi neurčité, ale zároveň je snadné vyhodnotit, že dramaticky přesahuje možnosti srovnání a vnímání v porovnání s lidskou postavou. Zpracování fasád jako konkrétní výtvarné grafiky v monumentálním měřítku pomocí perforace menšími a většími otvory. Dále pak zhušťováním, a naopak většími rozestupy stejných otvorů je dosaženo vnímání celoplošné grafiky při pohledech z většího odstupu. Obě budovy mají také společné to, že plošné grafiky perforovaného plechu ve skutečnosti zakrývají nevzhledné prostory parkovacích míst přes několik podlaží.

<sup>42</sup> *Human Scale in Architectural Photography* [online]. Chakota Alan [vid. 14.9.2021]. Dostupné z: <https://www.alanchakota.com/blog/human-scale-in-architectural-photography>

<sup>43</sup> *ibidem*

## PROPORCE

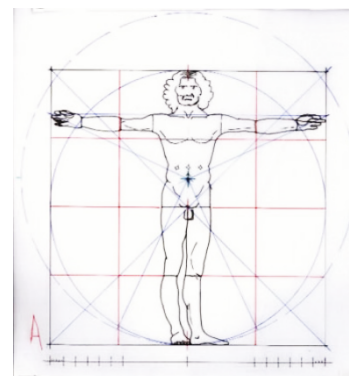
Proporce je vztah – poměr velikostí prvků, rozměrů délky, šířky, výšky. Existují také proporční, či jiné řady, nejnámější řadou proporce v architektuře je tzv. „poměr Zlatého řezu“ 1:1,618... Tento proporční vztah byl již od dob antiky považován za vzor dokonalosti.

Již podle **Vitruvia** musí znát vzdělaný architekt aritmetiku a geometrii. Vzájemný vztah modularity a geometrie lze nalézt také v jeho podrobné analýze proporcí lidského těla – Vitruvius prezentuje svůj kánon – slavnou postavu muže v kruhu a čtverci, na podporu svého tvrzení, že „žádný chrám nemůže mít racionální složení bez symetrie a proporcí, to znamená, pokud nemá přesný výpočet prvků jako „dobře tvarovaný muž“.<sup>44</sup>

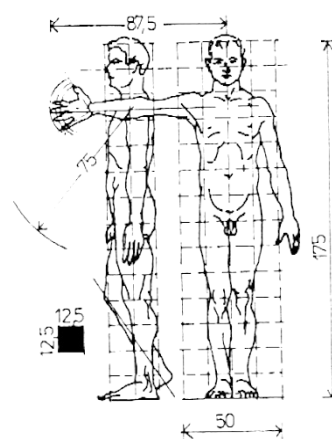
V tomto kontextu Zlatý řez přilákal ještě dva významné architektky.

Pro architekturu bylo pravděpodobně účinnější Neufertovo rozhodnutí přijmout. Zlatý řez v jeho slavném *Bauelementarlehre* z roku 1936 kombinuje racionální normování s estetickým podnětem. Zlatý řez propaguje jako tento architektonický princip proporce, který spolu s vlastními normovanými opatřeními vede k „duchovnímu prostupování“ a obnově architektonické formy řídicí se „vnitřním zákonem“ v duchu antiky, gotiky, renesance a klasicismu.

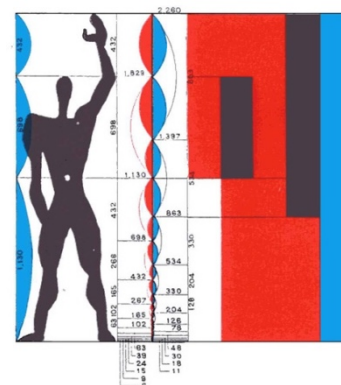
Naopak Modulor v příběhu Le Corbusiera kombinuje čtverec a Zlatý řez, ale ve výsledku nenabízí nic jiného než modulární systém. Zdá se, že Le Corbusierův význam a jeho velký dopad pramení v jeho normativní estetice, která propaguje kombinaci abstraktní geometrie a opatření, která berou ohled na potřeby vycházející z modulárních rozměrů lidského těla.<sup>45</sup>



Obr 11 Modulor dle Vitruvia



Obr 12 Modulor dle Neuferta



Obr 13 Modulor dle Le Corbusiera

<sup>44</sup> POLLIO, Marcus Vitruvius, *Deset knih o architektuře*, Baset, Praha, 2022. ISBN 978-80-86410-82-1

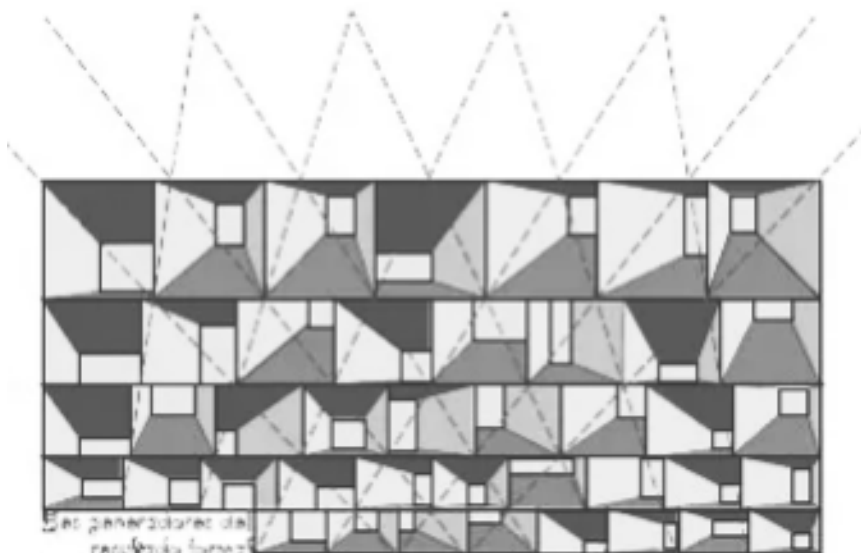
<sup>45</sup> Marcus Frings, "The Golden Section in Architectural Theory", *Nexus Network Journal* vol. 4 no. 1 (Winter 2002), pp. 9-32; ISSN 1590-5896 (Print) / 1522-4600 (Online)



- AUDITORIUM OF LEÓN – TUÑÓN ARQUITECTOS, LEÓN – SPAIN, 2002



Schéma 9 Proportione, Auditorium of León – foto autor



Obr 14 Geometrická konstrukce fasády Auditorium of León

### KOMENTÁŘ:

Výraz fasády a budovy je konstruován jako hromádka oken, ve kterých se objevují dva různé řády – obvod otvorů, které odkazují na geometrii, a vnitřní otvor každého okna, který rozehrává svou nahodilostí výsledný dojem z interiéru. Navržené řešení fasády tak osciluje mezi skupinou na sebe naskládaných oken, která jsou shodných rozměrů a vnitřních prosklených ploch, která jsou každá svou formou a rozměry odlišná. Všechny jsou striktně geometricky poskládané, což vyvolává pochybnosti o tom, zda vnější výraz je obrazem konstrukce a podlažnosti, nebo je jeho produktem. Ve skutečnosti jde o obě a zároveň do důsledku ani jednu z těchto možností.

*„Rozhodující význam pro estetickou kvalitu proporcí má způsob jejich užití, Můžeme s nimi vyjádřit podřazenost, proporční příbuznost, ale i proporční kontrast. Použitím stejných proporcí tak logicky vyvoláme dojem příbuznosti, souvislosti prvků. Vzájemné a vhodné rozměry jednotlivých částí stavby mohou také vycházet z násobku nebo zlomku zvolené velikosti – „modulu“.“<sup>46</sup>*

## MODUL

S používáním modulových rozměrů – proporcí se setkáváme ve stavebnictví a architektuře neustále. Modulové je také stanovení rozměrů stavby a jejích částí – základních skladebných prvků (např. cihly, panely apod.). Modulem současnosti jsou standardy ve stavebnictví – délkové míry, jejichž násobky slouží jako základ pro rozměrovou stálost a typizaci procesu výstavby.<sup>47</sup>

Nejčastěji se dnes můžeme v architektuře a stavebnictví setkat s modulovými sítěmi násobků čísla **30**, 60, 120... nebo např. **1m – 100cm**.

### ▪ THE MODULAR – BUREAU FRAAI, AMSTERDAM – NEDERLANDS, 2020

#### KOMENTÁŘ:

S charakteristickou robustní fasádou kancelářské budovy odkazují architekti na „bohatou“ průmyslovou minulost ostrova a vlající plachty mnoha lodí obchodního uzlu, které byly na tomto místě postaveny v 17. století.

Pětipatrová kancelářská budova je proto navržena tak, jako by šlo o průmyslový výrobek, který lze snadno sestavit z různých modulově standardizovaných prefabrikovaných dílů. Výsledkem je fasáda složená z 25 stejných betonových fasádních prvků, které byly smontovány na staveništi ve velmi krátkém čase.

Designem této opakující se fazetové fasády odkazuje Bureau Fraai na vlající plachty lodí, které kdysi odplouvaly z ostrova. A kromě toho, že fazety slouží i jako stínění interiéru, mají neustále se měnící sluneční odrazy, textury a stíny a za následek pak stavbu, která snad nikdy nevypadá stejně.

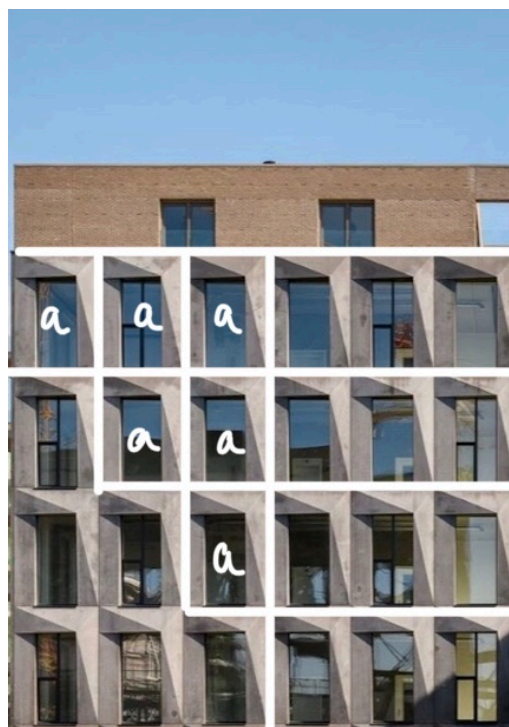


Schéma 10 Prvky modulární fasády a jejich variabilita

<sup>46</sup> DVOŘÁK, Václav; TICHÝ, Ladislav. Architektonická kompozice. Praha, nakladatelství ČVUT v Praze, 1991

<sup>47</sup> IBIDEM

- Design the Next-Generation Facade, MENGYI FAN, Design Challenge, METALS IN CONSTRUCTION magazine, 2018



Obr 15 Příklad modulární fasády a její aplikace – Next generation facade

### KOMENTÁŘ:

Tento systém „pixelové fasády“ – tedy modulárního systému, který byl zařazen do užšího výběru časopisu Metals in Construction Magazine pro rok 2018 v rámci Design Challenge „Design the Next-Generation Facade“, je adaptivní, škálovatelný a opakovatelný stavební systém, který lze aplikovat na různé typologie budov. Systém čerpá inspiraci z naší vrozené touhy po přítomnosti přírody v pracovním prostředí. Systém „pixelové fasády“ spojuje současné kancelářské prostředí s biofilním prostředím, a vytváří tak novou generaci kancelářského designu. Variabilita systému umožňuje nájemci flexibilitu konfigurace v uspořádání pracovních a odpočinkových prostor. Systém také využívá inovace stavebního průmyslu, jako je „generativní design, BIM, prefabrikace a ekologicky udržitelné konstrukce dřevěných rámu“ k vytvoření ekonomičtějšího a udržitelnějšího procesu návrhu a výstavby.

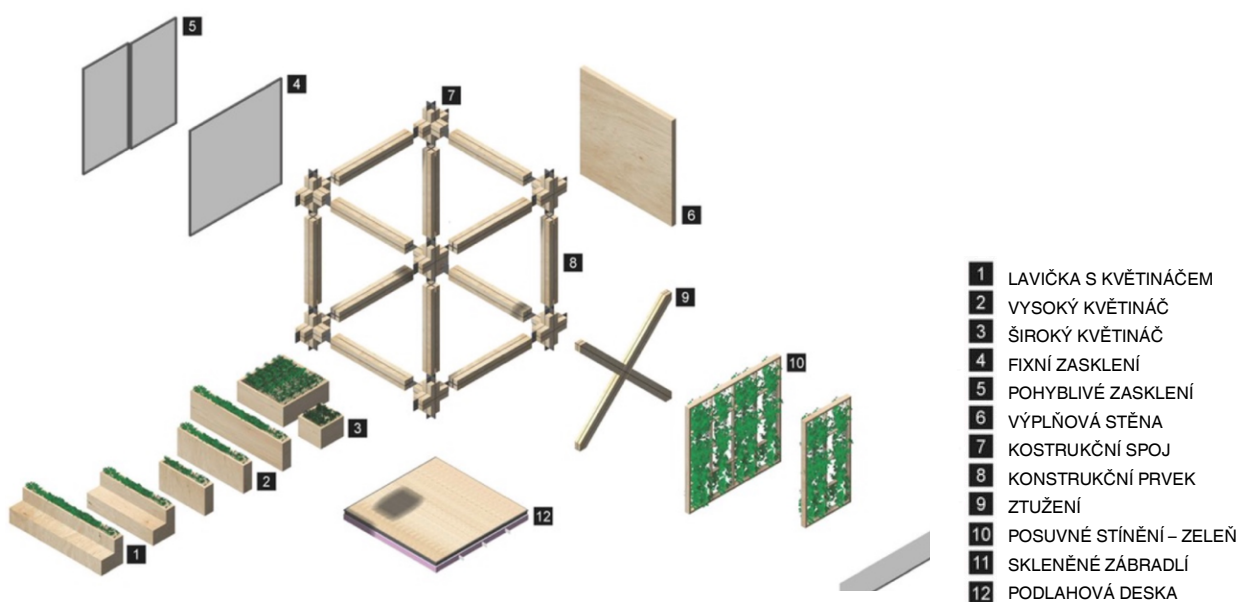


Schéma 11 Prvky modulární fasády a jejich variabilita













## KONTRAST

„Z francouzského *contraste* – *protiklad*, v architektonickém názvosloví znamená jakoukoliv rozdílnost v celku nebo detailu díla. Je výrazem rozmanitosti, odlišnosti řešení nebo přístupů.“  
48

V našem případě se jedná nejčastěji o kontrast velikosti, tvarů, měřítka a proporcí, kterými fasáda budovy ovlivňuje pozorovatelův dojem. Kontrast je ale možné spatřit např. i v pouhé úpravě materiálu, barev, nebo např. kontrast ve formě světla a stínů budovy z předchozího příkladu – obr. 15.

Můžeme také posuzovat kolik kontrastu se v kterém v konkrétním případě uplatňuje. Tzv. „míra“ kontrastu může být posuzována od nejmenších rozdílů drobného kontrastu (to je takový kontrast, který již svou jemností spíše přispívá k celkové harmonii – nebo také shodě) až po kontrast velmi výrazný.

Obecné schéma příkladů kontrastu:

velikosti		
tvaru		
polohy a směru		
proporce		
členění		
barvy a světla		

Obr 16 Obecné schéma příkladů kontrastu<sup>49</sup>

Opakem kontrastu je potom SHODA – ta je podstatou symetrie a rytmiky – opakování.

Z estetického hlediska shodné kompoziční přístupy – tedy opakování stejných prvků, volíme vždy tam, kde chceme dosáhnout sjednocení nebo nenápadnosti jednotlivých řešení, shoda a rytmika se také používají jako vyjádření klidu a harmonie v architektuře – tedy často u budov, které mají symbolický význam a funkci pro veřejnost.

48 DVOŘÁK, Václav; TICHÝ, Ladislav. *Architektonická kompozice*. Praha, nakladatelství ČVUT v Praze, 1991

49 Ibidem



▪ HEARST TOWER – FOSTER + PARTNERS, NEW YORK - USA, 2006

**KOMENTÁŘ:**

Obchodní věž, slavnostně otevřená v roce 2006, byla realizována jako vysoký 46patrový kontrastní skleněný hranol k původnímu ústředí ve stylu art deco pro Hearst Corporation. Byl navržen v roce 1928 Josephem Urbanem.<sup>50</sup> Tento první mrakodrap v New Yorku zachoval historické fasády původní budovy a rozrostl se do výšky přes ocelovou rámovou konstrukci ve tvaru diamantu a sklo.

Symetricky členitá silueta budovy je v jejím okolí snadno rozpoznatelná. Diagridová fasáda tvořená trojúhelníkovým ocelovým rámem je velmi kontrastním prvkem a její tektonické pojetí naznačuje vyspělost a náročnost celé konstrukce.

Společnost Foster and Partners posunula hranice ekologických řešení v rámci návrhu této stavby. Tyto následně vedly k označení Hearst Tower jako prvního mrakodrapu s certifikací LEED Gold v New Yorku. Tepelně vodivý vápenec dláždí podlahu atria a pokrývá polyetylenové trubky, které cirkulují vodu po celý rok, a pomáhají tak regulovat okolní teplotu v budově. Během deště se voda shromažďuje na střeše a poté se skladuje v suterénu. To se stává klíčem u podlahového potrubí, zavlažování a vodní sochy v hale.

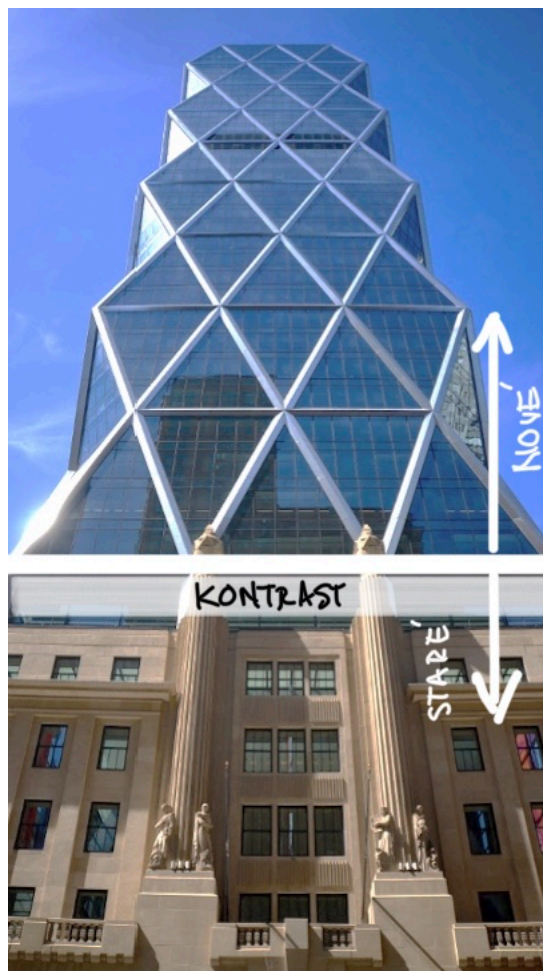


Schéma 12 Kontrast staré / nové Hearst tower, foto autor



Obr 17 Prostorové schéma vstupního foyer

<sup>50</sup> Hearst Headquarters [online]. Fosterandpartners [vid. 13.2.2020]. Dostupné <https://www.fosterandpartners.com/projects/hearst-headquarters/>



## BARVA

Barva je jednou z nesubjektivnějších složek architektury. Barevná architektura zpravidla vyjadřuje nějaké emoce nebo atmosféru, velmi působí na psychiku člověka.

Použití barev v architektuře se také může vztahovat k okolí, ve kterém se stavba nachází, stejně tak volbu barev ovlivňují použité materiály, do jisté míry také typologie staveb – jinak budeme při volbě barev postupovat např. u fasády nemocničního zařízení a jinak u mateřské školy.

Barvy také dělíme na tzv. teplé a studené.

Vrcholem **teplých** – aktivních barev je červená, do této skupiny také patří žlutá, žlutozelená až po červenofialovou. Tyto barvy zpravidla navozují příjemný hřejivý pocit, působí svěže, vesele a radostně, navozují harmonii, ale také pocit útulnosti, a tak zpravidla zmenšují prostor. Naopak **studené** barvy, nejvýraznějším zástupcem je modrá barva, ale patří sem také barva zelená, modrozelená, modrofialová až po fialovou, tyto barvy obecně působí spíše ponuře až chladně.

*„Dalším dělením dostaneme barvy klidné a vzrušující. Klidným barvám dominuje zelená a hnědá – tedy barvy spojené s pocitem zeleně a přírody, opačným pólem je červená, kterou příroda používá k zvýraznění dojmu!“<sup>51</sup>*

Naopak striktně v architektuře nejvíce využívané kombinace bílé nebo černobílé barevné kompozice svým výrazem navozují dojem prostornosti, elegance, minimalismu.

**Bílá** – jedna z nejrozšířenějších barev v architektuře. Prosvětluje prostor, zejména interiér. Může mít harmonizační charakter – zejména v krajině tmavé – hnědé nebo černé působí velice čistě a elegantně. V industriálních krajinách „šedne“, často působí dojmem chátrání a špinavosti. V nemocničním prostředí, které není "barevně humanizováno", působí sterilně, odcizeně a nepřátelsky. Ve velkoplošných kancelářských prostorách má nežádoucí účinek – zvyšuje oční přetížení, a tím může přispívat k nezvratným očním změnám u pracovníků.

**Šedá** – nejčastější barva v městské architektuře, daná původním použitím, nebo „šednutím" původních barev, v moderní architektuře barva betonu. Negativně může působit kvůli své fádnosti, navozuje pocity pasivity a únavy.

**Černá** – primárně doplňková barva akcentující kovové prvky a konstrukce, můžeme jí najít výjimečně v přírodě – např. břidlicové střechy a střechy obecně, v jasných dnech jsou často prosklené (odrazivé) plochy s tmavým interiérem vnímány také v černém odstínu – opatrnost s většími plochami černé je nasnadě – může mít depresivní vliv! Většinou navozuje dojem stísněnosti, pochmurných nálad.

---

<sup>51</sup> DVOŘÁK, Václav; TICHÝ, Ladislav. *Architektonická kompozice*. Praha, nakladatelství ČVUT v Praze, 1991

- CRECHE ROPPONMATSU KINDERGARTEN, EMMANUELLE MOUREAUX ARCHITECTURE + DESIGN, CHŪŌ-KU, JAPAN, 2017



Obr 18 Barevná kompozice prvků na čistě minimalisticky bílé budově Creche Ropponmatsu Kindergarten

#### KOMENTÁŘ:

Je známo, že čas strávený v barevném prostředí pomáhá maximalizovat vnímavost dětí a vyzdvihnout osobnost každého dítěte. Tento projekt využívá barev v pozitivním smyslu – děti jsou obklopeny mnoha barvami, mohou se dotýkat mnoha barev, žít mnoha barvami – školka chce rozvíjet bohaté citění a individualitu dětí. S touto nadějí na mysli je tento v základě minimalistický objekt obklopený barevnými abstrahovanými stromy, které již nerostou, ale každý den sledují růst dětí.

Na fasádě je 22 barev použitých v 63 pestrobarevných stromech o výšce 4 m, které rytmicky rozšiřují větve a obalují budovu.<sup>52</sup>

Zatímco minimalistická budova poskytuje co nejvíce světla a otevřenosti tím, že je obalena barevnými stromy, dává pocit odstupů od vnějšího prostředí města a vizuálně chrání děti tímto jemným motivem. Uvnitř je na stěně seřazeno 200 barevných krabic ve 25 barvách, kde každá z nich patří každému dítěti pro uložení jeho osobních věcí.

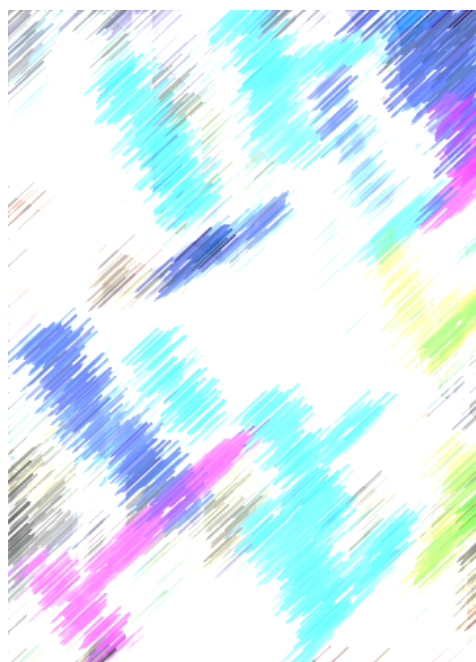


Schéma 13 Barevné předsazené motivy na fasádě

<sup>52</sup> Creche Ropponmatsu Kindergarten / Emmanuelle Moureaux Architecture + Design [online]. Arqa [vid. 13.12.2019]. Dostupné z: <https://arqa.com/arquitectura/jardin-de-infantes-creche-ropponmatsu.html>

## STRUKTURA

Z pohledu struktury práce se dostáváme k nejobsáhlejší kapitole – STRUKTURA je již od dob antiky a opracování kamene velmi využívanou technikou, využívá se k odlišení různých ploch, jejich účelů nebo i např. jako výraz luxusu – dříve lesklé povrchy, dnes spíše jemné matné apod.

*„Struktura vzniká několikerým monotónním opakováním prvků a vazeb mezi nimi tak, že se již nevytváří dojem členění plochy, ale spíše jednotného výrazu s jasnou charakteristikou danou určitou proporcí či rytmem opakování.“<sup>53</sup>*

Podle provedení můžeme struktury rozdělit na plastické – vystupující do prostoru a přejímající umocnění pomocí světla a stínu, nebo plošné – které jsou spíše vnímány jako odlišné vzory toho samého.

Z pohledu odlišnosti – zejména velikosti struktury rozlišujeme hrubé – strhávající pozornost, působící aktivně, dynamicky a jemné – působící klidně a drobně, až decentně.

Podle toho, o jaké struktury se jedná dle jejich vzniku, rozlišujeme:

- Struktury skladby – zde se jedná o klasické struktury tvořené skládáním stejných prvků a hrou s jejich umístěním, otočením v různých osách jak v ploše, tak v prostoru. Příkladem takové struktury mohou být např. různé vzory – struktury parketových podlah.



- Struktury výtvarné – jedná se zpravidla o jemné struktury povrchů, které pouze dotváří detail zvoleného materiálu – např. nabídka struktur fasádních omítek



- Materiálové struktury – tato kategorie přímo navazuje na následující část práce, a to v tom smyslu, že materiálová struktura je nejběžnější charakteristikou fasádních systémů a užití konkrétního materiálu zpravidla definuje velkou část vlastností daného řešení obvodového pláště budovy



<sup>53</sup> DVOŘÁK, Václav; TICHÝ, Ladislav. Architektonická kompozice. Praha, nakladatelství ČVUT v Praze, 1991

- NORDEA'S DANISH HEADQUARTERS, HENNING LARSEN, DENMARK, 2017



Obr 19 Kontext budovy Nordea se střídavou strukturou natočení okenních prvků

#### KOMENTÁŘ:

Výběr materiálů pro centrálu Nordea je inspirován severskou krajinou s použitím břidlice, dubu a stromů vypůjčených z vegetace severských lesů, které zdobí vnitřní prostor atria. Inspirace pro inovativní a expresivní fasádu čerpá z členitých ploch ledovců. Funkčně i zde fasáda splňuje severské principy související s udržitelností. Fasáda založená na konceptu dvou okenních prvků, které se střídají ve svém horizontálním naklonění, a vytváří tak jedinečnou strukturu.

Systém se skládá z trojrozměrných kazet, které jsou nakloněny a sestaveny jako cihly na stavbě nebo šupiny, a tvoří tak jedinečnou strukturu předsazeného pláště. Přirozené větrání, tlumení hluku a sluneční stínění jsou fyzicky řešeny v dutině mezi tabulemi skla. Fasádní řešení pomáhá zajistit efektivní provoz budovy, úsporu energie, lepší akustiku a řízení vnitřního klimatu. Sklo použité na fasádě je té nejvyšší kvality s nízkým obsahem železa. To zajišťuje přirozený odraz denního světla a zároveň zajišťuje, že si můžete užívat venkovní výhledy.



Schéma 14 Struktura tvořená nakloněním okenních prvků – Nordea foto autor



## RELIÉF A TEXTURA

Dalším z velmi určujících aspektů vnímání estetiky, ale i ovlivňujícím další vlastnosti celkového řešení fasádního pláště je MATERIÁL a jeho TEXTURA – z dnešního pohledu kritická charakteristika předurčující stavbu a její plášť k určitým vlastnostem dle toho, jak se s v rámci fasády s materiálem pracuje.

### TEXTURA

Textura může představovat charakteristický vzor, který je jedinečný pro každý z materiálů – takové příklady budou uvedeny v následující kapitole MATERIÁLY. Textura může být ale samozřejmě také nezávislá na vlastnostech materiálu. Může jít o tzv. „dekoraci“ nebo jakýsi „výtvarný motiv“, který je zpravidla charakteristický svým estetickým ztvárněním – grafikou.

- ROCKHEIM NATIONAL MUSEUM OF POPULAR MUSIC, PIR II ARCHITEKT, TRONDHEIM – NORWAY, 2007

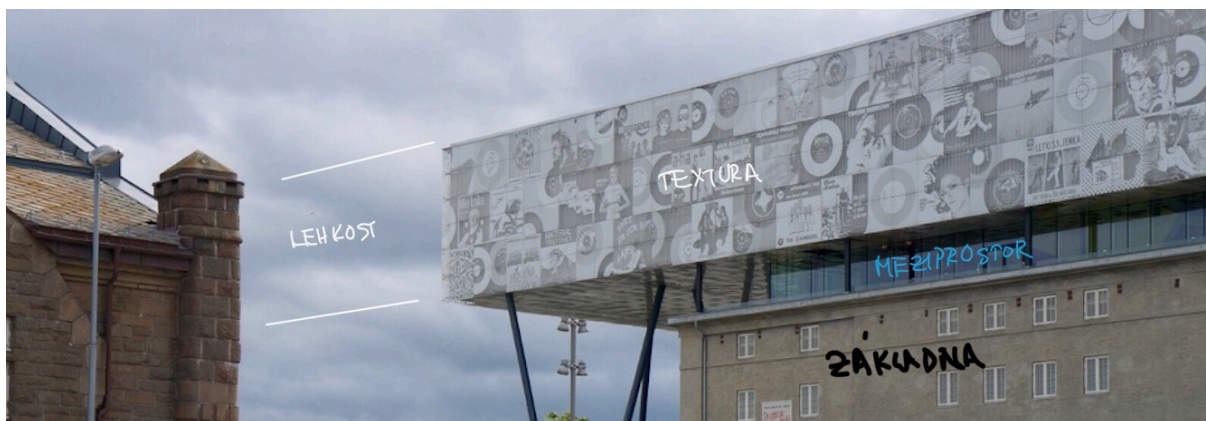
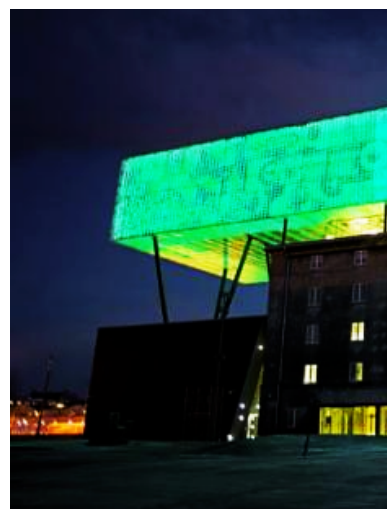


Schéma 15 Textura zjemňující a odlehčující kontrastní nástavbu – Rockheim museum, foto autor

### KOMENTÁŘ:

Projekt spočívá v nové sochařské přístavbě ležící na vrcholu starého skladiště podél Trondheimského přístavu, nástavba s jasným odděleným skleněným prvkem mezi novými prvky a starou budovou. Na stávajících historických fasádách byly provedeny pouze jednoduché zásahy, zatímco většina práce a pozornosti se soustředovala na střešní box – nástavbu. Výběr materiálů pro tento prvek je inspirován tím, že ve střešním boxu je stálý výstavní prostor a vnější výzdoba se skládá z potištěných skleněných panelů bílou texturou (obaly norských alb populární hudby a gramofonové společnosti) a více než 13 000 LED diod za touto předsazenou skleněnou fasádou. Ambicí architektů prý bylo dát budově jinou „identitu“ ve dne a zcela jiný charakter v noci (a v tmavých norských zimních měsících). Myslím, že tento záměr se povedl navýbornou.



Obr 20 Barevné nasvícení v skleněných texturovaných panelů v noci – Rockheim museum

## RELIÉF

Zvláštním příkladem grafiky – textury může být textura s hloubkou – tzv. RELIÉF.

- WELLINGTON HOUSE, JOHN MCASLAN + PARTNERS, LONDON – UNITED KINGDOM, 2012

### KOMENTÁŘ:

Architektonický výraz Wellington House je založen na současné interpretaci konvenčního panského bloku, přičemž hlavní tělo budovy je definováno jako jeden objem, obložený keramickými tvarovkami s jedinečným vzorkem navrženým pouze pro tento projekt. Deváté ustoupené patro je odlišeno zinkovým povrchem s patinou. Vývoj designu budovy se odráží ve skutečnosti, že trojúhelníková parcela leží v památkové rezervaci, a tak byla pečlivě věnována pozornost fasádě budovy, která je vyrobena z indického jílu. Architekti John McAslan + Partners spolupracovali s umělkyní Georgií Russell na jedinečném designu obkladových panelů – jejich reliéfní prolisy inspirované vzorem letu ptáků a prouděním větru, jež do budovy vnáší jedinečný charakter, vytváří vizuální vjem pro pozorovatele z nejbližšího okolí.

Okna budovy jsou v podstatě uspořádaná záměrně nahodile, s variacemi dosahujícími rovnováhy mezi jednotlivými okenními pozicemi a kompletním výrazem domu. Vyčnívající keramická žebra vytváří dodatečnou vizuální dynamiku, která je umocněna šikmými pohledy na budovu, poskytovanými místními ulicemi. Tyto výčnělky také poskytují určitou míru zastínění a zejména soukromí. Výsledkem těchto prvků tak je, že všechny byty těží z dobrého denního světla, přičemž ty v nejvyšším patře si mohou užívat nádherný výhled na Londýn. 66 % bytů je vybaveno venkovním prostorem (buď vsazeným balkonem – lodžii nebo terasou v úrovni střechy).



Obr 21 Reliéf fasádních panelů fasády – Wellington house, foto autor

### 5.1.1.2. MATERIÁL

#### TRADIČNÍ MATERIÁLY

Pojem „tradiční“ se dá v našem případě vztáhnout na několik velmi odlišných situací. Např. ve stavebnictví jsou tradiční materiály takové, které se již dlouhou dobu používají ke stavbě objektů a budov v lokalitě či regionu, nebo jsou tradiční v otázce četnosti a oblíbenosti použití daného materiálu u konkrétního národa nebo v konkrétní geografické oblasti. Samozřejmě některé stavební materiály používané po tisíce let mohou být v jedné oblasti považovány za tradiční, ale v jiné oblasti nemusí ani existovat, nebo být za stavební materiály považovány. Například bloky ledu se používaly po tisíciletí ke stavbě iglů v Arktidě, ale v mírnějších pásmech se led jako stavební materiál vůbec nepoužívá – ani ho tedy nebudeme nepovažovat za tradiční stavební materiál.

Navzdory regionálním odchylkám, způsobeným zejména geografickými a navázanými klimatickými podmínkami, jsou „tradičními materiály“ často označovány takové, které jsou používány již hojně ve velmi vzdálené minulosti a jejichž užití přetrvává až do současnosti, ať už z funkčních nebo estetických důvodů. Často jsou v dnešní době samozřejmě užívány v nějaké formě ve spojení s modernějšími materiály. Některé typy budov jsou však samozřejmě vnímány jako vizuálně neslučitelné s tradičními materiály: například došková střecha na moderní kancelářské budově.

Za tradiční z pohledu historie a obálky budovy můžeme považovat zejména tyto materiály:

#### DŘEVO

Dřevo je jedním z prvních a také nejdostupnějších materiálů používaných ke stavbě již prastarých přístřešků, také se stále používá v celé řadě tradičních i moderních staveb.

#### KÁMEN

Kámen vždy byl a i dnes je velmi ceněným stavebním materiálem. Tradičně je používán převážně jako nosný materiál, dnes se kámen ale více používá jako obklad na fasády prestižních budov.

#### JÍL – KERAMIKA

Cihly z jílu se liší od nepálených např. hliněných cihel tím, že jsou vypalovány za vysokých teplot, spíše než jednoduše ponechány k usušení na slunci. Pálené cihly se na Blízkém východě vyráběly již v roce 3000 př. n. l., ale byli to Římané, kteří tuto techniku zavedli do Spojeného království v prvním století našeho letopočtu. Ve Velké Británii, nebo např. i severských zemích, je tento materiál stále široce používán, a to jak pro tradiční, tak pro moderní budovy.<sup>54</sup>

#### MĚĎ

Po staletí se měď používá v Holandsku, Německu, Skandinávii a východní Evropě – většinou na střešní krytiny. V dnešní době lze říci, že je měď u staveb s fasádou shodnou se střešní krytinou velmi luxusní záležitostí.

---

<sup>54</sup> *Traditional materials* [online]. Designing buildings [vid. 10.6.2020]. Dostupné z: [https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Traditional\\_materials](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Traditional_materials) (volný překlad autora)

## ▪ KERAMIKA

*„Jako keramika (resp. keramické materiály) se označují soudržné, ve vodě prakticky nerozpustné polykrystalické látky, někdy s určitým podílem skelné fáze, zpracováním do požadovaného tvaru a vypálením výrobku v žáru. Během výpalu dojde ke zpevnění a vytvoření nové mikrostruktury a získání požadovaných fyzikálních a mechanických vlastností.“<sup>55</sup>*

Keramika se používá jako stavební materiál a sochařský prvek po tisíce let. V minulosti při použití keramického zdiva pro vnější stěny budovy byly tyto stěny současně nosné a působily jako obálka budovy.

Keramické fasády budov z pálené hlíny, často označované jako terakota – latinsky „pečená země“, zůstávají po celém světě velmi oblíbené, zejména v zemích s hlubokou tradicí – např. Dánsko, Spojené království apod. Keramické fasády, které jsou velmi dobře známé jako obkladový materiál architektonických mistrovských děl počátku 20. století, keramické předsazené fasády se díky svým všestranným a odolným vlastnostem vracejí do nových staveb i historických renovací – ostatně příklady takových řešení si můžete prohlédnout v rámci této práce.

Oblíbenost keramických fasád u významných veřejných ale i např. kvalitních bytových projektů je dle mého názoru zakotvena také v určité konzervativnosti a návycích lidí a obyvatel městského prostředí. Myslím si, že keramická fasáda je v očích investora ale i pozorovatele mnohem víc než jen ochranný plášť budovy. Její design nejen charakterizuje budovu samotnou, její životní cyklus a udržitelnost, ale ovlivňuje i městské prostředí okolo ní. Keramické fasády jsou tak v městském prostředí nejen výrazem trvanlivosti, udržitelnosti – keramika je z hlediska stavební ekologie prakticky neškodná, má téměř neomezenou životnost a lze ji plně recyklovat. Terakotové fasády jsou také symbolem historie, tradice a jistoty, která přetrvává v architektuře již po staletí.

Keramický obklad, pokud je instalován na starou fasádu, působí jako dodatečný plášť budovy a poskytuje další výhody z hlediska energetické účinnosti. Navíc mezera mezi starou a novou fasádou poskytuje prostor pro vrstvy dodatečné izolace, provětrání starého zdiva, nebo rozvody elektroinstalace nových technologií.

Příklady ze současnosti uvedené v této kapitole ilustrují v podstatě vnější konstrukci – stěnu, které slouží hlavně jako vnější ochranný plášť stavby, nikoliv jako nosná konstrukce. Vybrané příklady také ukazují, jak lze využít „cihlovité prvky“ pro vytvoření světlo a vzduch propustné plochy, které působí jako intimní předsazené konstrukce nebo slunolamy.

---

<sup>55</sup> *Keramika* [online]. Katedra stavebních hmot a hornického stavitelství VŠB-TU Ostrava [vid. 20.8.2018]. Dostupné z: <http://geologie.vsb.cz/loziska/suroviny/keramika.html>



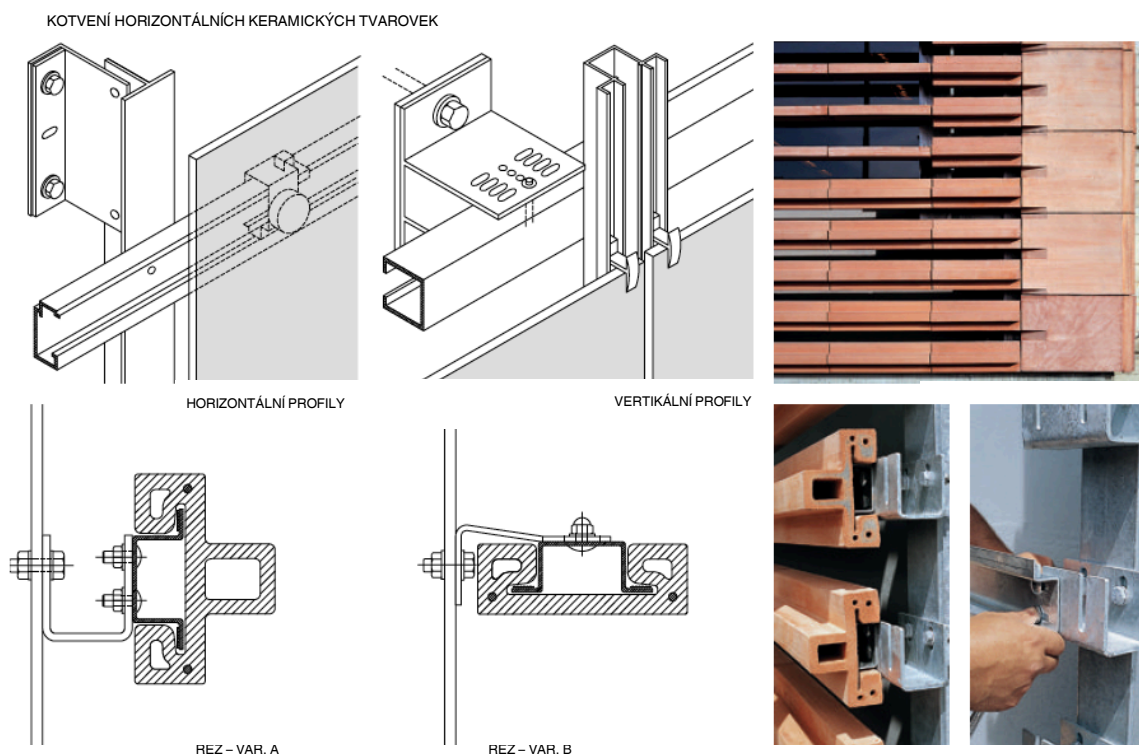


Schéma 16 RŮZNÉ DRUHY A TECHNICKÁ ŘEŠENÍ UPEVNĚNÍ KERAMICKÝCH TVAROVEK FASÁDY

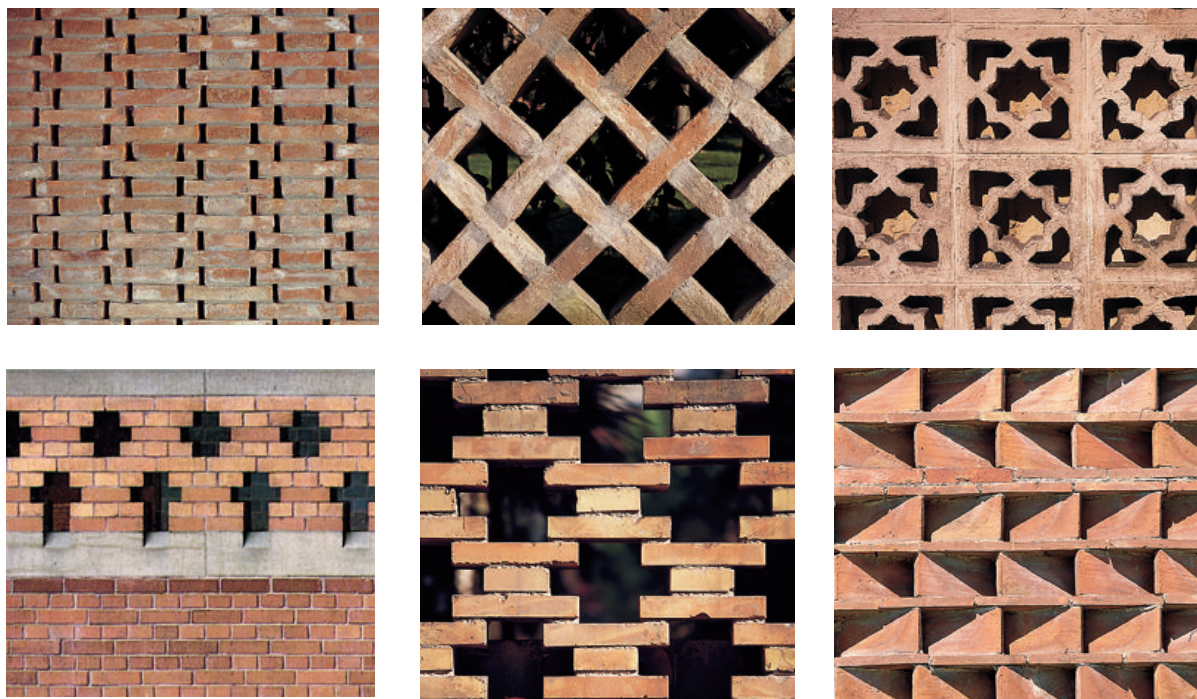


Schéma 17 RŮZNÉ DRUHY SKLADBY A POERFORACE DOSAŽENÉ POMOCÍ SKLADBY KERAMICKÝCH PRVKŮ

▪ Coallia – Residence and Social Restaurant – PERIPHERIQUES, PARIS FRANCE, 2017

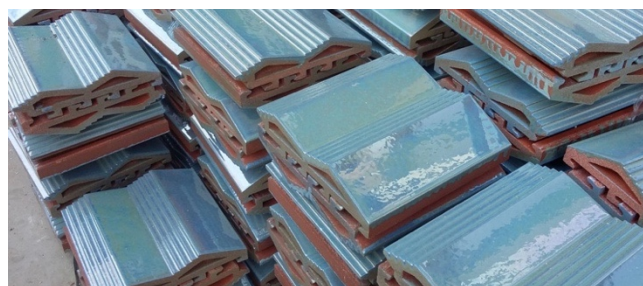
**KOMENTÁŘ:**

Tato stavba se nachází na ulici 13/15 Lorraine v Paříži. Parcela je ohraničena moderní devítipodlažní budovou na severozápadě a předměstskou pařížskou budovou o 7 podlažích na jihovýchodě. Tento nový projekt zahrnuje 173 bytových jednotek. Charakteristikou projektu jsou jeho stavební fáze, kdy ta první měla již zahrnovat částečné obsazení některými obyvateli. V tomto kontextu vznikala omezení: termíny, fázování, ekologické ambice, a také dvě velmi degradované budovy z roku 1979.<sup>56</sup>

Architekti si dle mého soudu s volbou jak zakomponovat zástavbu v kontextu stávajících budov, zahustit pozemek a nově definovat městské panorama poradili s elegancí. Jedna původní budova byla tak zachována, druhá zbourána, aby uvolnila místo pro novou stavbu, společně pak tvoří souvislou městskou frontu. Vše sjednocuje homogenní design fasády – smaltovaný terakotový obklad s lesklou glazurou, který reaguje na své prostředí tím, že odráží duhové odlesky oblohy a okolních budov.

**ZHODNOCENÍ:**

- + Charakterní architektura za použití tradičního lokálního materiálu s jedinečnou technologií povrchové úprav
- Velmi náročné statické řešení kotvení keramických lamel  
Hmotnost celé předsazené konstrukce



Obr 22 Reliéf a barevnost keramických tvarovek fasádních panelů – Coallia residence

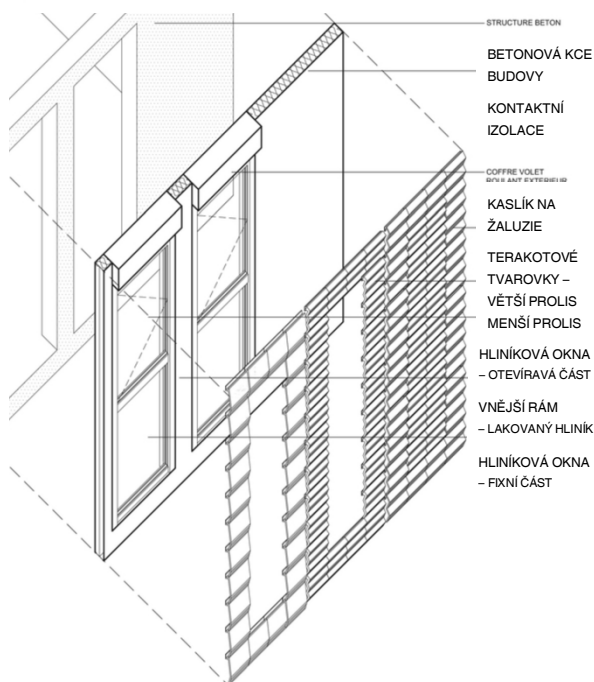


Schéma 18 SKLADBY FASÁDNÍHO PLÁŠTĚ Coallia residence

<sup>56</sup> Coallia - Residence and Social Restaurant / Peripheriques Architectes [online]. ArchDaily [vid. 20.8.2020]. Dostupné z: <https://www.archdaily.com/882354/coallia-residence-and-social-restaurant-peripheriques-architectes>



## ▪ ESCOLA MASSANA, – ESTUDIE CARME PINÓS, BARCELONA - ŠPANĚLSKO, 2017

### KOMENTÁŘ:

Tento projekt školy reaguje na záměr vytvořit na 11 000 metrech čtverečních užité plochy soukromý, ale zároveň prosvětlený interiér, který je zároveň velmi dobře tepelně chráněný v exponovaných slunečných dnech.

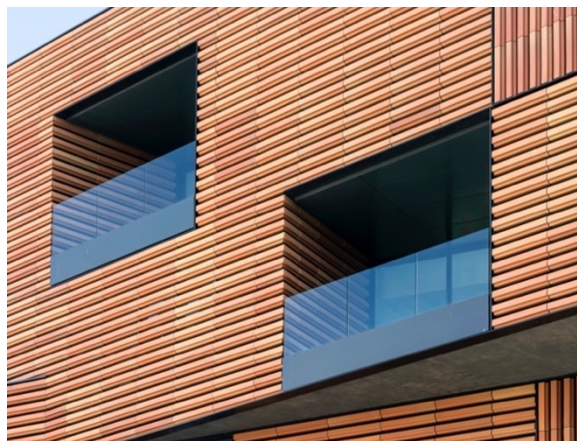
Objekt je tvořený předsazeným polo-uzavřeným keramickým pláštěm a otevřenými plochami. Chce tak zároveň dosáhnout výrazu, který zůstane v harmonii se stávající městskou čtvrtí, v níž se nově nachází.

Stavba je členitá jak objemově, tak i řešením fasády v návaznosti na okolní zástavbu. Návrh je takto řešen záměrně s cílem dát jí charakteristický sochařský charakter a současně snížit objemnost té části budovy, která směřuje do náměstí, budova je proto rozložena na dva objemy, které vytvářejí různé terasy.

Keramické tvarovky, speciálně vyrobené pro tento projekt, připomínají jakési žaluzie, které pokrývají celý exteriér, zdůrazňují jeho objem, tvar a zároveň chrání soukromí studentů.

### ZHODNOCENÍ:

- + Elegantní až brutalistní architektura za použití relativně lehkého obkladového a tradičního materiálu  
Velmi kvalitní tepelně technické řešení
- Velmi náročné statické řešení kotvení keramických lamel  
Hmotnost celé předsazené konstrukce



Obr 23 Horizontální a vertikální keramické tvarovky tvoří celistvou fasádu kubických hmot – Escola Massana

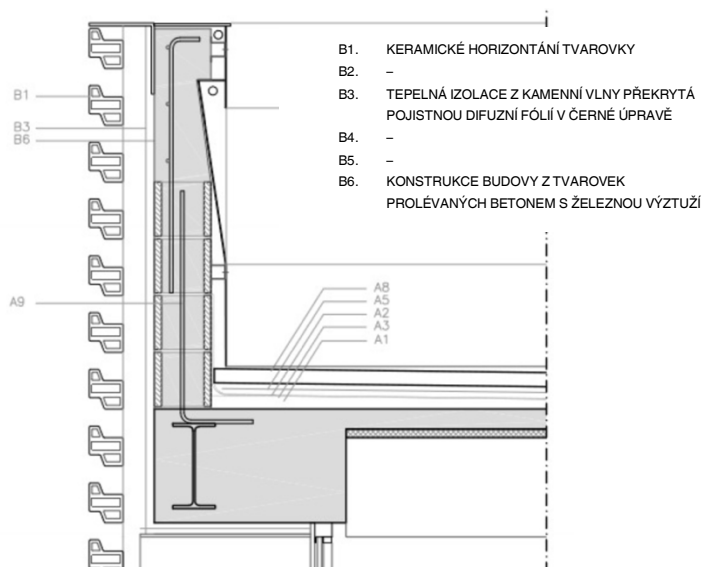


Schéma 19 ŘEŠENÍ FASÁDNÍHO PLÁŠTĚ Escola Massana

## ▪ KÁMEN

Použití přírodního kamene na fasádě v historickém měřítku je datováno opravdu do hluboké minulosti – vývoj kamenné fasády je úzce spojen s použitím zdiva. Kámen patří k nejstarším stavebním materiálům. Rané civilizace, jako je mezopotámská nebo egyptská, využívaly kamenů k výstavbě nosných stěn. Dnes má aplikace kamenných obkladů zpravidla podobu odvětrané předsazené fasády pomocí odolných, neporézních obkladů kamennými deskami.

Obecně je velké množství příkladů a možností použití a konstrukčních způsobů k provedení kamenné předsazené stěny nebo fasády. Jedním z vynikajících příkladů z historie je použití kamenných pásků z přírodního kamene například jako u Kaufmann House ("Falling Water") od Franka Lloyd Wrighta. O více než šest desetiletí později zvolil Peter Zumthor stejný způsob konstrukce (kamenných pásků) u fasády termálních lázní ve Vals.

Ve dvacátém století se toto použití objevuje již ve známém užití jako vnější plášť, ale ve formě větrané předsazené stěny, obvykle zajištěné kovovými podpěrami a upevňovacími prvky, které odolávají svislým a horizontální silám.

Tento postup předsazené provětrávané fasády se stal rysem moderních, a hlavně trvanlivých fasád v projektech nejvyšších standardů. V nich slouží ale přírodní kámen již čistě jako obkladový materiál. Výhody těchto konstrukcí ve smyslu ekonomiky a odolnosti kamene v čase vedou k tomu, že použití kamene na obálky moderních budov není téměř jistě zapomenuto, naopak – má téměř jistě své místo i v předsazených obálkách EES.

### STAVEBNÍ POUŽITÍ A KOTVENÍ:

Dle velikosti obkladových panelů z přírodního kamene jsou zpravidla nutné pro posouzení únosnosti kotvicích systémů – např. pro vytržení hmoždinky kotvení.

Doporučené minimální tloušťky přírodní kamenné obkladové desky:

- úhel sklonu vzhledem k vodorovné rovině > 60 °: 30 mm
- úhel sklonu vzhledem k vodorovné rovině < 60 °: 40 mm<sup>57</sup>

Obvykle je každý obkladový panel zajištěn třemi nebo čtyřmi upevňovacími prvky, jejichž geometrické uspořádání zaručuje, že obkladový panel je držen v přesné poloze a tyto prvky mohou například být využity ke kotvení sousední kamenné desky.

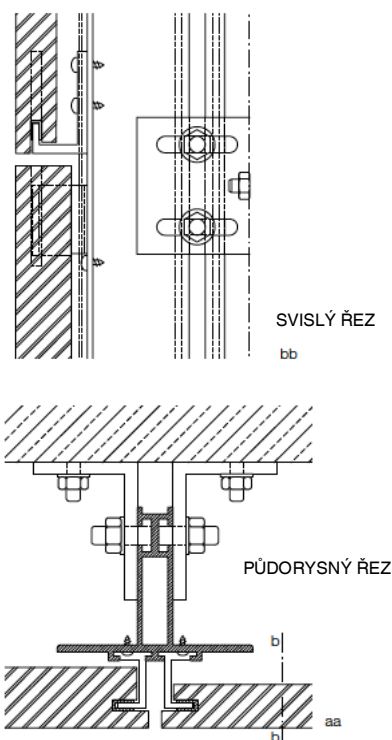


Schéma 20 PŘÍKLAD ŘEŠENÍ UPEVNĚNÍ KAMENNÝCH FASÁDNÍCH PANELŮ

<sup>57</sup> HERZOG, Thomas, KRIPPNER, Roland, LANG, Werner, *Facade Construction Manual*, BIRKHAUSER Architecture, 2008, ISBN 10: 3764371099 (VOLNÝ PŘEKLAD)

▪ OPERA HOUSE OSLO – BJØRVIKA, OSLO, NORWAY, Snohetta, 2007

**KOMENTÁŘ:**

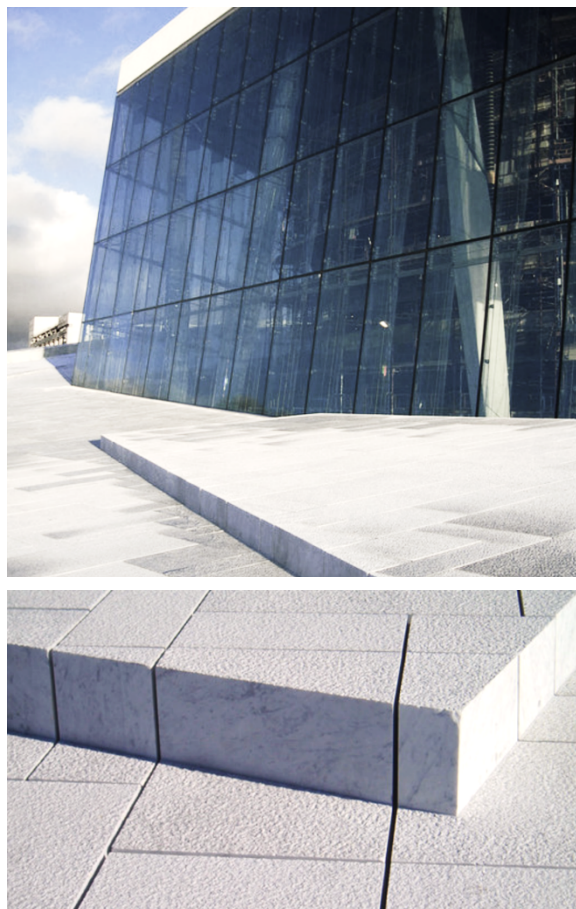
Opera a okolí zahrnuje mramorovou střechu, další mramorové pláště a prostory mezi budovou a okolními ulicemi. Přístup na náměstí a hlavní vchod je mramorovou lávkou přes vodní kanál. Náměstí tvoří část veřejné promenády a cyklostezky, která pokračuje po západní a jižní straně budovy, a nakonec se dostane na plánovaný most přes řeku Aker na východě.

*„Povrchová úprava kamene, její vzory, řezy a použití vytvářejí stínovou hru skladebné struktury a čistě bílé celistvosti. Bílý mramor je "La Facciata" z lomů Carrara v Itálii.“*<sup>58</sup>

Severní fasáda je zcela opláštěná z kamene, který je i v kontaktu s vodou, tam je norská žula zvaná „ledově zelená“. Pro mě jako návštěvníka bylo důležité, že budova díky kameni opravdu působí velmi pevně až majestátně a její výhodou díky použitému materiálu je jisté to, že zůstane krásná a trvanlivá po několik generací.

**ZHODNOCENÍ:**

- + Velmi elegantní a nadčasová architektura včetně řešení urbanistického kontextu a veřejného prostranství  
Dlouhá živostnost použitého materiálu  
Velmi komplikované a atypické řešení všech detailů
- Ekonomicky velmi náročné řešení  
Velké zatížení přírody a diskutabilní udržitelnost použití mramoru dovezeného ze zahraničí



Obr 24 Celkový pohled na budovu opery + detail povrchu mramorových desek, foto autor

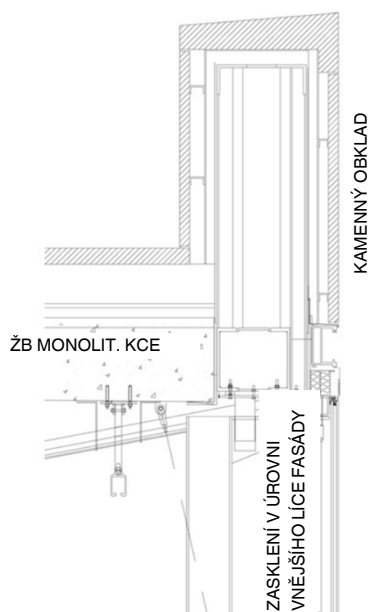


Schéma 21 DETAIL ŘEŠENÍ FASÁDY KAMENNÝCH FASÁDNÍCH PANELŮ

<sup>58</sup> Norwegian National Opera and Ballet [online]. Snohetta [vid. 24.8.2020]. Dostupné z: <https://snohetta.com/project/42-norwegian-national-opera-and-ballet>

## ▪ DŘEVO

Jako stavební materiál lze použít dřevo téměř všeobecně. První komplexní dřevěné budovy pocházejí z doby neolitu za využití kmenů a větví stromů. Mnohem později se začalo dřevo využívat na konstrukce stěn a zároveň jako materiál fasády ve formě trámových roubených stěn a staveb. Hlavní způsoby práce s dřevem na fasádě a dnešních budovách je jeho formátování – řezání a štípání. Současný stav dřeva a fasádních technologií začíná u řemeslné výroby a montáže – z hlediska inženýrství a technologie se jedná o velmi pokročilý stav – dřevěné stěnové prvky frézované plně automatizovanými stroji na míru jsou ve formě velkých panelů a prostorových modulů dopravovány na místo stavby a dávají vzniknout velmi rychle kompletním budovám nebo typizovaným představeným konstrukcím, a to často za pomoci počítačově koordinovaného inženýrství a BIM navrhování v architektuře s přesahem do výroby.

### KLÍČOVÉ KONSTRUKČNÍ VLASTNOSTI <sup>59</sup>

- vysoká pevnost s nízkou hmotností
- dobrá modularita výroby a pokročilé techniky zpracování
- vysoký tepelný odpor – dobrý izolant
- hygroskopické chování podporuje vlhkostní rovnováhu v prostředí obálky budovy
- druhy dřeva s vysokou odolností např. v exteriéru bez potřeby ošetření nátěry nebo laky, mezi nejtvrdší dřeva řadíme habrové a nejměkčí topolové, nejhouževnatější je dřevo dubové, nejpružnější dřevo jasanové, naopak pozor na křehkost – například u dřeva švestkového
- dřevo je krásné – jeho textura – kresba je tvořena letokruhy a je vzorem přírody a přirozenosti
- dřevo je jedním ze 100 % obnovitelných surovinových zdrojů – kritickým požadavkem je regulovatelná produkce a spotřeba dřeva, tak aby byla zajištěna rovnováha mezi roční těžbou a růstem nových stromů. Nutná je maximalizace využití lokálních zdrojů dřeva.

### DŘEVO VE STAVEBNICTVÍ <sup>60</sup>

- *pro konstrukční účely*  
**surové dřevo** – trámy, fošny, prkna latě, lepené a jinak spojované profily, prefabrikované polo-prefabrikované konstrukce  
**kompozitní dřevo** – materiály na bázi dřeva s využitím menších odpadových částí (OSB desky, dřevovláknité a dřevocementové – např. VELOX, DURISOL apod.)
- *doplňkové a kompletační konstrukce – například žaluzie, posuvné panely stínění, výplně oken a dveří, LOP fasádní systémy*
- *jako surovina pro výrobu dalších produktů – například pro výrobu izolací pro kročejový útlum, nebo tepelnou izolaci ve formě desek nebo rolí*

<sup>59</sup> *Dřevo stavební materiál 21. století* [online]. Dřevo stavební portál [vid. 24.8.2020]. Dostupné z: <http://drevostavebniportal-popularizace.msdk.cz/zajimavosti-ze-sveta-dreva/drevo-stavebni-material-21-stoleti/>

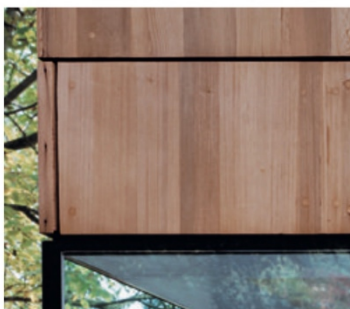
<sup>60</sup> *Stavební materiály na bázi obnovitelných zdrojů surovin* [online]. Časopis stavebnictví – Ing. Jan Růžička, Ph. D. [vid. 25.8.2020]. Dostupné z: <https://www.casopisstavebnictvi.cz/clanky-stavebni-materialy-na-bazi-obnovitelnych-zdroju-surovin.html>



VODĚODOLNÁ PŘEKLIŽKA



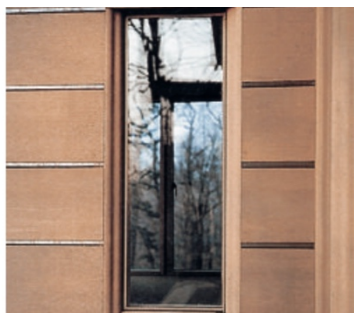
MASIVNÍ OBKLAD Z EXOTICKÉHO DŘEVA



HORIZONTÁLNÍ ŠTIHLÉ LAMELY - STÍNĚNÍ



DŘEVOVLÁKNITÉ PANELE



LAKOVANÁ PŘEKLIŽKA

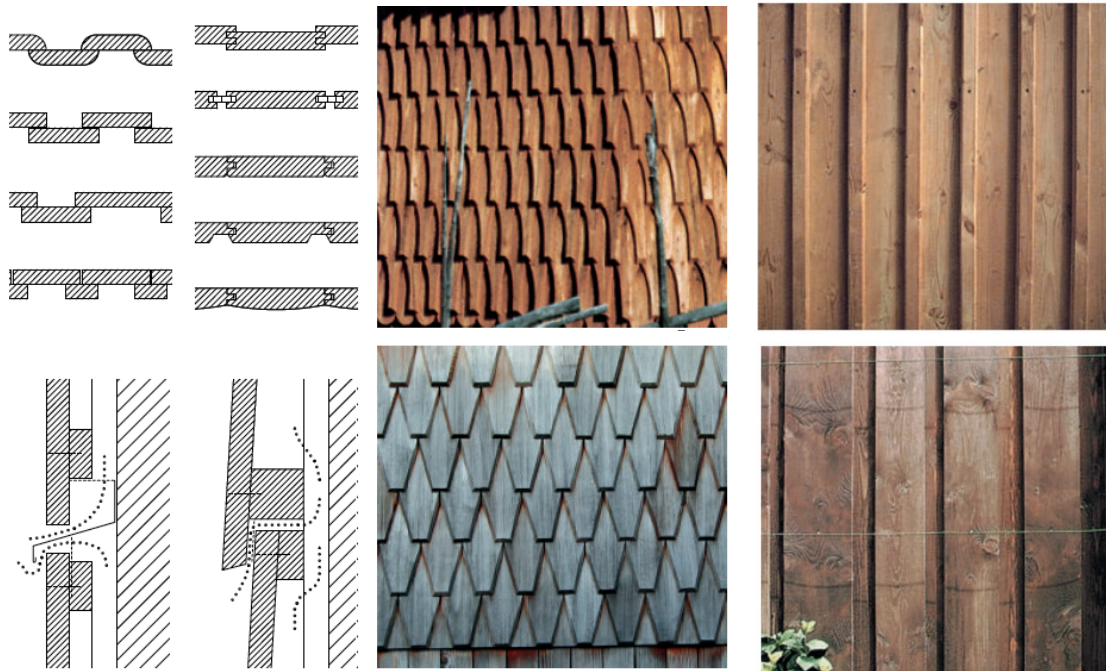


VERTIKÁLNÍ MASIVNÍ LAMELY – DEKORACE + SOUKROMÍ



Obr 25 RŮZNÉ DRUHY DESKOVÝCH A LAMELOVÝCH DŘEVĚNÝCH FASÁDNÍCH OBKLADŮ

SKLADBA HORIZONTÁLNÍCH DŘEVĚNÝCH PROFILŮ FASÁDY



ZPŮSOBY PŘÍSTUPU VZDUCHU A PROVĚTRÁVÁNÍ

Obr 26 RŮZNÉ DRUHY SKLADBY A TVAROVÁNÍ ŠINDELOVÝCH NEBO PALUBKOVÝCH DŘEVĚNÝCH FASÁDNÍCH OBKLADŮ

▪ New University Library, CAYENNE FRANCE, rh + architecture, 2013

**KOMENTÁŘ:**

Hlavní architektonickým konceptem této budovy bylo vytvořit pomocí semi-transparentního pláště otevřený periferní prostor. Na rozdíl od konstrukce běžných domů s hmotou jakoby z jednoho kusu bez velkého kontaktu s okolím je tato budova obalena jakýmsi meziprostorem proměnlivých rozměrů nazývaným obrazně dle antické architektury „peristyl“. Tato jakási galerie je otevřený prostor, místo, kde se studenti setkávají a procházejí. Je to jakási další místnost mezi prostory uvnitř a venku, dobře chráněná před sluncem a deštěm.

Dojem z budovy je opravdu velmi zajímavý, stačí, vejít do meziprostoru který je tvořen jakousi druhou obálkou a rázem jste již součástí univerzitního kampusu ačkoliv se stále nacházíte venku. Celý tento předsazený plášť z horizontálních dřevěných stínících lamel kryje betonové masivní stěny budovy, je vyroben z jakéhosi stínícího a intimního filtru – dřevěné krajky, která objímá a odlehčuje betonové jádro.

Dřevěný filtr umožňuje:

- otevřít budovu všem v okolí na celé univerzitě,
- poskytnout další kolektivní prostor, přechodný prostor pro stimulaci družnosti – peripteros
- přivést do budovy tlumené světlo,
- nabídnout budovu velké jednoty ale zároveň dostatečně hravou, tvořící dominantu univerzitního kampusu.

**ZHODNOCENÍ:**

- +
- System druhé „kůže“ která stíní a zakrývá prostor
  - Architektonicky čisté a kvalitní řešení
  - Ekonomicky akceptovatelné
  - Energeticky velmi efektivní řešení
- 
- Pasivní řešení
  - Pocit uzavřenosti prostoru a budovy samotné
  - Dřevěné lamely jsou náročné na údržbu



Obr 27 HORIZONTÁLNÍ DŘEVĚNÉ LAMELY JAKO OBÁLKA KNIHOVNY  
NEW UNIVERSITY LIBRARY

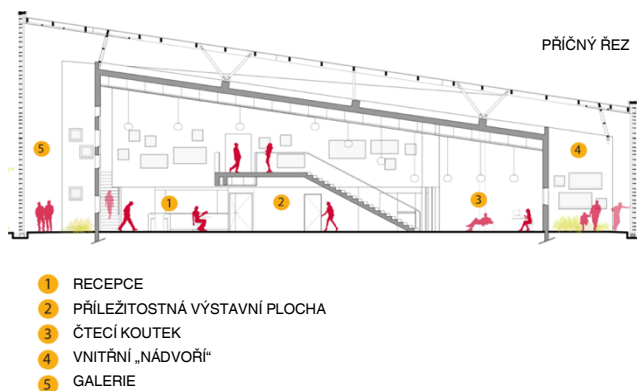


Schéma 22 ŘEZU BUDOVOU NEW UNIVERSITY



▪ Marine Base Amsterdam Building 27E, bureau SLA, HOLANDSKO 2016

**KOMENTÁŘ:**

Budova 27E – bývalé vzdělávací vojenské zařízení byla zrekonstruována ústřední vládní realitní kanceláří SLA. Aby zde Nizozemsko mohlo hostit předsednictví Evropské unie v první polovině roku 2016, byla budova dokončena v lednu 2016. Budova se nachází na nábřeží, vedle námořního muzea a vědeckého centra Nemo od Renza Piana. Vybudována byla v souladu s „pětibody nové architektury“ Le Corbusiera, vyvýšena nad zemí, na sloupech s typickými prvky navozujícími sochařský výraz.



Budova je koncipována jako velkoprostorová etážová hala, lze ji využít jako prostor pro práci, ale také se využívá k setkání většího počtu lidí na konferencích apod. Aby to bylo možné, byla provedena řada změn, z nichž nejvýraznější jsou velká vstupní hala, prostorné toalety, výtah a mimořádné nouzové schodiště. Každé patro má přibližně 500 m<sup>2</sup> čisté podlahové plochy.

Předsazená konstrukce je z masivního dřeva, ze dřeva Accoya, acetylovaného dřeva s vynikajícími udržitelnými vlastnostmi. Dominanta objektu, vzor stínění, může na první pohled vypadat náhodně, ale ve skutečnosti je interpretací všech státních vlajek zemí Evropského společenství s ohledem na nizozemské předsednictví EU v roce 2016.



Obr 28 PŘEDSAZENÉ KONSTRUKCE DŘEVĚNÝCH LAMEL - Marine Base building, 3x foto autor

**ZHODNOCENÍ:**

- + Systém pasivních stínících elementů z udržitelného materiálu
- Pasivní statické řešení  
Z pohledu architekta spíše povrchní řešení a estetická funkce  
Přírodní materiál náchylný na životnost

### 5.1.1.3. SOUČASNÉ MATERIÁLY

Tuto kategorii by bylo nejspíše možné zařadit jak do materiálů tradičních, nebo také novodobých, ale z pohledu lepší přehlednosti a také z důvodu úcty k čistě v přírodě se vyskytujícím, a tedy původním tradičním materiálům, jako je kámen, dřevo a keramika, bylo nutné vytvořit kategorii, která se nazývá materiály současné.

Za současné materiály, které se obecně vyskytují ve stavebnictví, a jejich použití pro předsazené pláště budov je v dnešní době vlastně nejčastějším jevem můžeme považovat zejména tyto:

#### SKLO

Navzdory své dlouhé historii není sklo někdy považováno za tradiční materiál, ačkoli některé typy, jako například vitráže, by tradičním materiálem pro zasklení být mohly. Z dnešního pohledu je ale sklo na úplně jiné úrovni – používá se prakticky na každé jednotlivé stavbě a jeho vlastnosti jsou z pohledu dnešního světa architektury nenahraditelné, jeho variabilita využití je obrovská – zejména proto je zařazeno do kategorie současných materiálů.

#### CEMENT – BETON

Od doby, kdy jej používali Římané, se cement jako složka betonu skutečně významně uplatnil až od konce 19. století. I vzhledem k tomuto „jen“ stoletému dědictví však není obvykle považován za „tradiční“. Beton je materiálem, který zažívá podobné obrození jako např. sklo – z pohledu současné architektury jsou zejména tyto 2 materiály jakýmsi dogmatem naší doby.

#### OCEL – PLECH

Rané formy oceli existovaly přibližně od roku 1800 př. n. l. a následně ji v historii používali Řekové, Římané, Indové a Číňané, ale obecně se nepovažuje za tradiční. Použití v architektuře se rozvinulo především v důsledku průmyslové revoluce v 19. a 20. století. Z pohledu dnešních fasád je nepřehledné množství povrchových úprav a vlastností ocelových konstrukcí i dalších komponent možností vzniku architektonicky originálních staveb, a to zejména v kombinaci s betonem a sklem.

## ▪ SKLO

Jedná se o jeden z nejvšestrannějších a nejstarších materiálů, ve stavebnictví se sklo masově používá cca od roku 1905. Velmi výrazným krokem k použití skla v architektuře ale bylo objevení tzv. „plaveného skla“ A. Pilkingtonem v roce 1959.<sup>61</sup> Od té doby se sklo používá ve stavebnictví k nepřebernému množství účelů – např. jako obkladový materiál, transparentní izolační vrstva, elegantní konstrukční prvek anebo jako prostý vnější zasklívací materiál do výplní otvorů obálky budovy. Více podrobností o vývoji použití skla v architektuře a zejména u předsazených fasád je uvedeno v kapitole 2.1 – Vývoj a kapitole 5.1.2.2.2 – Dvojitě transparentní fasády. Samozřejmě, že s příchodem nových technologií a zároveň požadavkům ekologii a udržitelnosti ve stavebnictví, prochází produkce a použití skla neustálou transformací. Nejnovější trendy ve využití skla v architektuře se dají označit tyto technologie a použití:

### NEJČASTĚJŠÍ TYPY A ÚPRAVY SKLA PRO FASÁDY:

#### PLAVENÉ SKLO

Luxfery, Pískované dělicí příčky apod. Na rozdíl od tabulového taženého skla je plavené sklo vysoce kvalitní, čiré sklo s rovnými plochami. Dnes slouží jako základní materiál pro většinu systémů s výplní dvojitým i trojitým zasklením používaných na fasády. Maximální standardní rozměr tabule je

#### ORNAMENTÁLNÍ SKLO

tyto druhy skla jsou spíše ve vztahu k estetickému charakteru, nicméně i ve vztahu k úspoře energií lze například pískováním z čistě průhledného skla vytvořit částečně stínící element, mezi další grafické úpravy skleněných panelů patří leptání, broušení, tažení a jiné..

#### BEZPEČNOSTNÍ SKLO

označované jako bezpečnostní (ESG), je to tepelná forma úpravy, která zajistí skleněným tabulím vysokou odolnost proti tepelnému šoku, Spolu s lepeným sklem (VSG), které je opatřeno folií pro lepší pevnost a odolnost proti proražení jsou tato skla mechanicky mnohem odolnější, dalším odolným sklem může být sklo vyztužené – např. drátosklo

#### SPECIÁLNÍ SKLO

například PROTIHLUKOVÉ sklo opatřené speciální folií, nebo LAKOVANÉ sklo s vlastnostmi proměnnými dle typu lakování, další povrchové úpravy jako je antireflexní vrstva, sitotisk, nebo dekorativní smaltované potisky a jiné, speciální formou skla může také být také sklo s elektrochromními vlastnostmi, kdy pomocí elektrických impulsů sklo mění například svou průhlednost

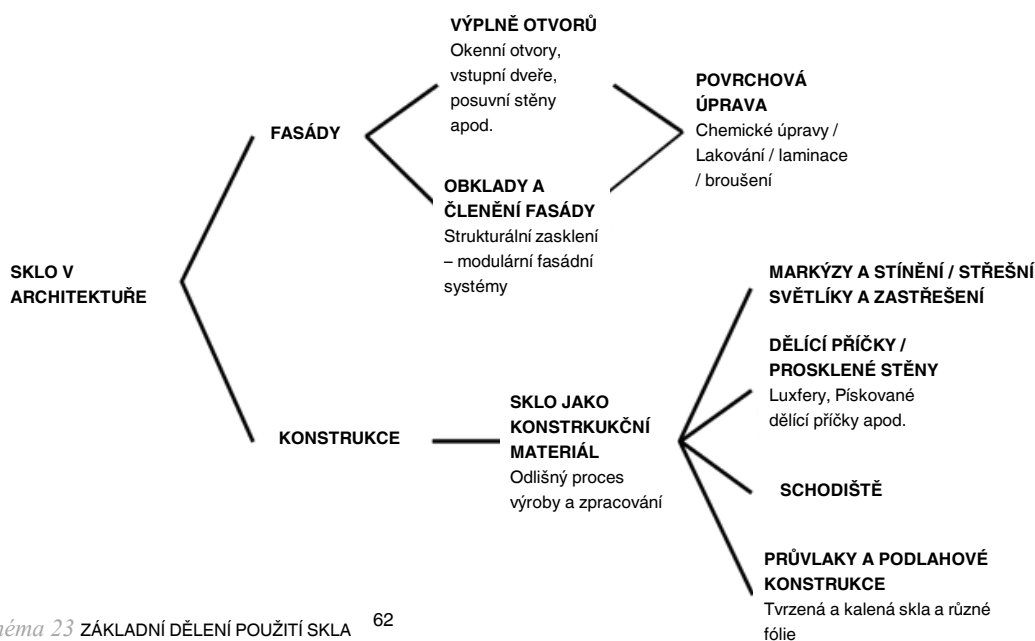


Schéma 23 ZÁKLADNÍ DĚLENÍ POUŽITÍ SKLA

62

<sup>61</sup> HERZOG, Thomas, KRIPPNER, Roland, LANG, Werner, Facade Construction Manual, BIRKHAUSER Architecture, 2008, ISBN 10: 3764371099

<sup>62</sup> Glass [online]. Understand building construction [vid. 25.8.2020]. Dostupné z <http://www.understandconstruction.com/glass.html>

- **VLASTNOSTI SKLA:**

**Transparentnost:** Tato vlastnost umožňuje vizuální spojení s okolním světem. Jeho průhlednost může být trvale změněna přidáním příměsí do počátečního mixu surovin, ze které se sklo vyrábí. Za předpokladu použití nových technologií se mohou např. čiré skleněné panely používané v budovách zcela zneprůhlednit za pomoci elektrických signálů – Elektrochromatické zasklení

**Hodnota U:** Hodnota PROSTUPU TEPLA – U je měřítkem toho, kolik tepla se přenáší přes okno. Čím nižší je hodnota U, tím lepší jsou izolační vlastnosti skla – tím lepší je udržení tepla nebo chladu v budově

**Pevnost:** Sklo je křehký materiál, ale s příchodem vědy a techniky mohou určité vrstvené hmoty a příměsi zvýšit svůj modul roztržení (schopnost odolat deformaci při zatížení).

**Skleníkový efekt:** Skleníkový efekt se vztahuje k okolnostem, kdy krátké vlnové délky viditelného světla ze slunce procházejí sklem a jsou absorbovány, ale delší infračervené záření z ohřátých předmětů není schopno sklem projít. Toto zachycení vede k většímu ohřevu a vyšší výsledné teplotě.

**Variabilita využití:** Sklo je možné zpracovat mnoha způsoby. Může být vyfukováno do různých tvarů, vytaženo nebo stlačeno. Je možné získat sklo s různými vlastnostmi – čiré, bezbarvé, rozptylové a zbarvené.

**Recyklovatelnost:** Sklo je 100% recyklovatelné. Jako suroviny ve sklářském průmyslu se používají střepy z drceného nebo odpadního skla, shromážděné pro opětovné roztavení, jako přísady do betonových konstrukcích apod.

**Koeficient zisku solárního tepla:** jedná se o zlomek dopadajícího slunečního záření, který skutečně vstupuje do budovy celou okenní sestavou jako tepelný zisk.

**Viditelná propustnost:** Schopnost filtrovat pouze viditelné spektrum světla, které prochází sklem.

**Energetická účinnost a akustická regulace:** Energeticky úsporné zasklení je termín používaný pro popis dvojitého zasklení nebo použití trojitého zasklení v moderních oknech v domácnostech. Na rozdíl od původního jednoduchého zasklení nebo dvojskla energeticky úsporné zasklení obsahuje např. kovové povlaky (s nízkou emisivitou), které zabraňují úniku tepla skrze okna. Vzduchová bariéra vícevrstevných zasklení také zvyšuje akustickou regulaci.

- AGC glass building, Ottignies - BELGIUM, Samyn and Partners, 2014

#### KOMENTÁŘ:

Výrobce skleněných jedinečných produktů AGC je velkým inovátorem v této oblasti. Na této budově můžeme najít téměř všechny možnosti použití skla na předsazené fasádě. Zejména proto jsem ji zařadil do výběru. Projekt demonstruje použití produktů na bázi skla (skla průhledná, smaltovaná a pískované sklo, LED sklo, sítotiskové sklo, skla s fotovoltaickými panely atd.)

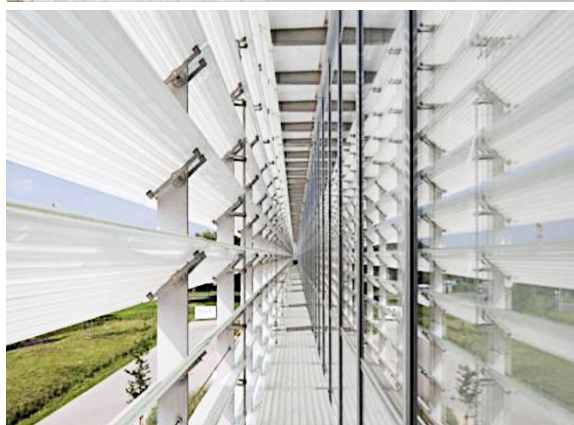
Obvodová předsazená skleněná fasáda je vybavena celoskleněnými leptanými slunečními clonami, které se automaticky natáčejí ke slunci. Filtrace světla poskytovaná těmito lamelami ze skla je možná, protože jejich povrch byl ošetřen a potišťen střídavými bílými pruhy, které umožňují průchod rozptýleného přirozeného světla. Sklo bylo použito doslova všude – například parapet je tvořen neprůhledným podlakovaným sklem. Toto řešení zejména v létě minimalizuje tepelné zisky a a to díky své odrazivosti, kdy v součinnosti se skleněnými výplněmi leptanými (na vnější straně) a smaltovanými (uvnitř).

Z hlediska energetické náročnosti bylo cílem budovy dosáhnout nulové spotřeby energie. Úspora energie v celém rozsahu (přirozené světlo, izolace atd.), použití účinných materiálů (energeticky úsporná cirkulace energií, regulace tepelných zisků. v létě atd.) a spoléhání se na obnovitelné zdroje energie (fotovoltaické panely, zemní vrtý tepelného čerpadla atd.) toto umožnily. Projekt byl certifikován v rámci VALIDEO a/nebo BREEAM.

#### ZHODNOCENÍ:

- +

  - System pasivních a aktivních elementů fasády
  - Možnost regulace
  - Velmi elegantní
- - Technologická náročnost provedení
  - Ekonomická náročnost řešení
  - Křehký materiál náchylný na mechanické poškození



Obr 29 PŘEDSAZENÁ KONSTRUKCE SKLENĚNÝCH LAMEL  
- AGC GLASS building

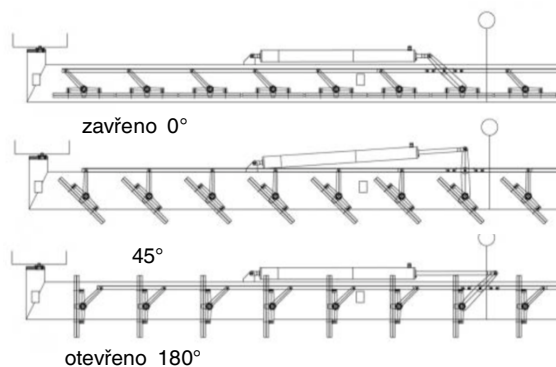


Schéma 24 MECHANICKÉHO NATOČRNÍ LAMEL – AGC GLASS



## ▪ BETON (CEMENT)

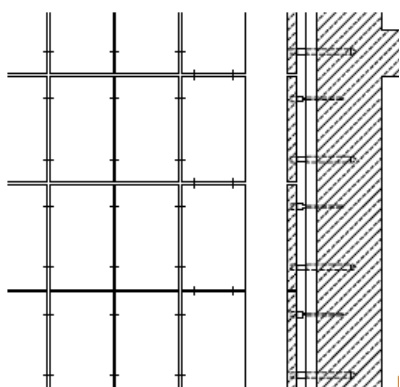
Beton je první umělý a heterogenní stavební materiál, označený jako důležité stádium vývoje v historii stavebnictví. Beton je extrémně odolný, lehce zpracovatelný, snadno se napojuje a ve spojení s ocelí má velmi vysokou únosnost. Železobeton byl proto také obecně přijat pro své kvalitní strukturální účely a díky této své schopnosti otevřel nové cesty (úplně nových) různých forem konstrukce. Existují také různé možnosti využití betonu ve fasádě, tyto jsou však obecně výrazně méně rozšířené – většinou kvůli zjednodušení výstavby. Jako „monolitický“ stavební materiál, který lze zpracovat jakoby z jedné formy. Kromě na místě stavby vyrobené betonové fasády je zde také obrovský strukturální a architektonický repertoár, od velkých panelů až po malé zdicí bloky. V souvislosti s pojmem „betonové fasády“ se snažím omezit repertoár příkladů k aplikacím na bázi cementu a betonu jako stavební materiál. Přitom se chci soustředit především na úspěšné estetické a energetické aplikace, které lze dohledat.

Tyto aplikace lze obecně rozdělit do pěti kategorií:

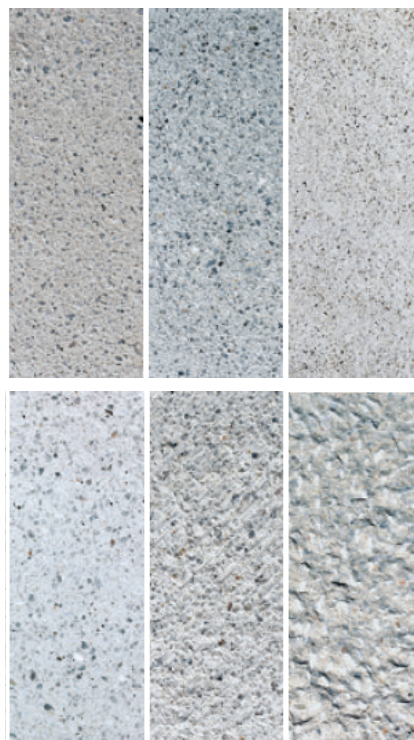
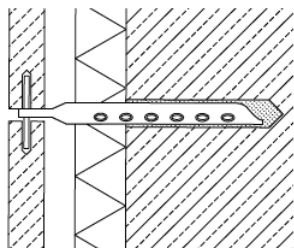
- pohledový beton
- prefabrikovaný beton
- předvyrobené obkladové desky
- ztracené bednění a jiné stavební prvky
- cementové desky a panely

Tyto různé možnosti jsou rozděleny dle odlišných výrobních technik. V rámci tohoto rozdělení je dále možnost pro úpravy např. jak barevné, tak strukturální a například:

- lehčený / masivní konstrukční beton
- izolační / tepelně akumulací beton
- hustá mikrostruktura / otevřené póry



PŘÍKLAD KOTVENÍ A SKLADBA TENKOSTĚNNÝCH CEMENTOVÝCH OBKLADŮ



RŮZNÁ BAREVNOST A STRUKTURA BETONU

Schéma 25 KOTVENÍ BETONOVÝCH FASÁDNÍCH PANELŮ



▪ GALLERY OF MODERN ART – Munich, GERMANY, Stephan Braunfels, 2002

**KOMENTÁŘ:**

„Pinakothek der Moderne“ je muzeum moderního umění, které se nachází v centru Mnichova. Jednoduchou betonovou předsazenou fasádu, které dominuje bílý a šedý beton, přerušují velká okna a vysoké sloupy, které podpírají rozsáhlou baldachýnovou střechu. Někteří lidé jí považují za beztvářý modernismus postrádající místní anebo regionální kořeny, odsuzují ji jako „kartonovou krabici“, ta je ve skutečnosti ale zhotovena v důmyslném provedení dvouplášťové betonové konstrukce, která je příkladem energeticky efektivní fasády z předsazeného betonu.



Obr 30 BETONOVÁ DVOUPLÁŠŤOVÁ FASÁDA – Gallery of modern Art

**ZHODNOCENÍ:**

- +
- Dobrá akumulace budovy
- Efektivní pohledový beton při současné izolaci fasády
- 
- Technologická náročnost provedení
- Poměrně zastaralý systém
- Udržitelnost řešení

LEGENDA :

- 1 fasáda budovy:  
Pohledový beton 160 mm, finální povrch – glazovaná folie  
Tepelná izolace z polystyrenu 60 mm Styrodur  
280 mm železobeton  
15mm omítka
- 2 Pryžová granulovaná deska na separační vrstvě a vyhřívání žlabu
- 3 Lepená překližka, voděodolná
- 4 Rozptyl světla pozastaven  
strop, vrstvené bezpečnostní sklo s matnou úpravou
- 5 Ocelový obdélníkový dutý profil 6 Lícové zdivo:  
115 mm s integrovaným upevňovacím systémem  
15mm omítka
- 7 Sádrokartonový podhled 8 Žaluzie s hladkými žaluziemi
- 9 Zatemňovací roleta
- 10 vnější ocelová rámová konstrukce dvojitých oken

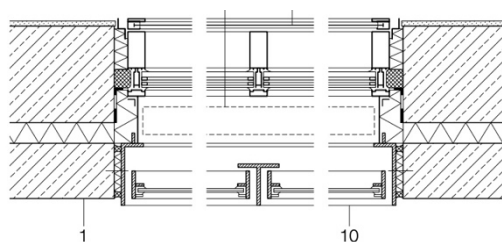
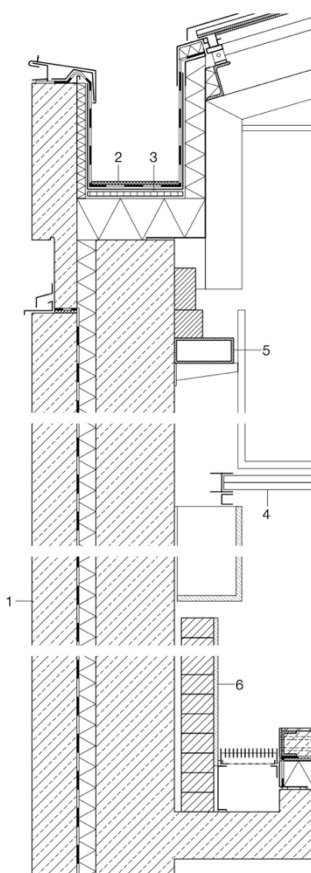


Schéma 26 VERTIKÁLNÍ A PŮDORYSNÝ ŘEZ FASÁDOU



- Nové divadlo v Plzni, OBERMEYER HELIKA a.s., Vladimír Kružík, 2014

### KOMENTÁŘ:

Jedná se o první budovu v Česku s fasádou obsahující 600 m<sup>3</sup> probarveného betonu.

*„Sytě červeného zbarvení betonu bylo dosaženo pomocí anorganického pigmentu na bázi červeného oxidu železa. Dosavadní výzkumy ukázaly, že tyto pigmenty mají velmi dobré vlastnosti s ohledem na dlouhodobou stálost odstínu a jsou odolné i při dlouhodobém vystavení negativně působícím faktorům.“<sup>63</sup>*

Barevná hra se rozehrává také při setmění, kdy je u hlavního vstupu nasvícení unikátní betonové předsazené fasády spojeno přímo s jevištním osvětlením a fasáda je tak vlastně venkovní součástí představení.

Dalším unikátním betonovým prvkem divadelní budovy je předsazená „děrovaná“ fasáda na její jižní straně, která představuje jakousi venkovní jevištní oponu. Stěna z betonu se mírně naklání dopředu, jako by zvala diváky do divadla. Děrovaná předsazená betonová konstrukce je monolit - tedy musela být betonována najednou, tedy bez technologických a pracovních přestávek.

Toto netradiční řešení je velmi zajímavým příkladem využití betonu v architektuře předsazených fasád – nakloněná masivní betonová stěna je nejen výrazným architektonickým a designovým prvkem, také slouží svým výrazem jako kompoziční moment zvýrazňující hlavní vstup. Svou orientací na jih, zabraňuje přehřívání hl. foyer a zároveň svou perforací umožňuje dostatečný vstup světla.

### ZHODNOCENÍ:

- +
- Architektonicky efektní řešení monolitické předstěny
- Efektní pohledový beton zabraňuje přehřívání hl. foyer
- 
- Technologická náročnost provedení
- Udržitelnost řešení



Obr 31 BETONOVÁ PŘEDSAZENÁ FASÁDA – HRA BAREV



Schéma 27 ÚHLU A PŘEDSAZENÍ BETON. SCÉNY DIVADLA

<sup>63</sup> Pohledové betony na Novém divadle v Plzni [online]. ABS Portál [vid. 25.7.2020]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/zaklady-a-hruba-stavba/cement-a-beton/pohledove-betony-na-novem-divadle-v-plzni>

## ▪ KOVOVÉ A PLECHOVÉ FASÁDY

Použití kovu vyžaduje vysoký stupeň prefabrikace a také velkou přesnost. S rozmachem použití kovových fasád pomáhal vývoj v automobilovém a železničním průmyslu, jehož rozkvět probíhal současně s tímto odvětvím. Tato výhoda vedla k možnosti využití systémů a technologií z automobilového průmyslu také pro stavební prvky – např. fasádní součásti, které by mohly být vyráběny ve velkém množství. Tato tendence se zejména projevila v možnostech produkovat ne celou fasádu nebo konstrukci budovy, ale spíše jen její části – vnější ochranný plášť dle potřebných kritérií. První kovové fasády vznikaly na bázi kolejových profilů a dalších standardních ocelových profilů, které byly optimalizovány pro určité případy (stavby). Podobné nápady vznikaly např. od architektů, jako je Ludwig Mies van der Rohe, a vedly k vývoji speciálních fasádních profilů a prvků. Na konci tohoto období měl postupný vývoj za následek zcela nový typ fasády nesoucí pouze svou vlastní hmotnost. Tento typ fasády se stal známý jako lehký obvodový plášť – LOP. Tento typ konstrukce byl důležitý pro vývoj kovových fasád, protože bylo nutné, aby se materiál zakrývající konstrukci podlaží a parapetní část co nejvíce přibližoval materiálu kovových nosných sekcí. To vedlo k fasádám, jejichž vzhled je, mimo rozsáhlého použití skla, především charakterizován jednotnou podobou – zpravidla použitím jednoho druhu kovu. Kromě ušlechtilé oceli, se objevují také kovy, jako je nerezavějící ocel, hliník, bronz nebo corten – předkorodovaná ocel. V Evropě se zavěšené a předsazené kovové fasády začaly objevovat asi kolem r. 1955.<sup>64</sup>

### ▪ VIZUÁLNÍ STRÁNKA

Díky své trvanlivosti je kov oblíbeným materiálem pro vnější plášť letadel, vozidel, vlaků, lodí apod. Estetická stránka odvozená z dopravního odvětví také hrála významnou roli v architektuře. Použití kovu pro vnější pláště budov je ideální pro tzv. "hitech" podobu fasády budovy. Současný vývoj v oblasti kovových fasád je směřován především s ohledem na vhodné využití tohoto materiálu pro opláštění velmi volně navržených stavebních forem – organické stavby. To je možné díky použití počítačem navrhovaného designu a zpracování kovů pomocí programovatelných strojů a použití velmi tenkých plechů na vysoce únosném plášti, tvořeném nosnými ocelovými rámy.

---

<sup>64</sup> HERZOG, Thomas, KRIPPNER, Roland, LANG, Werner, *Facade Construction Manual*, BIRKHAUSER Architecture, 2008, ISBN 10: 3764371099 (volný překlad autora)

## ▪ MATERIÁLOVÉ VLASTNOSTI

Většina z kovů používaných na obklad fasád se nepoužívá v čisté formě, ale spíše jako slitiny. Tabulka pod tímto textem ukazuje příslušné vlastnosti nejběžnějších kovů používaných na fasádách. Obecně dělíme kovové materiály na 2 kategorie „lehké kovy“, patří mezi ně třeba hliník, titan jsou kovy s nižší hustotou, a tedy velmi zajímavou hmotností. Naopak „těžké kovy“ jsou velmi hmotné a pro použití na předsazených fasádách slouží spíše v konstrukčních ohledech, kdy je potřeba velké pevnosti a odolnosti. Všechny kovy jsou plynotěsné, a tím i parotěsné. Chování při změnách tepla – tepelná roztažnost je důležitá zejména ve stavebnictví, protože to vede ke změnám rozměrů, což musí být kompenzováno vhodnou formou spojování a montáže. Kromě teploty vzduchu je hlavním faktorem sluneční záření, které řídí růst teploty v materiálu. To je dáno zejména barvou, reflexními a absorpčními vlastnostmi příslušného kovu. Většina kovových materiálů reaguje na vlivy okolního prostředí, a tím mění svůj vzhled. V některých kovech jsou tyto korozivní procesy velkým problémem z hlediska jejich vhodnosti pro stavební účely. Ocel například může změnit svůj objem až sedmkrát, když koroduje. Vyluhování doplňkových sloučenin z kovů může mít za následek změnu barvy (měď, ocel) vlivem povětrnostních podmínek, nebo mohou být následně vysoce toxické. Některé kovy naopak nepodléhají korozi (nerezová ocel apod.), zatímco jiné tvoří regenerační antikorozi vrstvy (patina, viz schéma níže), a to buď samostatně nebo s vnější pomocí. Třetí skupina (železo a ocel) vyžaduje zvláštní zacházení s cílem bránit vlivům na životní prostředí. Opatření na ochranu proti korozi a v případě potřeby jiné povrchové úpravy musí být k životnímu prostředí bezpečné.

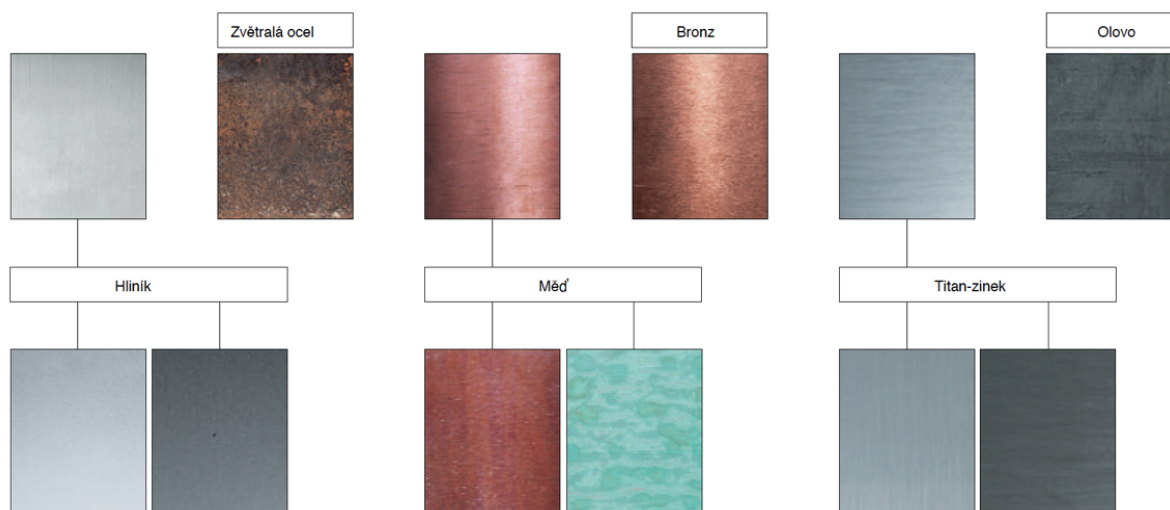
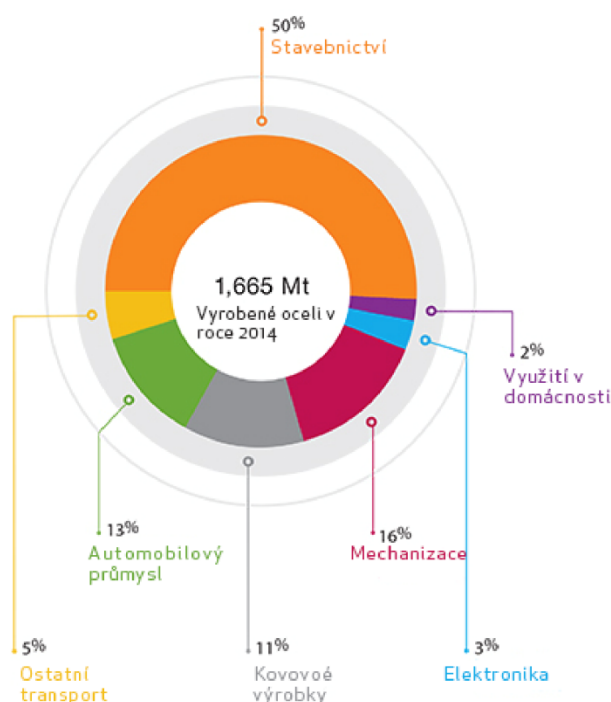


Schéma 28 Povrchy kovů s přírodní i umělou tvorbou koroze a patiny (výběr)

## ▪ UDRŽITELNOST, EKOLOGIE

Ocel je trvanlivý, znovu použitelný a 100% recyklovatelný materiál a jeho životnost je jednou z klíčových vlastností, které tvoří složku udržitelnosti u tohoto materiálu. Možnost opětovného použití bezpočtu výrobků – od kancelářské sponky po automobilové součástky a železniční tratě, dává oceli velmi dobrou pozici pro udržitelnou výstavbu také ve stavebnictví. Široká škála výrobků z oceli, jako automobilové motory a větrné turbíny, může být repasována pro opakované použití s využitím trvanlivosti ocelových součástí, které nepodléhají degradaci. Oba způsoby opětovného použití – recyklace a repasování – mohou prodloužit celkovou životnost výrobku, a tím šetřit cenné suroviny.

Vysoká míra recyklovatelnosti je dalším klíčovým faktorem, který přispívá k tomu, že ocel můžeme za určitých okolností považovat za udržitelný materiál. Životní cyklus výrobku z oceli je potenciálně nekonečný, protože lze snadno obnovit a je 100 % recyklovatelný bez ztráty kvality. Díky tomu je jeden výrobek stálým zdrojem pro společnost – tak dlouho, než dojde na konec svého cyklu životnosti. Poté se ekologicky využije v podobě 100 % šrotu.



TAB. 2 Graf využití celkové produkce oceli v jednotlivých odvětvích v roce 2014

Spotřebitelský odpad musí být shromažďován a připraven (například drcením a lisováním). Vzhledem k vysoké hodnotě ocelového šrotu existují hospodářské pobídky, které pomáhají udržet vysokou úroveň recyklace. Ocel je nejvíce recyklovaný materiál na světě, s více než 650 miliony recyklovaných tun ročně<sup>65</sup> včetně předvýrobního a spotřebitelského odpadu. Recyklace také představuje významnou úsporu energií a surovin v materiálech: více než 1400 kg železné rudy, 740 kg uloženy v každé tuně ocelového šrotu přeměněného na novou ocel.

<sup>65</sup> Sustainable steel [online]. Worldsteel [vid. 2.9.2018]. Dostupné z: <http://www.worldsteel.org/steel-by-topic/sustainable-steel.html>

## ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ:

### ▪ FASÁDY – PLECHOVÉ PLNÉ

Kromě materiálově souvisejících spojů, je určující také typ upevnění k nosné konstrukci. U kovových fasád je upevnění obvykle odnímatelné (například šrouby, svorníky apod.), může být také zvoleno kloubové nebo jiné spojení. Některé měkké kovy, jako je olovo, jsou vhodné i pro přibití. Samořezné šrouby se používají pro spojování plechů k sobě nebo k nosné konstrukci. Nechráněné nýtované spoje, které po dlouhou dobu byly charakteristickým rysem zámečnické práce ve stavebnictví, se již téměř nepoužívají.

H = horizontální použití, V = vertikální použití

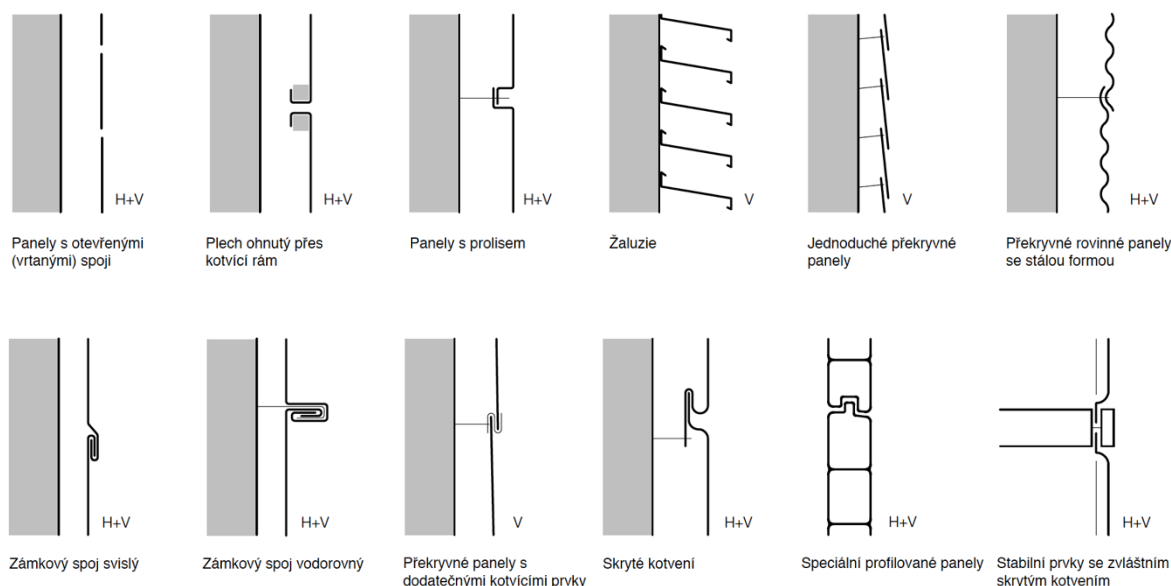


Schéma 29 Výběr z nejčastějších základních forem spojení pro kovové fasády

Dále rozlišujeme větrané i nevětrané konstrukce a konstrukce s a bez prvků zakrývající nebo zavírající spáry spojů. Dalším rozlišovacím kritériem je způsob, kterým jsou fasádní prvky připevněny. Toho lze dosáhnout výběrem vhodného formátu, v závislosti na materiálu a tloušťce materiálu, ale také prostřednictvím dodatečných opatření ke stabilizaci, jako je například skládání, zvlnění, nýtování, nebo kombinace těchto postupů k vytvoření sendvičových prvků.



Některé tvarovací procesy, jako je vytlačování, mohou vytvářet skutečně stabilní prvky. Na rozdíl od většiny jiných materiálů, kovy jsou vhodné pro vytváření fasád s velmi vysokým stupněm prefabrikace. Velikosti plechů a tvarovací techniky, plus relativně nízká hmotnost (zejména hliník) ve spojení s velkou robustností, pevností je vzhledem k povětrnostním vlivům více než příznivá k výrobě velkoformátových prvků. Takové prvky se nejčastěji objevují např. ve formě panelů, žaluzií apod. tyto představují velmi ekonomické řešení. Nicméně, tradiční, manuální metody obrábění kovů, které vyžadují skládání nebo ohýbání na místě, jsou také stále používány. Konstrukce kovových fasád vyžaduje výrazné zohlednění změny teploty při montáži a v případě výrobní tolerance. Materiálové pnutí, které by mohlo poškodit konstrukci (a které lze často slyšet!) musí být za každou cenu eliminováno, proto musí být spoje přiměřené velikosti a, schopné určité dilatace.

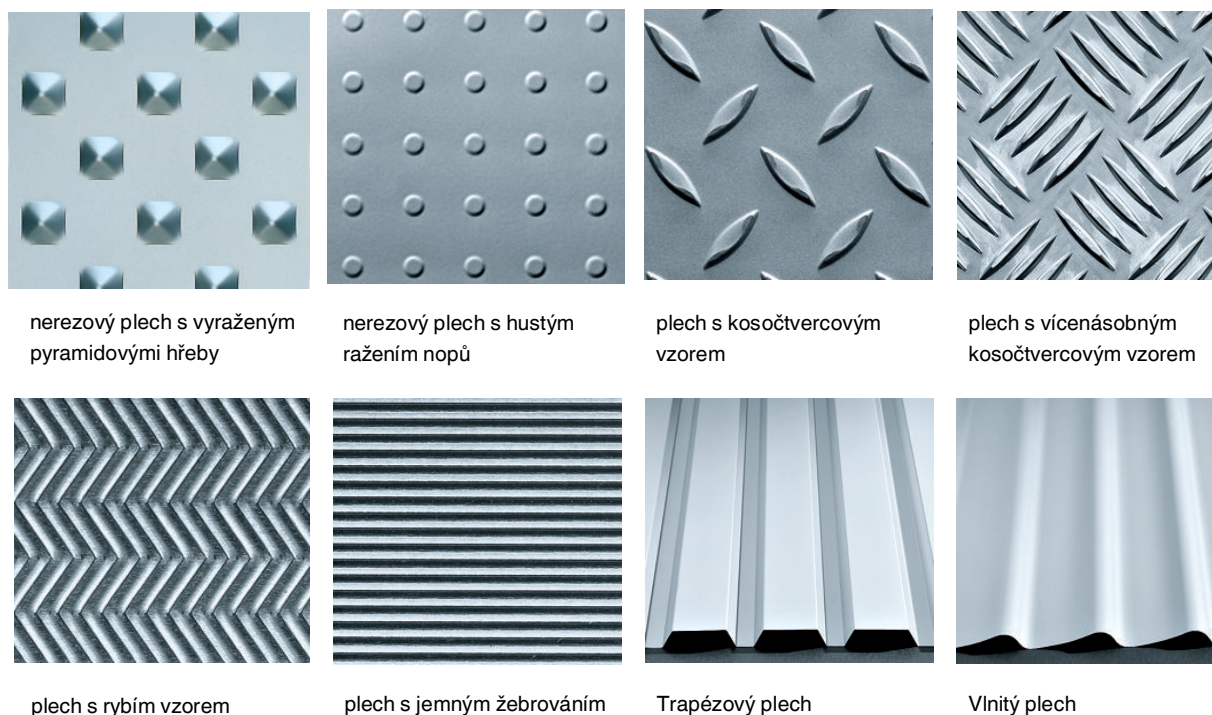
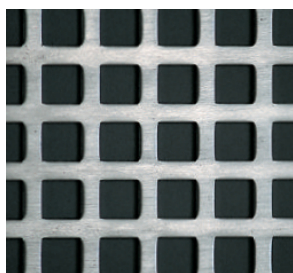


Schéma 30 Příklady vzorů a tvarování nerezových a jiných plechových fasádních panelů

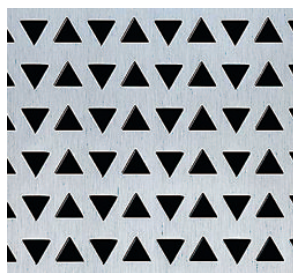
## ▪ PERFOROVANÉ PLECHY

Otvory jednoduchých, více úhelníkových nebo nepravidelných geometrických tvarů v rovné nebo zaoblené ploše lze jednoduše vyrobít z perforovaných plechů. Maximální velikost dílců je zpravidla podstatně menší než u kovových sítí, ale jsou velmi esteticky zajímavou a ekonomicky úspornou formou kovových obkladů. Nejčastěji se vyrábí z plávkové oceli upravené barvou nebo polyesterovým práškem nebo z hliníku. Jejich výroba je velmi jednoduchá, počet otvorů, jejich rozestup a velikost a tím podíl perforace lze jednoduše poměrově stanovit, a proto mají mnoho variant a možností použití ať už jako stínící prvky nebo světlo propustná, neprůhledná ochrana soukromí.

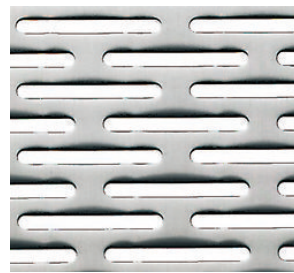
Ocelové a hliníkové plechy se zpravidla vyrábí v rozměrech 3 x 2,5 metru s tloušťkou 3 mm. To umožňuje vyrobít dostatečně velké panely i s ohledem na zatížení větrem a tvarovou stálost. Obecně platí, že čím větší procentuální podíl perforace, tím menší zatížení panelu větrem a naopak. Panely z perforovaného plechu se běžně upevňují do kce z rámu z úhelníků a kovových profilů. Perforace se zpravidla provádí pomocí řezaček s vodním paprskem, které umožňují velkou variabilitu otvorů a procenta perforace.



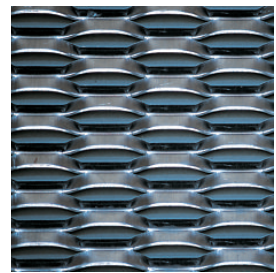
Čtvercové děrování, nerezová ocel



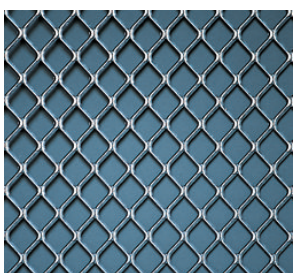
Trojúhelníkové děrování, nerezová ocel



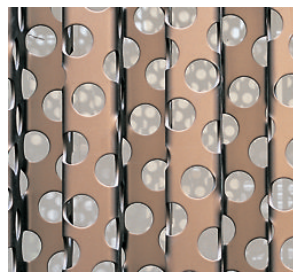
Mezilehlé štěrby, nerezová ocel



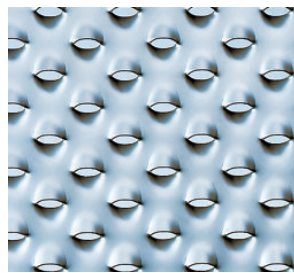
Tahokov – uzavřená struktura



Tahokov – otevřená struktura



Kruhové děrování, ohýbaný plech - tombak



Prořezávaný plech, nerezová ocel

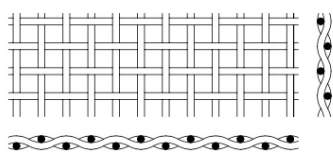


Mřížování – tyče / dráty, nerezová ocel

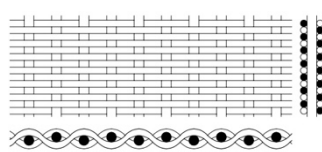
Schéma 31 Příklady vzorů a tvarování nerezových a jiných perforovaných fasádních panelů

## ▪ KOVOVÉ TKANINY (SÍTĚ)

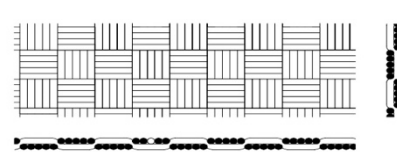
Původ „průsvitných“ kovových tkanin lze nalézt v průmyslových aplikacích (například u filtrů a potravinářských sítí). Stejně jako u děrovaného plechu, i zde se nabízí možnost použití jako světlo-propustné, částečně neprůhledné opláštění budov. Jak materiál a fasáda jako taková působí, je v zásadě určeno reflexními vlastnostmi použitého materiálu, volbou tvaru a velikosti otvorů – ok – sítě / vlnkování a tloušťkou nebo strukturou materiálu. Kromě vizuální stránky mohou v případě potřeby kovové tkaniny také plnit funkční požadavky (například stínění, ochrana před větrem a počasím, ochrana soukromí, úpravu vniku světla, zabezpečení). "Průsvitnost, průhlednost" lze upravit změnou velikosti ok, otvorů a hloubkou reliéfu zaplétané struktury. Podobným způsobem jako u membránových materiálů, kovové tkaniny mohou být instalovány s předpětím. Kovové tkaniny mohou být na zakázku vyrobených v téměř neomezené velikosti – prakticky v obou směrech – aby se zabránilo nutnosti napojování a použití švů, které mohou rušit vizuální efekt. Maximální šířka, ve které může být látka dodávána je obecně omezena na 8 m z důvodu dopravy. Příklady dostupných druhů tkanin jsou:



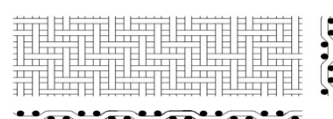
Hladká vazba jednoduchá vlna



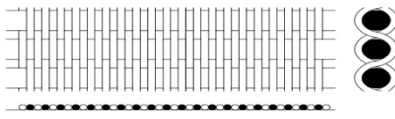
Keprová vazba jednoduchá vlna



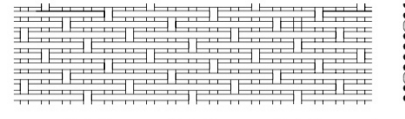
Panelová vazba 5ti panelová



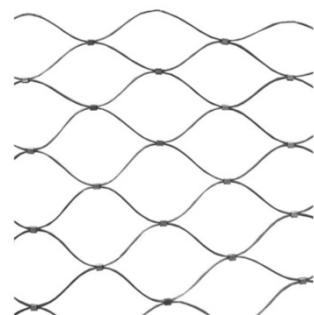
Keprová vazba – šikmá



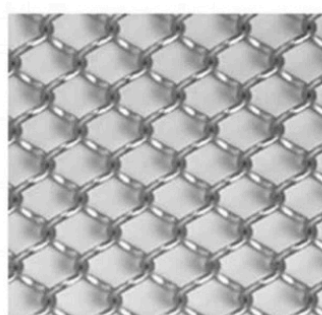
5ti vřetenová vazba – lineární pancéřová



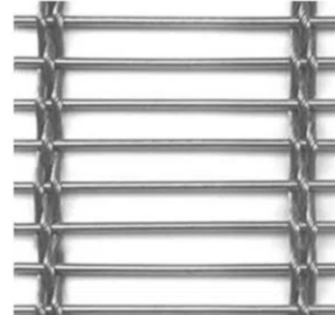
vřetenová vazba – 5ti vřetenová



X-tend nerezová lanka spojovaná patentovanými spojkami



Ohýbaná drátová tkanina



Zaplétané rovné pruty tvořící síť

Schéma 32 Příklady vzorů a způsobů pletení kovových tkanin



▪ **Metallic Mucharaby 3x10 HOUSE – HO CHI MINH, VIETNAM, Anh Dung To, 2014**

**KOMENTÁŘ:**

Možnost použití plechů s jakýmkoliv typem a velikostí výřezů otevírá nové možnosti sluneční ochrany. Takovým příkladem je i vybraný vietnamský dům, který využívá tyto možnosti jako formální prostředek architektonického návrhu. Perforovaná předsazená konstrukce tvoří ideální kombinaci ochrany před slunečním zářením, přehříváním, aniž by se jednalo o sluneční clony a zároveň poskytuje dostatečnou viditelnost skrz fasádu.

V neposlední řadě je zajímavé všimnout si různé hustoty perforace a velikosti děr, ty jsou zvoleny dle určitých pravidel, která napodobují tradiční arabskou mříž, větší neprůhlednost se nachází v horní části, aby se zabránilo oslnění, a větší transparentnost ve středních částech pro lepší viditelnost skrz.

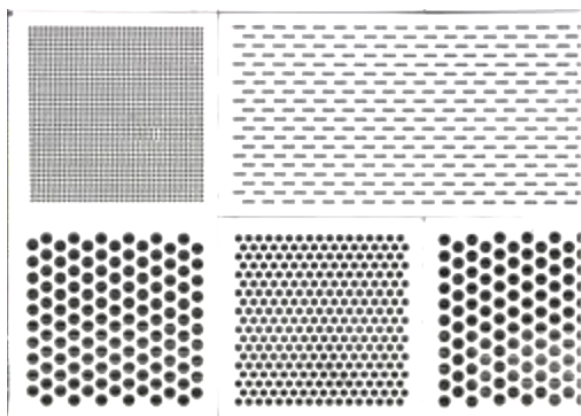
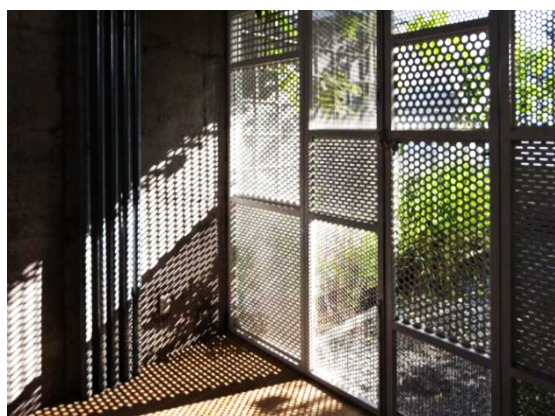


Schéma 33 použité druhy perforace 3x10 house



Obr 32 PERFOROVANÁ PŘEDSAZENÁ FASÁDA – 3x10 house

**ZHODNOCENÍ:**

- +

Sofistikovaný systém perforace – hustší perforace ve vyšších polohách – lepší stínění, nebo v nižších polohách pro větší soukromí  
transparentnější perforace v nižších polohách podlaží nabízí lepší světelnou pohodu v interiéru  
Slouží také jako akustická bariéra a zároveň lze přirozeně větrat  
Bez pohyblivých částí stínění - dlouhá životnost
- Esteticky velmi specifické řešení  
Statické řešení – má své limity  
Může způsobovat vizuální nepohodu v interiéru

- The Norwegian Meteorological Institute, Oslo, NAL 2011

**KOMENTÁŘ:**

Nová budova Meteorologického ústavu na Blindernu je výsledkem procesu, kde bylo důležité zaměření na životní prostředí a klima. Na celkové úrovni je využita dualita v tom, že funkce veřejnosti a zaměstnanců jsou ve vyšší úrovni s přístupem přímo z terénu, zatímco technické oblasti jsou v nižší úrovni, přičemž přístup k nim je z operativního dvora na zadní straně závodu. Zdejší terén poskytuje přímý a univerzálně řešený přístup do správné úrovně na obou stranách.



Požadavky na uzavřenost a otevřenost položily základy pro použití materiálů na vnější předsazené fasádě. Děrované hliníkové desky mění charakter z uzavřeného a bezpečného na „vzdušný, ale bezpečný“, tam, kde je to nutné. To se hodí mimo jiné tam, kde perforovaný materiál fasády tvoří clonu kolem chladicích strojů na střeše. Perforace jsou sestaveny do vzoru mraků a oblak, který vyjadřuje hlavní činnost a roli instituce sídlící v budově.



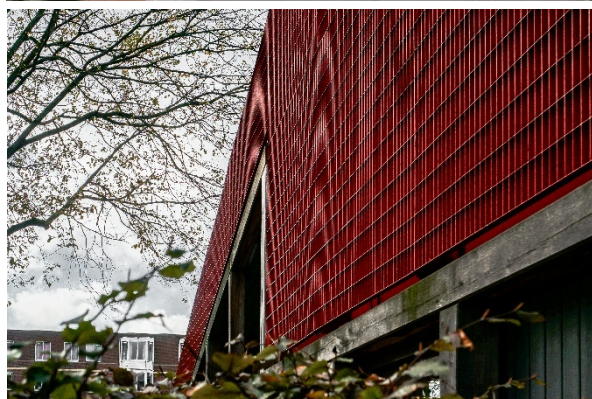
Obr 33 PERFOROVANÁ PŘEDSAZENÁ FASÁDA – Norwegian Meteorological institute, FOTO autor

- Unique playground, Amsterdam, Rotocoat, 2017

Oblast Zeehelden v Amsterdamu je domovem všestranného hřiště Zuiderwaard, kde si děti mohou dovádět a hrát si na velkém dřevěném hřišti s pohyblivými můstky, hravými schůdky a požárními tyčemi, které lze sklouznout dolů. Pro větší děti je k dispozici velká železná klec, kde si mohou zahrát basketbal nebo fotbal.

Hřiště má další nápadný vzhled díky svému tvaru a zbarvení. Dřevěné rámy nesou konstrukci s červenými ocelovými plnými rošty a červenými schody ve shodné barvě. Tyto schůdky slouží jako vyhlídková věž, propouštějí vodu, tlumí hluk a mají drsný povrch, díky čemuž je schodiště snadné a bezpečné.

Nápadná červená žárově zinkovaných poro-roštů, dodávají hřišti jedinečný, nápadný a hravý vzhled. Který opravdu zaujme na první pohled.



Obr 34 PERFOROVANÁ PŘEDSAZENÁ FASÁDA – Unique playground, FOTO autor

#### 5.1.1.4. NOVODOBÉ MATERIÁLY – „HI-TECH“

Tyto materiály byly zavedeny do strojírenského průmyslu, aby pomohly splnit vyšší požadavky na vlastnosti materiálů v oblastech jako jsou: pevnost, funkčnost, odolnost proti deformaci, nízká hmotnost, odolnost proti korozi, vysoká teplotní odolnost, efektivita zpracování materiálu, udržitelnost a multifunkční použití. Samozřejmě v dnešním světě se také stále více prosazují ve stavebnictví.

PŘÍKLADY NOVODOBÝCH HI-TECH MATERIÁLŮ:

- Polymery (plasty, termoplasty, termoplasty, polykarbony)
- Kompozitní materiály jako např. Vlákná z uhlíkové výztuže, ABS plasty, skleněná vlákna. Slitiny kovů (například železo, hliník, Mangan, niklový chrom.)
- Keramické sloučeniny, například (hliníkové oxidy, křemíkové karbidy, karbidy wolfrámu)



## ▪ **Polymery, Plasty**

Polymery jsou důležité materiály, které se používají při výrobě plastů, když se do pryskyřice přidává jeden nebo více polymerů nebo aditiv během zpracování výsledného produktu, vzniká plast. Například polyethylen, polypropylen, PVC, nylonové polykarbony a tak dále. Plasty jsou obecně klasifikovány "Strojírenské plasty". Materiály, jako je PVC (polyvinylchlorid), se používají hlavně jako elektrické izolátory na kabely, a také jako obaly a nádoby. Inženýrské plasty jsou oceněny za svou vysokou pevnost a další dobré vlastnosti. Strojírenské plasty se začaly používat při výrobě palubních desek, nárazníků, motocyklových přileb a tak dále, jsou velmi odolné a zpravidla také vhodnější jako použití pro stínící elementy fasádního pláště kvůli své trvanlivosti a nízkým nákladům na výrobu. Jejich velkým nedostatkem je zatím nejasná možnost recyklace a celkový dopad na životní prostředí.

## ▪ **Kompozitní materiály**

Kompozitní materiály jsou také příkladem vysoce výkonného inovativního materiálu, který může sloužit jak pro konstrukční účely, tak také může být použit pro tvorbu vlastních forem architektury – například ABS plasty. Skleněná vlákna nebo uhlíková vlákna, která se používají pro větší pevnost, se běžně označují jako výztužná vlákna a jsou nezdědkakdy velmi podstatnou komponentou. Kompozity se také používají k tomu, aby pomohly zabránit pronikání tepla materiálem, a také pomohly v dané síle materiálům tomu, aby bylo dosaženo maximální kvality provedení tepelných mostů. Kompozity jsou velmi lehké a tvrdší než ocel, proto jsou využívány nejen ve stavebnictví, ale i automobilovém a jiném průmyslu. Karbonová vlákna jako kompozitní materiál jsou také používány jako panely, nebo konstrukční prvky. Jsou lehčí a tvrdší než ocel, a dosahují vysoké úspory hmotnosti, lepší tuhosti a pevnosti za předpokladu správného návrhu.

## ▪ **Kovové slitiny**

Kovové slitiny. Kov je materiál nebo slitina/sloučenina, která je obecně známá svou tvrdostí, s dobrou lesklou plochou, dají se také využívat jako elektrický vodič. Kovy jsou vždy velmi tvárné, což znamená, že je lze snadno formovat do správného. Ocel má nejvyšší kvalitu ve srovnání se všemi ostatními druhy kovových slitin. Existují i jiné formy kovových slitin, jako je; železo, hliník, mangan, nikl, chrom a tak dále. Všechny tyto prvky jsou přítomny v oceli, což jí dává již zmíněnou velmi dobrou kvalitu. Hliník jako slitina kovu se používá v rámci hmotnostních úspor, také je velmi odolný např. proti korozi, jeho výhodou i nevýhodou je nízká hustota, tedy je měkčí než železo, naopak je ale výrazně lehčí a také dražší.

▪ KUGGEN, Wingårdh Arkitektkontor, Gothenburg SWEDEN, 2011

Válcová výrazná budova obsahující veřejný Science Park, výstavní prostory a pronajímatelné kanceláře. Objekt umístěný uprostřed náměstí je urbanistickým motivem nejspíše s kořeny v italské renesanci. Architektonická forma nabízí spoustu podlahové plochy ve vztahu k množství exponovaného povrchu vnější stěny a konstrukčně je řešena tak, že horní patra vyčnívají přes spodní, takže budova sama sebe částečně zastíní což je velmi zajímavé řešení.



Navíc pohyblivý perforovaný baldachýn stíní nejvyšší patra tak, že sleduje dráhu slunce kolem budovy a reaguje svým pohybem okolo budovy stíněním v těch nejexponovanějších denních časech. Okna ve tvaru trojúhelníku propouštějí světlo tam, kde je ho nejvíce potřeba – u stropu, odkud může zasahovat hluboko do jádra budovy. A konečně, jeho kompozitní panely různého vzhledu a barevnosti v závislosti na našem úhlu pohledu se mění dle ročních podmínek a denního světla. Červené barvy odkazují na průmyslovou barvu, která byla úzce spojena s přístavišti a přístavem.



Obr 35 HLINÍKOVÁ PŘEDSAZENÁ FASÁDA – KUGGEN, FOTO autor

**ZHODNOCENÍ:**

- + Architektonicky kvalitní a efektivní řešení
- Pasivní stínění budovy vlastní konstrukcí
- Práce kontextem místa
- Pohyblivé stínící elementy, které vizuálně neruší
- Komplikovaný konstrukční systém
- Statické řešení – má své limity
- Tvar objektu ve vztahu k řešení vybavení interiéru

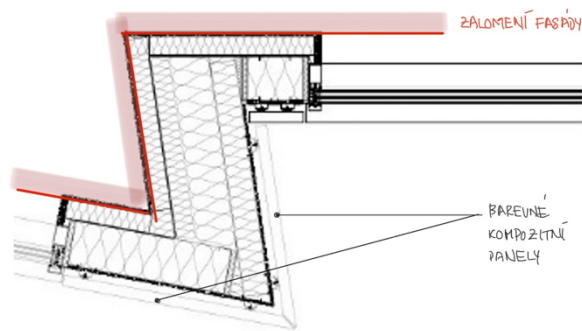


Schéma 34 Půdorysný řez detailem předsazené fasády KUGGEN

▪ Private MEDICAL CENTER, Split CROATIA, 3LHD architects, 2009

**KOMENTÁŘ:**

Objekt soukromé kliniky je umístěn v blízkosti stávajících nemocničního komplexu v Chorvatsku, v blízkosti moře, kde mu čerstvý vzduch dává ještě větší význam a hodnotu. Všechny veřejné prostory jsou umístěny v suterénu, přízemí a v prvním patře, pacienti a správa pak v horních patrech, garáže v podzemí. Hlavním vizuálním prvkem budovy a ikonickým znakem celého domu je jeho obálka – fasáda, vyrobená z hliníkových horizontálních lamel. Pokrývá dům jako obvazy chrání pacienta. Je jako membrána, která chrání před sluncem, je to také sofistikovaný regulátor světla, něco v sobě skrývá, stejně jako něco ukazuje. Za lamelami jsou umístěny také lodžie, které jsou jako segmenty vnějších a částečně veřejných prostorů umístěny po celé ploše fasády ve všech patrech. Rozdělují a zároveň spojují prostory polikliniky, komunikačním prostorám nemocnice, poskytují relaxační zónu naplněnou středomořskou zelení s dřevěnými terasami a výhledem na moře a okolní ostrovy. V atrii si pacienti, zaměstnanci i návštěvníci mohou dát pauzu, nadechnout se čerstvého mořského vzduchu a projít se (např. i v pyžamu).



Obr 36 LAMELOVÁ PŘEDSAZENÁ FASÁDA

**ZHODNOCENÍ:**

- +

Sofistikovaný systém – vertikální poloha lamel v plné části  
 – lepší tepelná ochrana,  
 v místech otvorů a atria – horizontální natočení lamel  
 – lepší stínění  
 Slouží také jako akustická bariéra a zároveň lze přirozeně větrat  
 Vizuálně zajímavé řešení s přidanou hodnotou soukromí  
 Bez pohyblivých částí stínění – dobrá životnost
- Velké náklady na počáteční investici  
 Chybí možnost adaptace a regulace systému

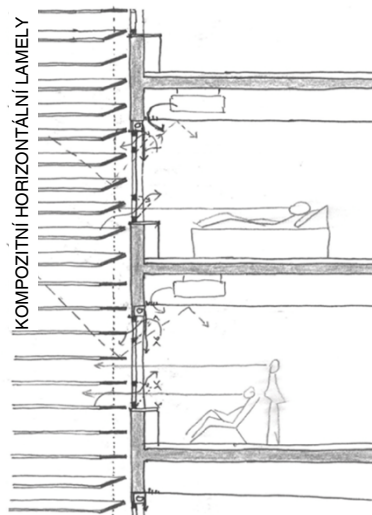


Schéma 35 Příčný řez detailem předsazené fasády

### 5.1.1.5. MEMBRÁNOVÉ STÍNĚNÍ

Technologiemi řízené materiály, návrhy a konstrukční techniky hrají hlavní roli v nejmodernějších fasádách budov. Textilní membrány nebo fólie se stále častěji používají v aplikacích fasád, a postupně se stávají nedílnou součástí moderní architektury. Dnešní rozmanitost dostupných možností lehké fasády je jednou z klíčových skutečností pro svůj celosvětový úspěch. Membránové fasády nabízejí neuvěřitelné příležitosti pro architektonické vyjádření, přičemž volné a složité geometrie jsou strukturálně proveditelné a ekonomicky přitažlivé. Tato část práce hodnotí obecné požadavky na fasádní systémy, které mohou být použity jako základní kontrolní seznam pro architekty a stavebníky. Membrány jsou jistě další možnou volbou pro fasádní systém. Tato část se dále se práce zabývá materiálem a systémovými možnostmi, vlastnostmi, ale také limity membránových fasád. Prezentované případové studie ukazují různé řešení včetně typických kombinací materiálů. Příklady pokrývají všechny běžné materiály a metody, včetně ETFE, Glass-PTFE, PVC Polyester, Glass-PTFE mesh, stejně jako vícevrstvé izolační systémy.

Je zřejmé, že použití textilních fólií a membrán jako součástí obálky budovy je stále více a více populární a v posledních letech bylo realizováno několik úžasných příkladů. Předpokládám, že využití této technologie a materiálu je v budoucnu stále častější – lze obecně označit jako oblast se zajímavými předpoklady!

#### ▪ VIZUÁLNÍ STRÁNKA A MATERIÁLOVÉ VLASTNOSTI

Vzhledem k tomu, že skutečný obklad je hlavní součástí fasádního systému, musí být materiály a projekt se specifickými požadavky vyhodnocen a rozpracován již během počátečních fází procesu návrhu obálky budovy. Každá budovy a požadavky na řešení její fasády se velmi liší, stejně jako její umístění a účel, není možné uvést všechny potenciální požadavky každého případu na obkladový materiál, následující seznam chce ale zvýraznit ty nejvýznamnější:

- ochrana před vnějšími okolními podmínkami (vítr, déšť, teplota, slunce apod.)
- Vytváření soukromých interiérů
- Odolnost vůči vnějšímu zatížení (vítr, teplota, údržba atd.).
- Tepelný výkon
- Solární / světelný výkon
- Chování při požáru
- Trvanlivost
- Akustický výkon
- estetický / povrchový vzhled (průsvitnost, barva apod.)
- Některé materiály umožňují složité architektonické geometrie
- Hmotnostní vlastnosti
- Materiální náklady
- Instalační náklady / čas, modularita
- Požadavky na údržbu a v případě potřeby náhradní metody
- Recyklovatelnost, udržitelnost

Materiál nebo kompozit membrány je zpravidla navržený a vybraný tak, aby splňoval určitou specifikaci, jako je průhlednost nebo průsvitnost, vzduchová permeabilita, specifická barva, akustické tlumení atd. Navíc jsou selektivní povlaky někdy součástí materiálu, který přímo ovlivňuje vlastnosti konkrétního požadavku na výrobek, například pokovení pro zamezení přehřívání interiéru nebo pro zlepšení samočisticího chování povrchu ošetřeného nanočásticemi.

Adaptivní nebo pohyblivé prvky v architektuře také kladou na materiály specifické nároky. Někdy to znamená změnu jejich materiálových vlastností, nebo musí umožnit změnu geometrických uspořádání prvků, což je případ zasouvacích nebo pohyblivých stínících elementů. Architektonický vzhled budovy je definován obrysem, tvarem a vzhledem obálky, zároveň čisté tepelné fasádní systémy jsou relativně jednoduché a dobře zavedené na trhu s tradičními komponenty, jako je sklo, sendvičové panely s izolací nebo vertikální stavební prvky –např. cihly, jsou tyto prvky relativně těžké a / nebo omezené v jejich rozmanitosti v aplikaci. Použití membránových materiálů ve fasádních systémech je tvarově a designově zajímavou alternativou k tradičním obkladovým materiálům, zejména pokud jsou v případě obvodového pláště specifické požadavky jako například ochrana před větrem nebo vizuální bariéra, čisté stínění nebo vyrovnaní tepelného zatížení v letním období.

#### ▪ VÝBĚR MATERIÁLU PRO MEMBRÁNOVÉ FASÁDY

V oblasti strukturálních membrán bylo vyvinuto několik různých produktů také pro fasádní aplikace. Obecně lze rozlišit dva různé typy: na jedné straně existují textilní membrány, kompozitní materiál sestávající z tkané základní tkaniny, která je normálně potažena na obou stranách. Na druhé straně existují fólie, velmi tenké výlisky o tloušťce menší než 0,4 mm

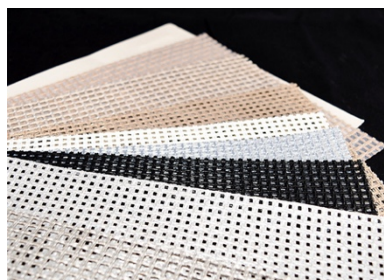
Vzhledem k poměrně nízké hmotnosti a tloušťce jednovrstvých membránových systémů jsou charakterizovány a relativně vysokou hodnotou prostupu tepla - U. Proto se jednovrstvé strukturní membrány používají především jako venkovní sluneční clona, pro přímou ochranu proti větru a dešti, jako povrch pro polo-klimatizované zóny (např. ve stadionech) nebo pro generování vizuálních bariér mezi interiérem a exteriérem. Naopak jen výjimečně se používají jako tepelná bariéra.

Vícevrstvé membránové systémy poskytují lepší tepelný výkon s nižšími hodnotami prostupu tepla. Vícevrstvé systémy jsou buď nafukovací membránové polštáře (2, 3 nebo více vrstev) nebo dvouvrstvý systém s meziproduktem např. izolace. Pokud jsou tyto vícevrstvé systémy tepelnou obálkou, musí projektant pečlivě ověřit, že nedochází ve zvoleném systému fasády ke kondenzaci. Také vývoj selektivních povlaků, které lze aplikovat na architektonické membrány, začal růst v posledních letech desetiletí, s vylepšenými vlastnostmi a většími možnostmi při jeho aplikaci; například vrstvy s nízkým obsahem emisivity, která ovlivňuje klimatické podmínky v budově a povlaky TiO<sub>2</sub> (oxid titaničitý) mohou nabízet dlouhodobější čistý vzhled povrchu za určitých podmínek. Vzhledem k tomu, že architektonické membrány jsou stále oblíbenější, lze předpokládat, že v blízké budoucnosti budou vyvinuty povlaky k dalšímu zlepšení výrobků a jejich rozšíření v různých oblastech použití je velmi nasnadě.



## TEXTILNÍ MEMBRÁNY

Pro textilní membránové kompozity se používají různé kombinace materiálů. Tyto membránové tkaniny jsou často tkané z polyesterových (PES) přízí pokrytých polyvinylchloridem (PVC) nebo ze skleněných vláken, které jsou potaženy buď polytetrafluorethylenem (PTFE) nebo silikonem. Důvodem pro nátěr je ochrana vlákna přize proti vlivům prostředí, ale také umožňují, aby jednotlivé segmenty membrány byly jednoduše spojovatelné z hlediska svařování. Nesvařované textilie jsou obvykle vyrobeny z polytetrafluorethyenu (PTFE) nebo polyvinylidenfluoridu (PVDF). Textilní membrány mohou být buď pokryté celoplošným materiálem, neboť vytvářejí vodu a větru odolnou látku s průhledností mezi cca. 0 až 40 % v závislosti na materiálu, nebo je textilní membrána tkaná s mezerami mezi jednotlivými nitěmi a



Obr 37 RŮZNÉ DRUHY TEXTILNÍCH FOLIÍ

ty vytvářejí otevřenou částečně průhlednou membránu. Tyto síťové membrány jsou často používány pro sluneční clony, ale také vytvářejí jakousi soukromou clonu, která umožňuje průhled z budovy ven, ale dovnitř vidět není. K dispozici jsou různé vzory a velikosti oka, které se liší také uspořádáním otevřených ploch. Jsou také k dispozici v různých barvách. V závislosti na konstrukčních nárocích jsou dostupné různé třídy pevnosti.

## FÓLIE

Etylen-tetrafluorethylen (ETFE) jsou tenké povlaky s velmi vysokou průhledností až 96%, avšak v porovnání s textilními membránami, mají výrazně sníženou pevnost a vlastnosti materiálu jsou citlivější na zvýšení teploty. Tloušťka fólií ETFE v architektonických aplikacích se pohybuje mezi 100 až 300  $\mu\text{m}$ , a jednotlivé segmenty fólie mohou být svařeny a tvořit potom větší panely. Dále ETFE fólie dovolují tisk v různých vzorech a použití barev, jsou k dispozici speciální nátěry pro zlepšení trvanlivosti, zatímco jiné povlaky mohou filtrovat určité vlnové délky slunce, aby nedošlo k přehřátí budovy. Pro architektonické aplikace to je relativně nový produkt. Klíčovými vlastnostmi ECTFE jsou odolnost proti oděru, vynikající odolnost proti poleptání (dokonce i kyseliny s vysokou koncentrací) a velmi dobrou požární odolnost. ECTFE má podobné materiálové vlastnosti jako ETFE, tedy modul pružnosti vyšší při nižších teplotách, ale také při vysokých teplotách nižší. Největší výhodou ECTFE je, že materiál má vyšší přenos slunečního



Obr 38 PNEUMATICKÁ MEMBRÁNOVÁ KCE

záření a jasnost. Má velmi nízkou hodnotu rozptylu, a proto je vhodnější pro aplikace kde je nutná absolutní transparentnost. Povrch ECTFE je velmi hladký, což umožňuje snadný tisk a potahování, čímž se zvyšují možnosti použití. Jsou k dispozici tloušťky filmu 100 až 400  $\mu\text{m}$ . Tento materiál je snadno svařitelný.<sup>66</sup>

<sup>66</sup> *Architectural and greenhouses* [online]. TCI's Industry Affiliations [vid. 6.12.2019]. Dostupné z: <https://www.textilecoated.com/architectural-greenhouses> (volný překlad)



- HAZZA BIN ZAYED STADIUM – Al Ain - Abu Dhabi - United Arab Emirates, Pattern Design, 2014

#### KOMENTÁŘ:

Exteriérová fasáda Hazza Bin Zayed Stadium se skládá z ocelových konstrukcí s 612 individuálně orientovanými membránovými panely, které dosahují maximálního zastínění, zatímco panely dovolují pohledy zevnitř. Oblasti uvnitř stadionu, které vyžadují komfortní chlazení, mají další tepelnou obálku sestávající se ze standardního izolačního skla nebo hliníkové fasády. Membránové panely vnější střešní fasády v kombinaci s primární ocelovou konstrukcí vzdávají poctu znaku palmy – znak Oasis Al Ain. Modulární systém byl vyvinut s cílem racionalizovat systém fasády a obkladů a minimalizovat dobu výstavby. Stínící panely fasády parafrázují podobu palmových kmenů, tvoří je ocelový rám s předpjatou skleněnou membránou PTFE.

Středový oblouk vždy slouží k vytvoření sedla, aby membrána byla dostatečně zakřivena. Membránové panely jsou instalovány s různými parametry sklonu v závislosti na místních požadavcích na stínění a požadovaný architektonický vzhled. V noci jsou bílé membránové panely osvětleny v různých barvách pomocí LED diod, které jsou připevněny ke každému uzlu diagridové ocelové kce (obrázek 39 a schéma 36).<sup>67</sup>



Obr 39 MEMBRÁNOVÁ PŘEDSAZENÁ FASÁDA  
– HAZZA BIN ZAYED STADIUM

#### ZHODNOCENÍ:

- +

  - Sofistikovaný systém pohyblivých elementů,
  - Příklad adaptabilního systému fasády
  - možnost regulace solárních zisků dle podmínek
  - možnost regulace propustnosti slunečního záření
  - esteticky atraktivní lehká membránová předsazená kce
- - Velké náklady na počáteční investici
  - Mechanické elementy náchylné na poruchu
  - Mechanická odolnost tkaniny je obecně horší

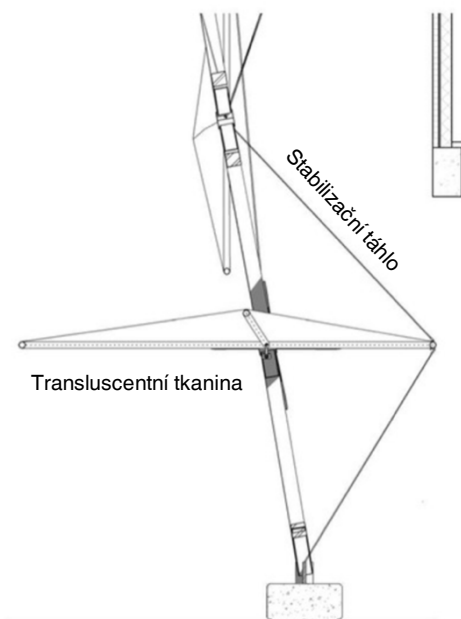


Schéma 36 Příčný řez - detail předsazené fasády

<sup>67</sup> Hazza Bin Zayed Stadium / Pattern Design [online]. Archdaily [vid. 6.12.2019]. Dostupné z: <https://www.archdaily.com/604755/hazza-bin-zayed-stadium-pattern-design>

## 5.1.2. ENVIRONMENTALITA – VZTAH K ŽIVOTNÍMU PROSTŘEDÍ

### 5.1.2.1. UDRŽITELNÝ ROZVOJ

Kontext, funkčnost, estetika. Architektura je funkcí nebo službou zajišťující tyto tři aspekty. Dobrý design znamená silný koncept, relevanci k historickému a současnému kontextu, rovnováhu mezi designem a potřebou, pozornost a vytvoření jedinečných detailů, perfektní technický a statický návrh, dobré provedení projektu a promyšlenou volbu materiálů. Z mého pohledu se v poslední dekádě velmi silně skloňuje ještě další aspekt, který promlouvá do návrhu dnešních z pohledu legislativy již vyžadovaných standardů energeticky efektivních staveb. Tím aspektem je pohled do budoucnosti – jak z pohledu životního cyklu budovy a její trvanlivosti, schopnosti se přizpůsobit, nebo také v širším kontextu ohledu na budoucí prostředí, ve kterém jako lidstvo budeme pobývat – tedy Environmentalita – jakási udržitelnost, šetrnost k životnímu prostředí, k přírodě ale i ke spotřebě zdrojů, ekologie výstavby je dnes a do budoucna neoddělitelnou součástí návrhu EEF.

V oblasti tématu Energetické efektivity obálek budov je hledisko ekologické – tedy v kontextu trvale udržitelného rozvoje – velmi rezonujícím tématem.

Udržitelný rozvoj je takový druh rozvoje, který se zároveň snaží odstranit nebo zmírnit negativní projevy dosavadního způsobu vývoje lidské společnosti. Minulý i současný vývoj založený především na ekonomickém růstu se nezvratně podepisuje na podobě a fungování naší planety. Většina přírodních zdrojů je konečná a jejich nadměrné čerpání naši planetu poškozují, jedná se tudíž v podstatě o rozvoj na dluh.<sup>68</sup>

#### UDRŽITELNÁ ARCHITEKTURA

*„Udržitelná architektura má k udržitelnému designu velmi úzký vztah. Je to totiž navrhování udržitelných budov. Udržitelná architektura usiluje o snížení kolektivního dopadu na životní prostředí při výrobě stavebních komponent, při samotném stavebním procesu, ale též během celého životního cyklu (vytápění, využití elektřiny, vysávání koberců atd.). Tato praxe při navrhování budov klade důraz na systémy vytápění a chlazení, dále na alternativní zdroje energie, jako je například ohřev vody prostřednictvím solárních panelů, správné situování budov, využití použitého nebo recyklovaného stavebního materiálu, lokální výroba energií, ať už v podobě solární technologie, tepelných čerpadel, větrné energie; sběr dešťové vody pro využití pro zavlažování, praní a obnovu vodonosné vrstvy; řízení odpadu, například zelené střechy, které filtrují vodu z přivalových dešťů.*

*Architekti, kteří se drží principů udržitelného designu, navrhují budovy se zřetelem na udržitelný život. Oproti ekologickému projektování udržitelný design bere ohled nejen na zdravé procesy*

---

<sup>68</sup> Udržitelný rozvoj [online]. Praha, Ministerstvo životního prostředí [vid. 7.12.2019]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/udrzitelny\\_rozvoj](https://www.mzp.cz/cz/udrzitelny_rozvoj)

*a ekologické využití materiálů, ale klade důraz i na obnovitelné energie a na zdroje, které jsou k dispozici v tom či onom místě. Testem, podle něhož se pozná udržitelná architektura, je to, zda daný návrh je energeticky soběstačný, tj. zda dokáže fungovat bez fosilních paliv a bez připojení k rozvodné elektrické síti. Jde o výzvu směřovanou architektům a plánovačům, aby se pokoušeli navrhnout taková řešení, která budou fungovat bez znečišťování – namísto aby jen snižovala spotřebu energie. S vývoje technologických procesů v architektuře a s dalším vývojem udržitelného designu lze počítat s tím, že v dohledné době budou architekti schopni navrhovat nejen pasivní domy s nulovými emisemi, ale že dokážou integrovat celý energetický systém do návrhu budovy samotné. Architekt Rolf Disch v roce 2004 vytvořil projekty Solar Settlement a Sun Ship v německém Freiburgu. Solar Settlement je prvním komplexem domů na světě, kde každý z 59 domů má pozitivní energetickou rovnováhu.“<sup>69</sup>*

## UDRŽITELNÁ VÝSTAVBA

V Evropské unii se budovy podílejí více než 40% na celkové spotřebě energie (v České republice cca 30%) a jsou zodpovědné zhruba za 12% emisí CO<sub>2</sub> (údaj 2005). Stavebnictví vytváří asi 40% veškerého člověkem produkovaného odpadu.<sup>70</sup>

Jak jsem již uvedl v úvodu v kapitole 2.4 v lze udržitelný rozvoj dle dokumentu Agenda 21 rozdělit na 2 základní kategorie – jednou z nich je „spotřeba zdrojů“ včetně energetické bilance budov. V rámci energeticky efektivních obálek budov se dá hovořit v tomto ohledu nejvíce o dopadu energetických nákladů a environmentálních dopadů na výrobu a dopravu materiálů, ze kterých je obálka budovy tvořena. Dále pak energie, potřebné pro výstavbu a také chod budovy – ty by měly být vždy vzájemně provázány a jejich získání by mělo splňovat ty nejpřísnější současné kritéria a možnosti v oblasti technologií jako jsou následující systémy:

- rekuperace a akumulace tepla
- kogenerační jednotky
- tepelná čerpadla
- fotovoltaické a termické panely
- pasivní a kombinované technologie vytápění a chlazení
- pasivní způsoby stínění a osvětlení interiéru
- nové materiály s akustickými i tepelně technickými inovacemi

Některá z těchto řešení jsou jako příklad práce s energiemi ve vztahu k obálce budovy uvedeny v následujícím výčtu technických a jiných řešení.

<sup>69</sup> *Udržitelný design* [online]. Wikipedia [vid. 7.12.2019]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Udržitelný\\_design](https://cs.wikipedia.org/wiki/Udržitelný_design)

<sup>70</sup> *Politika ochrany klimatu v České republice* [online]. Praha, Ministerstvo životního prostředí [vid. 7.12.2019]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news\\_t2090507pok/SFILE/POK\\_final.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_t2090507pok/SFILE/POK_final.pdf)

### 5.1.2.2. Energetické fasády s využitím slunečního záření

„Největším spotřebitelem sluneční energie je sama Země a její flóra a částečně i fauna (tzv. vyhřívání na slunci, světlo) souhrnně nazývané jako biosféra (veškerá živá hmota na planetě Zemi). Ohřev atmosféry a povrchu Země pomocí slunečních paprsků je hlavním zdrojem klimatických procesů jako je proudění oceánské, vzdušné. Dále navazuje vypařování a déšť. Pomocí těchto procesů je na Zemi udržováno klima vhodné pro Život. Například bez Slunce by na Zemi byla teplota pouze  $-263^{\circ}\text{C}$  (bez geotermální energie Země dokonce jen  $-270^{\circ}\text{C}$ ).“<sup>71</sup>

Lidé využívají sluneční energie již po staletí a způsob její přeměny na teplo, elektrickou energii je vždy závislý na geografických podmínkách a konkrétních požadavcích. Obecně lze ale využití sluneční energie ve vztahu k budovám a lidské činnosti ve stavebnictví shrnout do jednoduchého schématu:

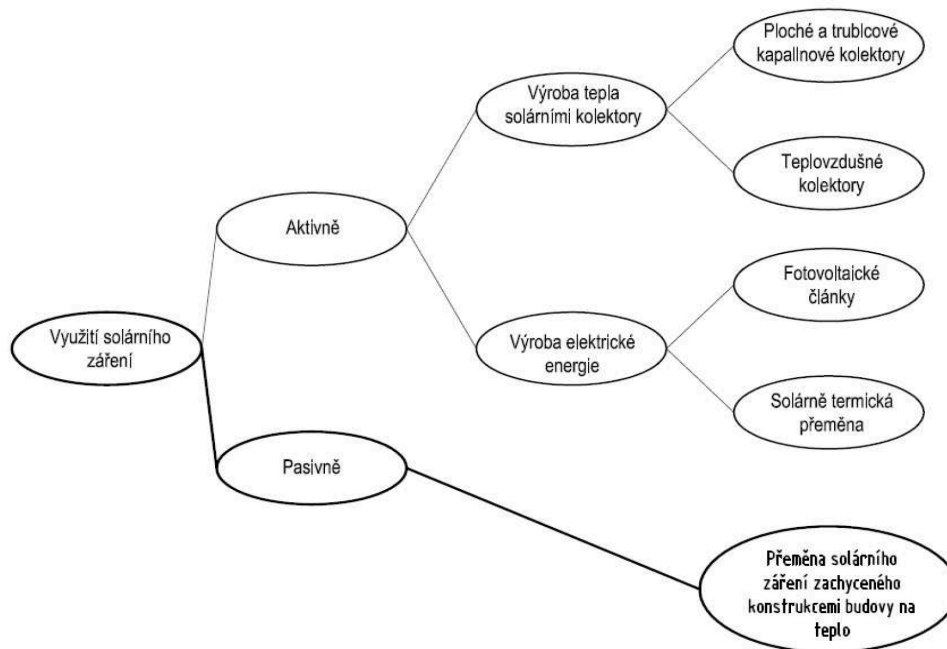


Schéma 37 Diagram dělení systémů dle využití sluneční energie <sup>72</sup>

<sup>71</sup> BENEDIKT, JAROSLAV, *Sluneční záření jako zdroj energie* [online]. [vid. 7.12.2018]. Dostupné z: [https://kce.zcu.cz/export/sites/kce/about/projekty/enazp/projekty/18\\_Zaklady-ekologie\\_48-49/48\\_IUT/113\\_Slunecni-energie---Benedikt---P0.pdf](https://kce.zcu.cz/export/sites/kce/about/projekty/enazp/projekty/18_Zaklady-ekologie_48-49/48_IUT/113_Slunecni-energie---Benedikt---P0.pdf)

<sup>72</sup> Energie slunce [online]. [cit. 2012-10-06]. Dostupné z: <http://www.i-ekis.cz/?page=slunceteplo>

## ▪ SOLÁRNÍ SYSTÉMY BUDOV A JEJICH TYPY

U starších objektů a staveb se používá systém pasivní přeměny solární energie již od dávných dob – jsou jimi například dodatečné zasklívání lodžii, přístavby ve formě zimní zahrady nebo i obyčejný zahradní skleník.

U nových objektů, které se navrhují od začátku namíru současným normám a energetickým požadavkům se systémy zisku energie zahrnují do projektu lépe, na začátku je potřeba komplexní řešení – umístění budovy v kontextu okolí – urbanisticko-architektonická a stavebně konstrukční koncepce – tzv „solární architektura“, tedy vhodně zvolené prosklení fasády, orientace jednotlivých ploch ke světovým stranám, tvar objektu, včetně jeho střechy a další. Tento přístup k architektuře zohledňuje to, že orientace budovy a její architektonické řešení je navrženo tak, aby v období s potřebou největšího množství tepla na vytápění, byly **pasivní** zisky navrženého řešení co možná největší. Účinnost využití slunečního záření je u odlišných budov rozdílná dle jejího umístění na pozemku a orientaci jednotlivých ploch – zejména prosklení ke světovým stranám.

Je samozřejmě možné využívat slunečního záření a zisku energie **aktivní** formou – například pomocí fototermie – přeměny sluneční energie na teplo předávané vzduchu / kapaliny, nebo také pomocí fotovoltaiky – která přímo mění sluneční energii na elektrický proud.

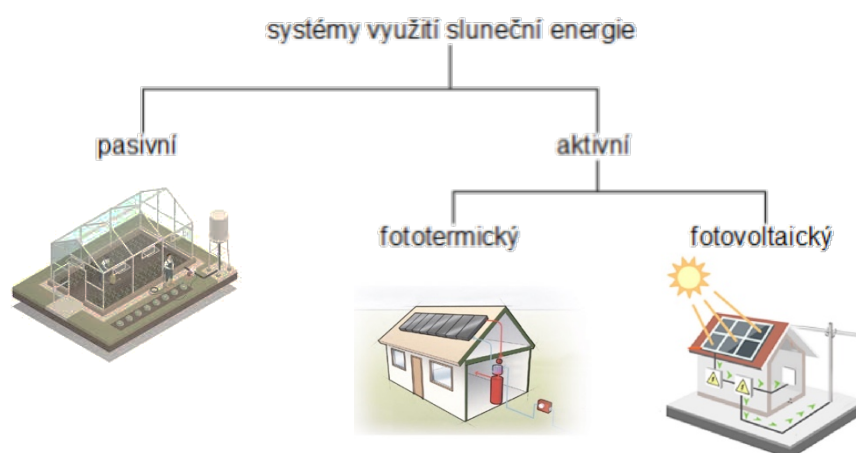


Schéma 38 využití slunečního záření, jeho rozdělení dle nakládání se sluneční energií a jeho příklady



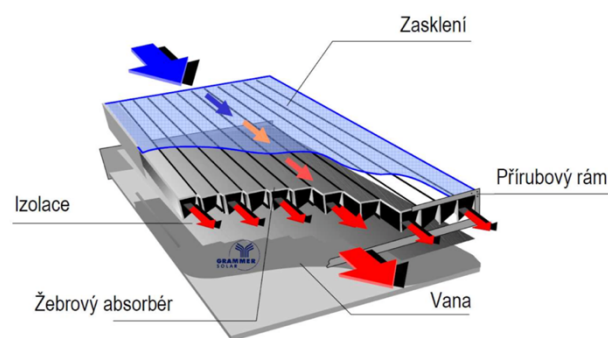
### 5.1.2.2.1. AKTIVNÍ SYSTÉMY S VYUŽITÍM SOLÁRNÍ ENERGIE

Tento typ aktivního získávání energie ze slunce je v dnešním světě stále více populární a v posledních letech se nebojím říci staví do pozice neodmyslitelné součásti každého návrhu energeticky efektivní budovy, nebo souboru staveb.

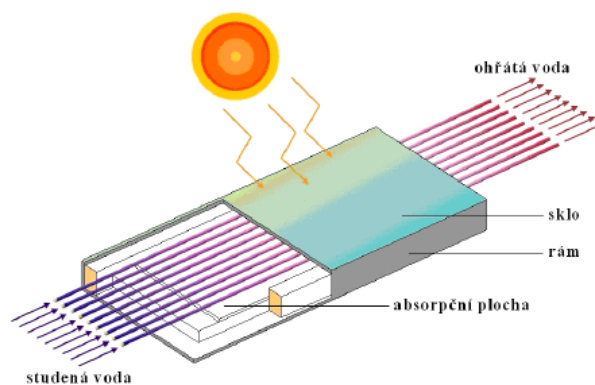
#### ▪ KOLEKTOROVÉ SYSTÉMY (FOTO-TERMICKÉ)

Kolektorové systémy jsou dle názvu odvozeny od slova kolektor – tedy jakýsi zásobník, který shromažďuje a následně předává (zpravidla tepelnou energii) dále do systému budovy nebo jiného zařízení. Dle druhu média (nejčastěji kapalina, nebo vzduch) rozlišujeme kolektory na kapalinové (vodní) a vzduchové nebo kombinace obou.

V architektuře se můžeme setkat s několika druhy kolektorových systémů – nejčastější – vzduchový je využíván již po staletí, a to ve formě akumulčních předstěn, zasklených konstrukcí – například lodžii, které zejména v přechodném období mezi topnou sezónou a letními měsíci, dokáží velmi efektivním pasivním způsobem vytápět budovu nebo výrazně eliminovat její tepelné ztráty při současném umožnění přirozené výměny vzduchu. Známe ale již samozřejmě také aktivní systémy kolektorů – fototermické teplovodní střešní panely pro letní ohřev užitkové vody apod.<sup>73</sup>



VODNÍ KOLEKTOR



VZDUCHOVÝ KOLEKTOR

Schéma 39 PRINCIP TECHNOLOGIE <sup>74</sup>  
Vodního a Vzduchového kolektoru

<sup>73</sup> DOSEDLOVÁ, Anna. Vzduchový kolektor v tepelné bilanci budovy. Brno, 2013. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov.

<sup>74</sup> Solární tepelné soustavy [online]. Bock Stanislav [vid. 9.12.2019]. Dostupné z: [http://www.patres.net/media/103025/sol\\_rn\\_\\_tepeln\\_\\_soustavy.pdf](http://www.patres.net/media/103025/sol_rn__tepeln__soustavy.pdf)

- **ESSLINGER DREIECK GHC – Esslingen, SWITZERLAND, Bessler&Hofmann AG, 2012**

### KOMENTÁŘ:

Jedná se o kancelářskou budovu v Esslingenu, malé vesnici nedaleko Curychu. Hlavní fasáda je orientována na jih a bude sloužit jako energetická fasáda pro výrobu energie. Budova je hodnocena jako kategorie MINERGIE P – nezbytnou součástí pro dosažení standardu hodnocení kategorie byla dřevěná konstrukce budovy a energetická fasáda se skvělým koeficientem udržitelnosti.

Celkově je na jižně orientované střešní ploše instalováno 80 m<sup>2</sup> fotovoltaických panelů a 110 m<sup>2</sup> termických kolektorů.<sup>75</sup> Můj osobní názor je, že tento druh geometrie je vcelku očekávaný a dnes již možná překonaný, objevuje se totiž téměř všude v designu solárních fasád. I když tvoří velmi zajímavou koncepci budovy a jistě je plně funkčním systémem je škoda, že FV panely nejsou dále integrovány přímo do architektonického ztvárnění budovy, ale spíše jen do předsazených stínících baldachýnů. Z mého pohledu architektury jde o BIPV s relativně povrchní, nicméně stále velmi elegantní a funkční architektonickou integrací.



Obr 40 FVE PŘEDSAZENÁ DVOJITÁ FASÁDA – ESSLINGER DREIECK GHC

### ZHODNOCENÍ:

- + integrované řešení, spojuje horizontální stínění přesahem s integrací Fotovoltaických panelů  
výhody dvojité fasády – hluková clona, možnost regulace klimatu v provětrávané mezeře

- nemožnost regulace tepelných zisků,  
nutnost správné orientace ke světovým stranám  
diskutabilní estetika solární architektury

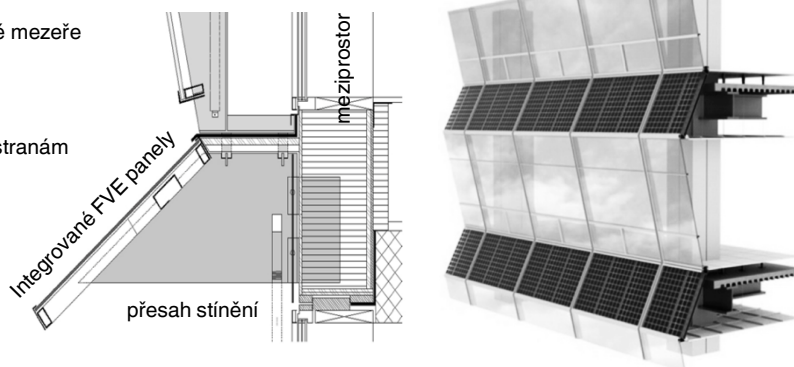


Schéma 40 ŘEZ stíněním s integrovanou technologií FVE + AXONOMETRIE fasádního pláště

<sup>75</sup> ESSLINGER DREIECK GHC, [online]. Solarfacades4architects [vid. 7.12.2019]. Dostupné z: <https://solarfacades4architects.wordpress.com/2012/08/23/esslinger-dreieck-ghc/>

▪ AGC technovation center, Rue Louis Blériot BELGIUM, Assar architects, 2013

**KOMENTÁŘ:**

Techno-ivační centrum AGC je zařízení určené pro vývoj a analýzu skleněných výrobků AGC. V této jedinečné stavební laboratoři se nachází výzkumná zařízení, haly, průmyslové prostory, kanceláře a zasedací místnosti věnované různým službám AGC a výzkumnému týmu.

Severní část budovy je věnována halám, laboratořím, výzkumu a objemově náročným výzkumným aktivitám. Naopak zakřivená fasáda v jižní části zahrnuje hlavní vstup, veřejné prostory a část manažerskou a administrativních.

Tato jižní zakřivená fasáda je hlavní viditelnou a zcela symbolickou částí budovy. Směrem na jih je obklad této fasády vyroben z bílého lakovaného skla, které definuje velký horizontální rám. V bílém rámu je zasazena dvouvrstvá otevřená předsazená fasáda. Sluneční stínění a ochrana je zajištěna střídavým umístěním předsazených fotovoltaických průhledných skleněných panelů. Mezi předsazenou fasádou panelů a samotným zasklením je vytvořena galerie, která umožňuje snadný pochozí přístup pro údržbu a sledování technologie

**ZHODNOCENÍ:**

- + integrované řešení, spojuje transparentnost skleněných ploch s integrací FV článků, příklad použití skleněných elementů fasády na různých částech budovy sklo je velmi dobře recyklovatelný materiál
- nemožnost regulace tepelných zisků, počáteční investice do nejmodernější technologie cena skleněných prvků fasády je velmi vysoká návratnost investice je diskutabilní použití spíše u experimentálních projektů

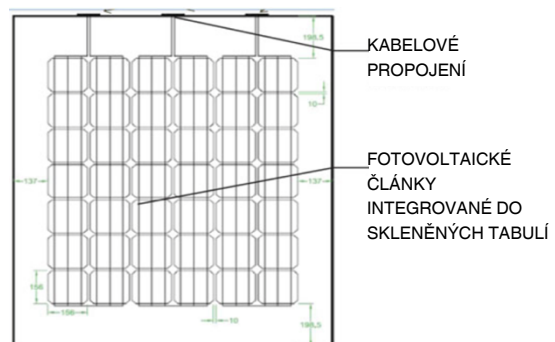


Schéma 41 DETAIL integrace FVE článků



- Urban Community Building – LA CLUB, Bordeaux FRANCE, BDM Architects, 2012

#### KOMENTÁŘ AUTORA:

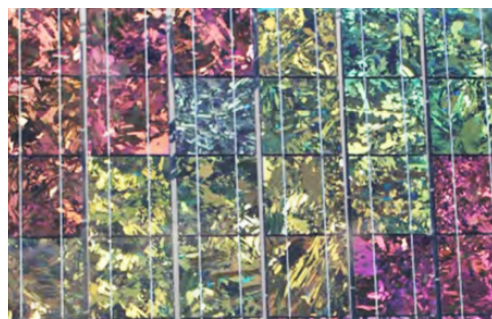
Pokus o neviditelnou integraci a vzhled fasády s FV, která zároveň nabízí zajímavé estetické možnosti. Fotovoltaické moduly nahrazují stavební materiál – nahrazení opláštění. Cílem bylo najít nejlepší poměr mezi účinností a estetickou stránkou integrace panelů.

Integrace FV panelu pomocí dvojitého zasklení, aby se vytvořily dvě barvy – efekt stromu ve fialové a zelené barvě, zároveň zde na první pohled nevidíme žádný systém uchycení panelů, což dodává celému řešení technickou čistotu.

Samozřejmě v dnešní době jsou známy již jiné sofistikovanější způsoby neviditelné integrace panelů – tento příklad ilustruje snahu o integraci předsazených plných panelů formou grafiky na fasádě, což může být například z marketingového pohledu pro některé investory atraktivní.

#### ZHODNOCENÍ:

- + integrované řešení, fotovoltaický systém tvoří přímo plášť fasády, zároveň integruje estetickou a uměleckou stránku ztvárnění fasády budovy.
- počáteční investice do nejmodernější technologie cena skleněných probarvených prvků fasády s integrovanou fotovoltaikou je velmi vysoká návratnost investice je diskutabilní použití spíše u větších nebo experimentálních projektů barevné fotovoltaické panely mají nižší účinnost účinnost solárních článků na fasádě je nižší, než při orientaci kolmo ke slunečním paprskům



Obr 41 PROBARVENÉ FVE UCB – LA CLUB

### 5.1.2.2.2. PASIVNÍ SYSTÉMY S VYUŽITÍM SOLÁRNÍ ENERGIE

*„Jsou takové koncepce návrhu budov, které přímo sluneční záření zachycují vlastní konstrukcí, přizpůsobenou pro daný účel svojí hmotou, tvarem, druhem použitého materiálu a povrchovou úpravou. I když je zřejmé, že solární energii v různé míře zachycuje každá budova, jedná se o pasivní solární systém tehdy, je-li objekt navržen s tím záměrem, aby jeho tepelné zisky byly co nejvyšší. Pro pasivní využití solární energie se uplatňují následující konstrukční a energetické principy: přímý zisk okny a prosklenými stěnami, vzduchové a okenní kolektory, akumulční stěny, Trombeho stěna, dvouplášťové (energetické) fasády, transparentní (průhledné) tepelné izolace, zimní zahrady a skleníky.“<sup>76</sup>*

Následující principy a úpravy v rámci umístění a architektury stavby poskytují ideální podmínky v interiéru budovy. Tyto úpravy nevyužívají žádnou extra dodanou energii ani jiná technická zařízení. Teplo se předává v rámci budovy zejména přirozeným proděním, zapříčiněným rozdílem teplot uvnitř.

#### PRINCIPY PRO NÁVRH PASIVNÍCH SYSTÉMŮ:

- vhodná orientace elementů pro pasivní zisk energie –obecně zejména na jihozápad
- velké prosklené plochy dostatečně stínit v letních měsících naopak zajistit jejich maximální oslunění v zimním období
- na severních fasádách obecně omezit velké prosklené plochy a zajistit dostatečnou tepelnou izolaci v rámci skladby obvodového pláště – zde dochází zejména vlivem severních větrů k velkému ochlazování konstrukcí a tepelným ztrátám

#### ▪ AKUMULAČNÍ SOLÁRNÍ STĚNA

Nejčastěji známá pod pojmem Trombeho stěna. Standardní řešení je takové, že před masivní tmavou stěnu tloušťce cca 10 až 40 centimetrů, často vyrobené z cihel, kamene nebo betonu se umístí skleněný panel o tloušťce přibližně 2 až 5 centimetrů. Sluneční teplo prochází sklem, je přitahováno tmavým povrchem a absorbováno těžkou stěnou a poté se pomalu uvolňuje do domu. Zatímco přímé sluneční záření má kratší vlnovou délku, a proto je snadno vedeno sklem, zpětně emitované teplo z tepelné hmoty má podobu záření o delší vlnové délce, které sklem tak snadno neprojde.

Tato vlastnost slunečního záření, zachycuje teplo mezi skleněným panelem a zděnou stěnou, což umožňuje Trombeho stěně účinně absorbovat teplo a zároveň omezovat jeho zpětné vypouštění do exteriéru. Navíc, protože skleněný panel je pouze na vnější straně stěny, teplo

<sup>76</sup> *Pasivní domy* [online]. Vavřka Jiří [vid. 28.12.2019]. Dostupné z: <https://www.archiweb.cz/n/home/pasivni-dom-y-iv>



může bez zábrán procházet do interiéru domu, což je proces, který u 20 centimetrů tlusté betonové stěny obvykle trvá přibližně 8 až 10 hodin. Obvykle to znamená, že stěna přes den pohlcuje teplo a v noci jej pomalu vrací zpět do domu, čímž se drasticky snižuje potřeba konvenčního vytápění.

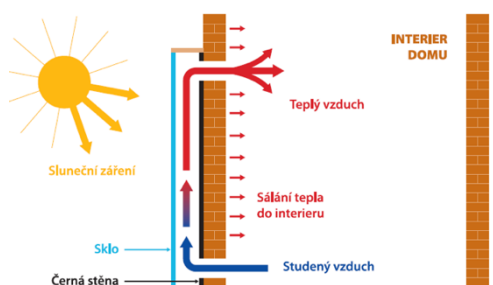
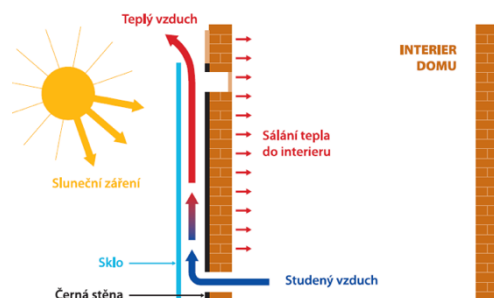


Schéma 42 TROMBEHO STĚNA jaro a podzim



léto<sup>77</sup>

- Dusseldorf Warehouse, Dusseldorf GERMANY, Bruno Ericum, 2009

#### KOMENTÁŘ:

Příklad krásného adaptivního opětovného využití objektu. Architekt Bruno Ericum přeměnil historické sklady do ohromujícího moderního příbytku. Dostal za úkol transformovat jednu z mála zbývajících historických budov v Düsseldorfu do jedinečného obydlí pro jedinečné klienty.

Nejenže tento osobitý domov splňuje všechny aktuální energetické trendy, ale opětovné využití stávajícího objektu a jeho konstrukce umožnila učinit mnohem menší nároky na energie, než by tomu bylo u konstrukce nové. Architektovi se podařilo nalézt vhodnou rovnováhu mezi oběma světy – historií a moderních materiálů a mezi vysoce kvalitním designem a udržitelností.

#### ZHODNOCENÍ:



Obr 42 REKONSTRUKCE SKALDU ZA POUŽITÍ TECHNOLOGIE TROMBEHO STĚNY

- + znovu využití původní konstrukce a integrování pasivní technologie solárních zisků pomocí nových kcí zároveň integruje estetickou a uměleckou stránku ztvárnění fasády, interiéru budovy
- jedná se o starší systém pasivního získávání solární energie – špatná efektivita vysoké náklady na rekonstrukci a konverzi starších objektů



## ▪ DVOJITÉ TRANSPARENTNÍ FASÁDY

V evropských klimatických podmínkách je často užíváno řešení tzv. „Dvojité transparentní fasády“. Princip je takový, že před fasádu budovy (ať už z velké části prosklenou nebo spíše klasickou) se předsadí vertikální velkoformátová skleněná desková konstrukce, která dává vzniknout zasklené dutině před samotnou obálkou budovy – často můžeme toto řešení vidět u kancelářských staveb, nebo staveb s nutností řešení akustického znečištění, například v blízkosti rušné komunikace, výhodou je to, že pomocí dutiny můžeme hospodárně provětrávat vnitřní prostory nebo šetřit energiemi na vytápění v přechodném topném období (jaro – podzim). Pokud je tento zasklený kolektor vhodně orientován a jsou například uvnitř umístěny další aktivní (nebo i pasivní) prvky – jako pohyblivé stínící žaluzie, ventilátory, rekuperační jednotky a např. částicové filtry, jedná se potom spíše o hybridní solární systém.

*„Budova, na které jsou aplikovány transparentní fasády, je specifická, co se týče přirozeného osvětlení, velké transparentní plochy zajišťují dostatek přirozeného světla, což má za následek lepší pohodu uvnitř budovy. Tyto fasády nabízejí při vhodné koncepci větrání účinnou ochranu proti pouličnímu hluku, což je v dnešní době rozvoje automobilizmu a průmyslu velmi důležitý faktor. Zlepšují funkci tepelné izolace, mohou se použít k ohřevu čerstvého vzduchu.*

*Taktéž umožní noční větrání bez rizika vloupání otevřenými okny. Využívají se zejména u výškových budov, kancelářských budov s většími prosklenými plochami a v poslední době u rekonstrukcí výškových budov a budov s nutností zlepšení akustického pohodlí v interiéru.“*<sup>78</sup>  
píše ve své práci Ing. Ondřej Mazáč

### ZÁKLADNÍ FUNKČNÍ PRINCIP

Základním principem je zdvojení fasádního pláště a vytvoření vzduchové mezery s možnou cirkulací vzduchu.

Hlavní funkční zásady:

- přirozené osvětlení a větrání
- energetická nenáročnost celého systému
- možnost regulace
- kontakt uživatele s okolím budovy
- solární zisky
- využití proudění (přirozené větrání, noční chlazení)

Výhody:

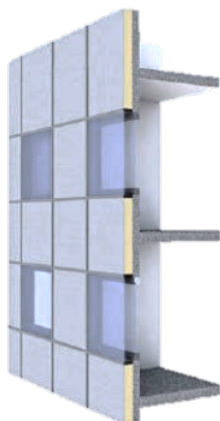
- kvalitní tepelně technické vlastnosti budovy
- značné snížení tepelné ztráty budovy
- transparentní ochranná vrstva pro tlumení hluku a účinků větru
- náhrada klimatizační a ventilační struktury přirozeným větráním
- přetváření sluneční energie na teplo<sup>79</sup>

<sup>78</sup> MAZÁČ, O. *Využití solární energie pro vytápění a větrání – solární fasády*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. str.17.

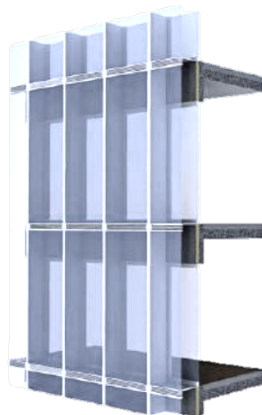
<sup>79</sup> PAVLÍK, Miloslav, DVOJITÉ FASÁDY - DESIGN FASÁDNÍCH KONSTRUKCÍ. Fakulta architektury ČVUT v Praze, [online], Přednáška [vid. 2019-10-06]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/21026977-Dvojite-fasady-design-fasadn-konstrukci-doc-ing-miloslav-pavlik-csc-fakulta-architektury-cvut-v-praze.html>

## ▪ Architektonicko-konstrukční dělení DTF

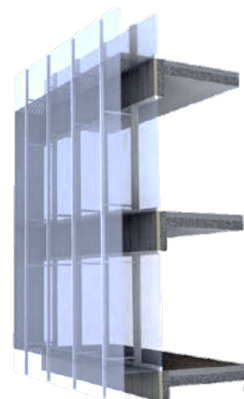
### 1. Se ŠTĚBINOVÝM meziprostorem



### 2. S DESKOVÝM NEPRŮCHODNÝM meziprostorem



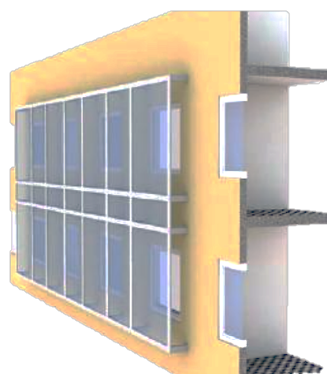
### 3. Se průchodným CHODBOVÝM meziprostorem



### 4. Se širokým HALOVÝM meziprostorem



### 5. AKUSTICKÁ transparentní předsazená fasáda



### 6. ŽALUZIOVÁ transparentní dvojitá fasáda



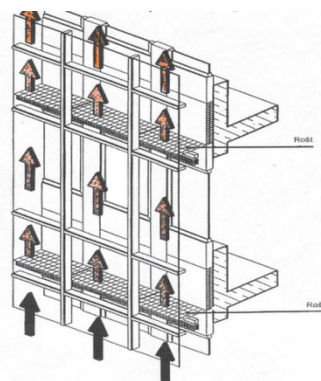
Schéma 43 DTF – ACHITEKTONICKÉ DĚLENÍ

80

<sup>80</sup> MŮČKOVÁ, Simona, *ANALÝZA NÁKLADŮ STAVEBNÍHO OBJEKTU V DŮSLEDKU VARIANTNÍCH ZMĚN HLINÍKOVÝCH KONSTRUKCÍ*, Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta Strojního inženýrství, 2016. str.31.

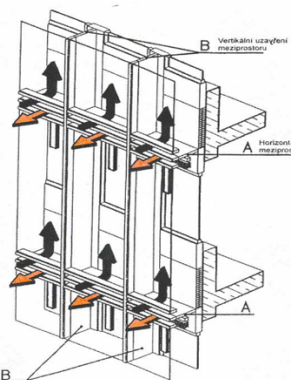
## Členění vzduchové mezery

**Celoplošně provětrávaná fasáda** - dvojitá fasáda se stálým a přirozeným větráním



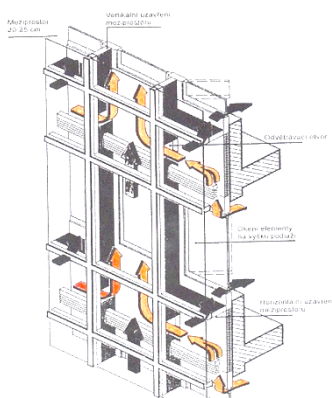
- výhoda nízkých investičních nákladů
- meziprostor není nikterak členěn, a umožňuje tak proudění vzduchu po celé výšce stěny.
- Přívod vzduchu je ve spodní části pláště a odvod v horní. Není vhodný pro výškové budovy, neboť ve vyšších podlažích dochází k nadměrnému přehřívání meziprostoru.

**Kazetová (boxová) fasáda**



- dvojitá fasáda s otvory pro přívod / odvod vzduchu
- dobrá ochrana proti hluku, požáru atd.
- nevýhoda vysokých investičních nákladů
- jednotlivé sekce jsou horizontálně i vertikálně uzavřené
- v současné době se z konstrukčního hlediska realizují jako modulové, resp. elementové fasády
- je vhodný pro nižší budovy

**Komínová (šachtová) fasáda** - meziprostor s převládajícím výškovým rozměrem.



- vedle uzavřených sekcí je vertikální šachta na odvod vzduchu, probíhající po celé výšce budovy
- je vhodný pro nižší budovy

Schéma 44 3x DTF – Schéma Dělení dle typu VZDUCHOVÉ MEZERY + popis <sup>81</sup>

<sup>81</sup> PAVLÍK, Miloslav, DVOJITÉ FASÁDY - DESIGN FASÁDNÍCH KONSTRUKCÍ. Fakulta architektury ČVUT v Praze, [online], Přednáška [vid. 2019-10-06]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/21026977-Dvojite-fasady-design-fasadn-konstrukci-doc-ing-miloslav-pavlik-csc-fakulta-architektury-cvut-v-praze.html>



- CAMBRIDGE PUBLIC LIBRARY – Cambridge, England, William Rawn Associates, Architects, Inc., 2009



Obr 43 VEŘEJNÁ KNIHOVNA V CAMBRIDGE

#### KOMENTÁŘ:

Dvě plochy skla vytvářející izolovaný prostor – dutinu – toto konstrukčně energetické řešení přes všechna podlaží budovy a vytváří v dutině komínový efekt. Fasáda tak umožňuje úplnou transparentnost při současném zajištění ochrany před nadměrným ziskem tepla, tepelnými ztrátami ale i osluněním pomocí žaluzií. Fasáda šetří energii (snížení o 50% ve srovnání s konvenčním lehkým obvodovým pláštěm)<sup>82</sup> a maximalizuje komfort z pohledu oslunění a světelné pohody. Provětrávaný prostor může být otevřen v létě a udržuje teplo před fasádou, nebo uzavřen v zimě a funguje jako izolační prvek.

Fasáda přináší do knihovny také velké množství přirozeného světla. Světlo je pečlivě řízené fixními a pohyblivými stínícími lamelami. Otevíratelná okna v průčelí přivádějí čerstvý vzduch v průběhu celého roku (i v zimě), aniž by umožnila jednoduchý vnik hmyzu dovnitř budovy. V zimě, na jaře a na podzim je možné využívat z dutiny teplo, které se v dutině kumuluje a je následně přiváděno do interiéru.

Obr 44 TECHNOLOGIE A ŘEŠENÍ POUŽITÁ V PROJEKTU



Provětrávaná mezera s pochozím prostorem pro čištění

Hliníkové polohovatelné žaluzie

Žaluzie se přizpůsobují úhlu slunce

<sup>82</sup> CASE STUDY: A DOUBLE-SKIN GLASS WALL [online]. William Rawn Associates, Architects, Inc. [vid. 28.12.2019]. Dostupné z: [http://www.rawnarch.com/pdf/CPL\\_WRA.pdf](http://www.rawnarch.com/pdf/CPL_WRA.pdf)

## Režimy fasády během roku

### JARO / PODZIM

- 1 Horní a spodní větrací otvory mohou být uzavřeny/otevřeny pro regulaci potřebné teploty
- 2 Otevíravá okna umožňují přirozenou ventilaci

### LÉTO

- 1 Polední slunce je zachyceno horizontálními žaluziemi, slunce ohřívá pouze meziprostor fasády, který je následně odvětrán.
- 2 Chladný vzduch je přiváděn do meziprostoru fasády spodním větracím otvorem
- 3,4 Ohříváný vzduch stoupá meziprostorem díky komínovému efektu

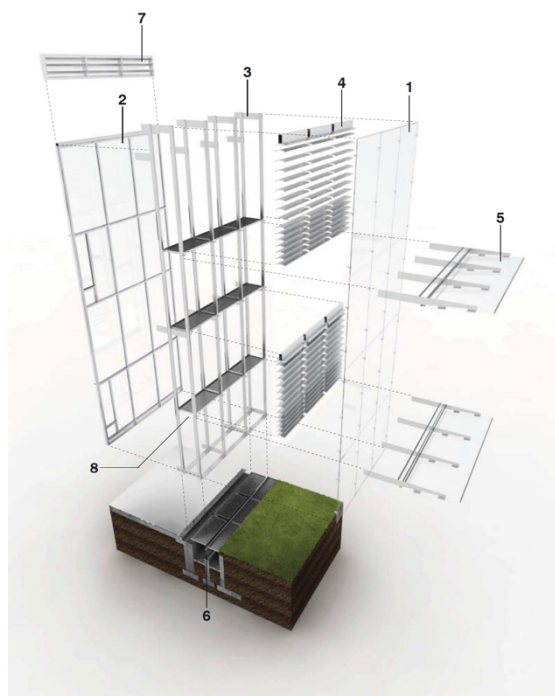
### ZIMA

- 1 Žaluzie brání oslnění nízkým slunečními paprsky
- 2 Horní i dolní větrací otvor je uzavřen a udržuje teplý vzduch v meziprostoru fasády.
- 3 Ohřátý vzduch vytváří termální bariéru mezi teplotou v exteriéru / interiéru



Schéma 45 4x DTF – Režimy fasády během roku, komponenty DTF 83

## Komponenty dvojité fasády



### KONSTRUKCE A ZASKLENÍ

- 1 Venkovní zasklení
- 2 Vnitřní zasklení
- 3 Nosná konstrukce
- 8 Pochozí lávky v meziprostoru

### STÍNÍCÍ PRVKY

- 4 Nastavitelné žaluzie
- 5 Stínící kce - baldachýn

### PRVKY VĚTRÁNÍ

- 6 Spodní nasávací otvor
- 8 Ventilace v rámci podlaží

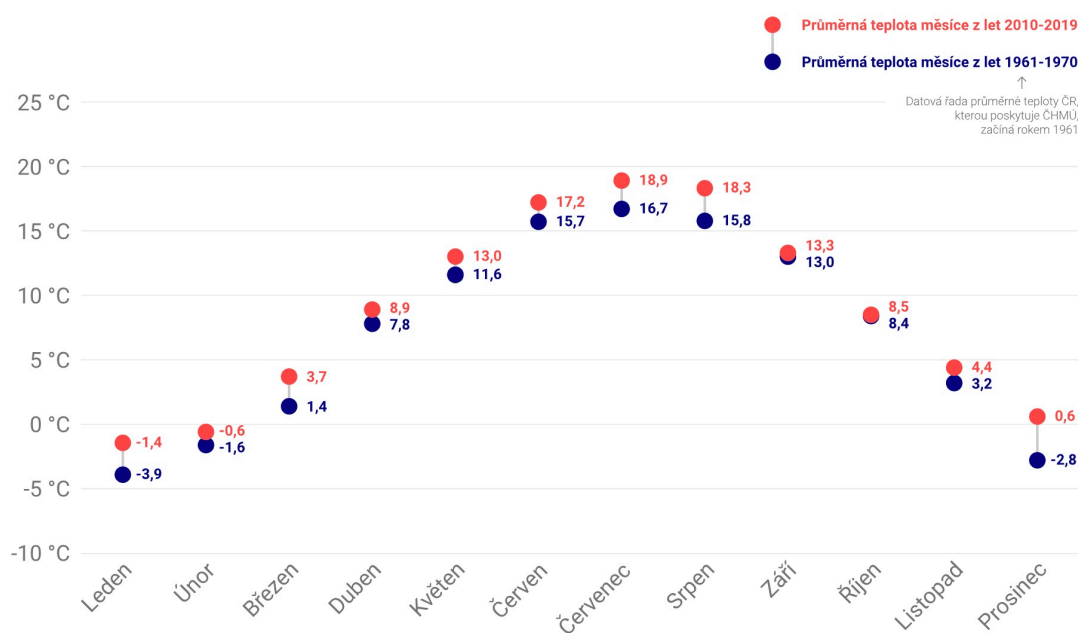
83 CASE STUDY: A DOUBLE-SKIN GLASS WALL [online]. William Rawn Associates, Architects, Inc. [vid. 28.12.2019]. Dostupné z: [http://www.rawnarch.com/pdf/CPL\\_WRA.pdf](http://www.rawnarch.com/pdf/CPL_WRA.pdf)

### 5.1.2.3. ZELENÉ (VEGETAČNÍ) FASÁDY

Z různých důvodů dnes udržitelnost vytváří důležitý a zajímavý vztah mezi architekturou a životním prostředím. To se děje v různých formách a s různou intenzitou. V rámci výzev energetické krize a klimatických změn začali architekti vyvíjet nové přístupy k řešení požadavků na energii v budovách.

Zatímco již na přelomu století se začaly běžně objevovat aktivní (ale i pasivní) fasádní systémy pracující s energií slunce, výrobou elektrické energie, případně ohřevu teplé vody a podobně, zelená architektura byla až donedávna vcelku na okraji zájmu tohoto environmentálního přístupu. I to se ale v posledních letech začíná měnit!

Jedním z těchto přístupů je opravdové ozelenění fasád, které se začalo v realizacích objevovat v posledních 10 letech, není zřejmě považováno za převratnou inovaci v šetření energiemi nebo dokonce energetické soběstačnosti budov, ale vertikální ozelenění může poskytnout na povrchu budovy velmi zajímavý chladicí efekt. To je velmi důležité během letních období ve městech, zejména v některých zeměpisných šířkách. Stínění a chladivý efekt zelených fasád může mít samozřejmě také vliv na vnitřní klima v budově, protože zabrání prohřívání fasády, stíní a vytváří přirozené mikroklima, jež přispívá k lepšímu pocitovému vnímání vyšších teplot. Zejména v dnešní době, kdy se přehřívání planety, změna klimatu a nedostatek zeleně ve městech zdá být problémem více než kdy dříve, a to nejen ve světě, ale i přímo v České republice.



TAB. 3 GRAF průměrných teplot v ČR let 19611 - 2019

„Nárůst teploty v ČR je přibližně dvojnásobný než nárůst světové průměrné teplotní anomálie,“

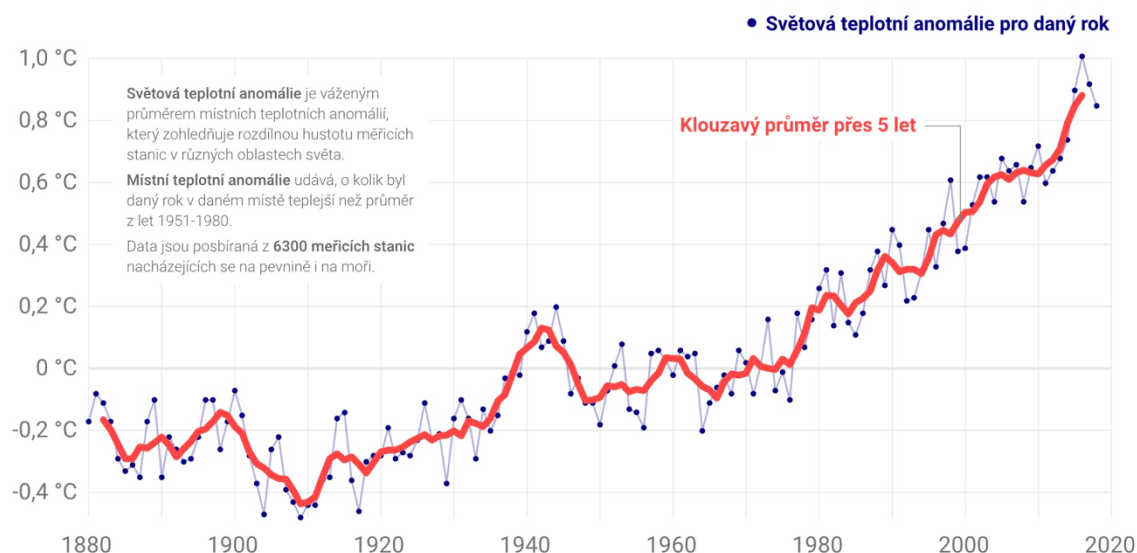
84

<sup>84</sup> Data meteorologů: Česko se za posledních šedesát let ohřálo o dva stupně Celsia, v zimě a létě téměř o tři [online]. iRozhlas, Boček Jan, Kabrhelová Lenka, Kočí Petr [vid. 6.3.2020]. Dostupné z: [https://www.irozhlas.cz/veda-technologie/priroda/klima-data-fakta-oklimatu\\_2002060600\\_jab](https://www.irozhlas.cz/veda-technologie/priroda/klima-data-fakta-oklimatu_2002060600_jab)



## VÝVOJ SVĚTOVÉ TEPLOTNÍ ANOMÁLIE

Svět je nyní o 0,8-1 °C teplejší než v letech 1951-1980



TAB. 4 GRAF vývoje teploty v ČR let 1961 - 2019

Rozdíl mezi českým a globálním průměrem vysvětluje graf na webu Fakta o klimatu. Graf zpracovává teplotní data Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) a srovnatelné údaje amerického Národního úřadu pro letectví a kosmonautiku (NASA).

Nepropustné povrchy, jako jsou fasády – zejména ty z nejodolnějších materiálů se schopností akumulace – ovlivňují ulice města a jejich mikroklima, a to nejen uvnitř, ale i v okolí města zvýšením teplot v okolí budov. Následně ovlivňují nejen pohodlí uvnitř města, ale také zvyšují množství energie spotřebované na úpravu vnitřního prostředí uvnitř přehřátých budov. Možným řešením tohoto problému je použití vegetačních střeš, nebo fasády.

Vegetační střešy a zelené plochy přispívají k vertikálnímu promíchávání vzduchu, takže teplota nad nimi bývá nižší než okolní zastavěné plochy. Teplý vzduch stoupá přes tvrdé povrchy, naopak u zelených fasád je nahrazen čerstvým vzduchem a klesá opět k horkému povrchu chodníků a silnic, kde se opět ohřeje – tento koloběh společně se stínící vzrostlou zelení pomáhá k redukci přehřívání měst a lepšímu klimatu v letních měsících. A to je hlavním důvodem rozmachu realizovaných zelených fasád a střeš v současnosti.

## HLAVNÍ BENEFITY ZELENÝCH FASÁD

- hospodaří s vodou
- prodlužují životnost zateplení
- pohlcují hluk z okolí
- v létě chladí a v zimě zahřívají
- vytváří příjemné klima v okolí
- pohlcují CO<sub>2</sub>
- zkrášlují „surové“ městské prostředí fasády
- stavba získá díky nim originální vzhled

## PŘEVAŽUJÍCÍ TYPY ZF

- Samopopínavé rostliny
- Popínavé rostliny, které potřebují konstrukci umístěnou před stěnou, podél které mohou růst a šplhat
- Vzrostlé a závěsné rostliny, které rostou z květináčů na střeše nebo balkonu (tyto rostliny vyžadují více péče: hnojivo, vodu a ochranu před mrazem)
- Zelené fasádní zahrady, kdy rostliny vyrůstají vzhůru z květináčů upevněných na fasádě nebo ze substrátu na ní připevněném. Obvykle se jedná o nákladná a křehká řešení kvůli intenzivní péči a údržbě včetně pravidelného zavlažování a hnojení. Nabízí se otázka, jak udržitelná mohou být tato řešení.



Schéma 46 DĚLENÍ ZELENÝCH FASÁD DLE ŘEŠENÍ



## SAMOPOPÍNAVÉ ROSTLINY

Zpravidla ty, které šplhají pomocí úponků, spletených stonků nebo přísavek, Předpokladem je, že ke svému růstu vzhůru nepotřebují žádnou podpůrnou konstrukci.

Samopopínavé rostliny se dělí na samonosné rostliny, jako jsou kořenolezce nebo rostliny s přísavkami.

*„Pokud jde o popínavé rostliny, je v našich zeměpisných podmínkách výběr stálezelených prakticky zúžen na tři neopadavé druhy. Nejznámější a nejvíc používaný je břečťan, který může být podle druhu rychleji či pomaleji rostoucí. Méně známý je brslen Fortuneův, který je v růstu poměrně pomalý, a bujně rostoucí zimolez Henryův.“<sup>85</sup>*

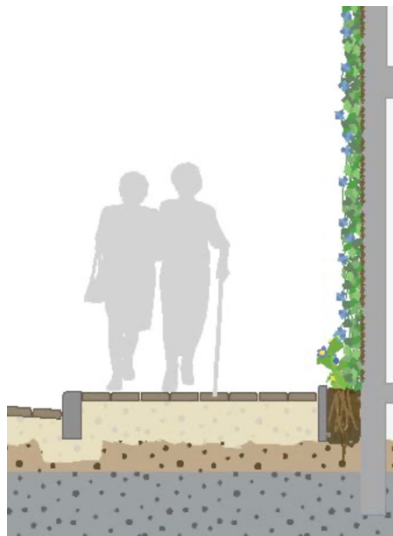
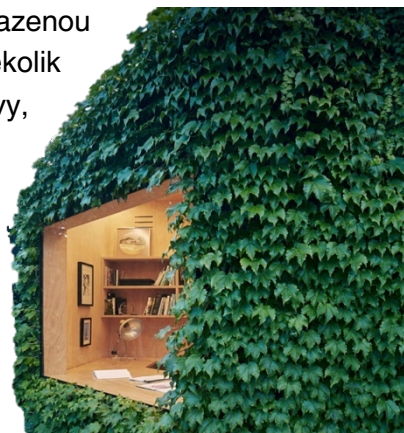


Schéma 47 ZF - SAMOPOPÍNAVÉ ROSTLINY

- Winter's Shed, Matt Gibson, Melbourne - Australia, 2019

### KOMENTÁŘ AUTORA:

V rámci tohoto příkladu nejde úplně do důsledku o předsazenou konstrukci ve slova smyslu předsazení konstrukce o několik centimetrů a ovlivňující technické vlastnosti obálky budovy, naopak ve smyslu vlivu na estetiku budovy se dá v rámci mezí této práce mluvit o přírodním materiálu - předsazeném před klasickou skladbu stěny s butylovou membránou ze syntetické pryže na vnějším povrchu stěny. Tato membrána chrání skladbu stěny před případnou vlhkostí a prorůstáním kořínků hustého břečťanu, který vyrůstá klasicky ze zeminy v přímé blízkosti založení objektu. (viz schéma výše)



Obr 45 ZELENÁ POPÍNAVÁ FASÁDA

Tento drobný objekt funguje jako samostatný a flexibilní pracovní prostor a poskytuje tak svým uživatelům intimní soukromý pracovní koutek pro zotavení, reflexi a vhodné podmínky pro tvůrčí činnosti. Ve vztahu k dnešní uspěchané době, potřebě pasivního chlazení a stínění konstrukcí, návratu k přírodě a také práci na home-office, sledávám tento příklad jako velmi aktuální tématu a době, ve které je práce zpracovávána.

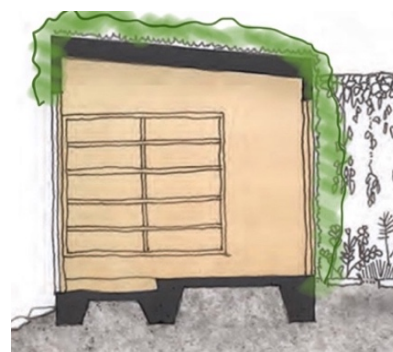


Schéma 48 ŘEZ OBJEKTEM

<sup>85</sup> Lukáš Pečenka, NÁVRH BUDOVY S NÍZKOU SPOTŘEBOU ENERGIE, České Budějovice, Vysoká škola ekonomická, 2018

## PODPŮRNÉ KONSTRUKCE PRO POPÍNAVÉ ROSTLINY

Popínavé rostliny rostoucí zespodu nahoru zpravidla vyžadují podpůrnou konstrukci, tou je myšlen objekt – TRELÁŽ, po kterém se může rostlina pnout vzhůru za zdrojem slunečního záření, a zvětšovat tak svůj objem a velikost plochy listů pro správnou funkci fotosyntézy. Funkci treláže zpravidla zastávají typizované podpůrné lankové konstrukce.

Nejčastěji můžeme vybírat ze 3 typů takových kcí:

1. vertikální nerezová lanka na typizovaných kotvách přímo do nosné kce budovy

Jejich využití se objevuje nejčastěji i vysokých budov, kdy je potřeba aby vertikální zeleň pokryla a dosáhla jednoduše velkých výšek

2. Síťové nerezové programy – např. x-tend sítě

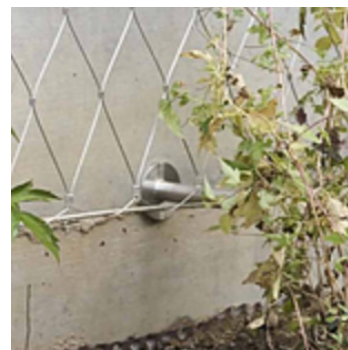
Využívají se zejména pro hustší porosty popínavých rostlin, které se proplétají do sebe do stran a tvoří následně souvislou plochu vertikální zeleně –

Konstrukce je také vhodná pro pnoucí rostliny v horizontální rovině

3. Předsazené samonosné rámové konstrukce, které mohou obsahovat jak nerezové sítě, tak vertikální lankový systém – pro samonosné provedení podpůrné konstrukce se využívají nerezové rámy s výplní vertikální nebo síťovou



Schéma 49 ZF - POPÍNAVÉ ROSTLINY S KONSTRUKCÍ



Obr 46 3x KONSTRUKCE PRO POPÍNAVÉ ROSTLINY

- MFO Park, Burckhardt + Partner and Raderschallpartner, Zurich Switzerland, 2017

### KOMENTÁŘ:

MFO Park je ocelová skeletová konstrukce o výšce 17 metrů, délce 100 metrů a šířce 35 metrů s modulárním systémem konstrukce 4x4 m.<sup>86</sup> Projekt je v podstatě novým předobrazem současného městského parku. Na rozdíl od jiných parků budovaných v minulosti, kdy bylo ve městech ještě relativně dostatek prostoru, MFO Park neroste jen na zemi, ale roste také vertikálně nebo trojrozměrně jako budova. Tato budova nezískala podobu průmyslové budovy jen náhodou, regenerace čtvrti, která byla kdysi velkou zbrojní průmyslovou a experimentální oblastí - severní okres v Curychu nazývaný Maschinenfabrik Oerlikon. Park MFO byl velmi strategickým projektem pro nově vznikající čtvrt nazývanou také jako Neo-Oerlikon, a to zejména pro přitáhnutí nových obyvatel a regeneraci stávající komunity. Je to skutečně jedna z dominant Curychu, která pomáhá městu růst nejen v počtu lidí, kteří se do této oblasti stěhují, ale také v ekonomice. Budova je pokryta 104 druhy vinné révy, s různými tvary, barvami a životními podmínkami, roste na ocelových lanách, mřížích, mezi konstrukcí se vytvářejí různé vzory stěn. Má v sobě dynamickou kvalitu díky přeměně révy, která sezónně mění barvu a množství. Tyto rostliny během zimy chřadnou a zanechávají za sebou ocelovou kostru. Později na se jaře znovu pokryjí novým zeleným listem, naplní vůní květin a plně vyrostou v létě. Listy a květy během podzimu opět mění barvu, což přináší další zážitek.

### ZHODNOCENÍ:

- + Velmi zajímavé jak sociologické, tak urbanistické řešení
  - Kvalitní architektura, stanovuje nové trendy v městské zeleni
  - Nenáročná konstrukce a modulární provedení
  - Přirozeně chladí za pomoci pasivní zelené architektury
- Nejedná se v podstatě o fasádu, ale městský park
  - Náročná údržba zeleně



Obr 47 PŘEDSAZENÁ KONSTRUKCE PRO POPÍNAVÉ ROSTLINY, FOTO AUTOR

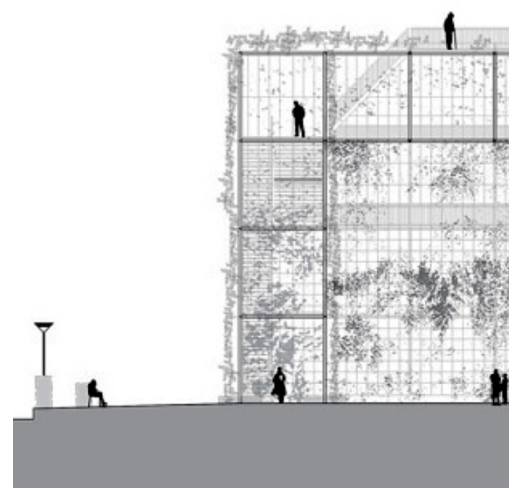
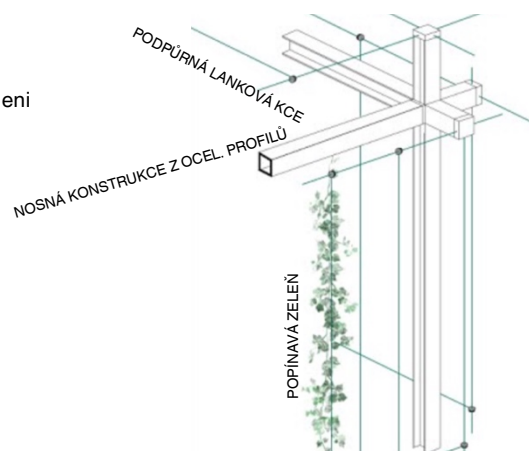


Schéma 50 ZF – PŘÍČNÝ ŘEZ + DETAIL KONSTRUKCE PRO POPÍNAVÉ ROSTLINY – MFO PARK



<sup>86</sup> MFO Park [online]. Burckhardt + Partner, and Raderschallpartner, IN DA Year3 studio [vid. 23.10.2021]. Dostupné z: <http://indayear3studio-1617s2.blogspot.com/2017/01/mfo-park-burckhardt-partner-and.html>



## KVĚTINÁČE – VZROSTLÉ A ZÁVĚSNÉ ROSTLINY

Obecně vzrostlé a závěsné rostliny, které rostou z květináčů umístěných zpravidla na střeše nebo na balkonech – závěsné typy rostlin jsou zpravidla umístěny v horních partiích objektu a visí následně přes okraj dolů (tyto rostliny umístěné v květináčích zpravidla velkých rozměrů pro dostatečnou mocnost substrátu vyžadují více péče: hnojivo, vodu a ochranu před mrazem);

Vzrostlá nebo velmi intenzivní zeleň, která se také používá k realizaci zelených fasád domů, ale není tou předsazenou konstrukcí v pravém slovy smyslu – zpravidla se pouze jedná o květináče velkých rozměrů, umístěné jak na balkonech, tak atypickým způsobem kotvené do nosné konstrukce budovy – tento druh rostlin a jejich velké nároky na objem substrátu a péči zpravidla znamenají působivou, ale také velmi nákladnou realizaci a to jak v ohledu financí a celkové hmotnosti rostlin, tak v ohledu následné péče o takové řešení.



Schéma 51 ZF – ZÁVĚSNÉ ROSTLINY S KONSTRUKCÍ

- Vila M, Triptyque Architecture, Paris - France, 2021

### KOMENTÁŘ AUTORA:

Budova – centrum zaměřené na zdravotní péči, vyniká svou doslova živoucí fasádou, jejíž geometrii tvoří trámy kovové konstrukce, koncipované pro umístění léčivých bylin, ovocných stromů a středně velkých až velkých vytrvalých druhů rostlin a bylin umístěných ve velkých květináčích v jakýchsi lodžích. Fasáda s lodžemi, navržena jako exoskelet, má minimalistický vzhled složený z prefabrikátů. „Samotná budova je oporou pro tuto vertikální zahradu, která vyrostla a zabírá celou fasádu, a proměňuje budovu ve vertikální léčivý les, a tím stává se hlavní architekturou domu“.<sup>87</sup>



Obr 48 KONSTRUKCE PRO ZÁVĚSNÉ ROSTLINY

### ZHODNOCENÍ:

- + Velmi zajímavé řešení nabízející více výhod v jedné předsazené kci
  - Kvalitní architektura, stanovuje nové trendy v městské zeleni
  - Modulární provedení
  - Přírodně chladí za pomoci pasivní zelené architektury
- Hmotnost celé předsazené konstrukce lodžií a zeleně
  - Náročná údržba zeleně

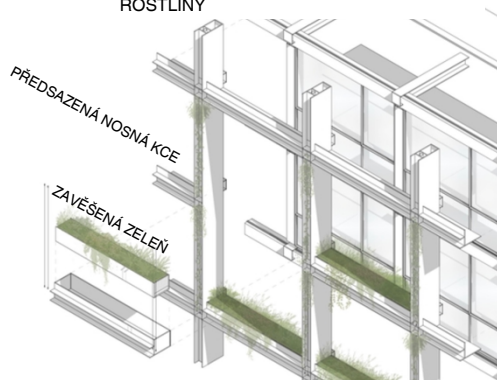


Schéma 52 ZF – AXONOMETRIE, DETAIL

<sup>87</sup> Villa M / Triptyque Architecture [online]. ArchDaily [vid. 24.10.2021]. Dostupné z: [https://www.archdaily.com/967487/villa-m-triptyque-architecture?ad\\_medium=gallery](https://www.archdaily.com/967487/villa-m-triptyque-architecture?ad_medium=gallery)

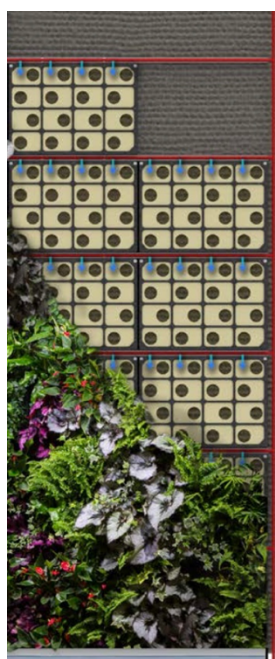
## HYPOTONICKÉ FASÁDNÍ ZAHRADY

Zpravidla se jedná o typizované řešení konkrétního výrobce, kdy modulární patentované vertikálně uložené boxy / dlaždice, jsou na míru osazeny na jakoukoliv vertikální plochu – v našem případě fasádu. Boxy a celý systém je konstruován tak, že kapkové zavlažování, které je zcela skryté uvnitř struktury a konstrukce zelené stěny, rovnoměrně distribuuje vodu celým systémem do každého z modulárních panelů a rostlinám dodává přesně takové množství vody, jaké potřebují.

Hlavním prvkem poskytujícím přirozené prostředí rostlinám je hydrofilní minerální vlna, která nemění svou velikost a poskytuje rostlinám ideální prostředí pro růst kořenů a časem nedegraduje.

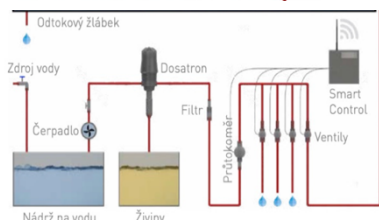


Schéma 53 ZF – HYPOTONICKÉ FASÁDNÍ ZAHRADY



Kapénková závlaha  
Vodotěsná podkladová deska  
Drenážní vrstva 4,5 mm  
Hydrofilní minerální vlna

Zarovnání horního boxu  
Nosná konstrukce  
Podpěry  
Roznášení rošt  
Vodotěsná podkladová deska  
Drenážní vrstva 4,5 mm  
Moduly Biotile  
Rozvod závlah 16 mm  
Hydrofilní minerální vlna  
Zpomalovač odtoku  
Výplňový pásek



Dálkové ovládání a monitorování

Odvodnění  
Odtokový žlábek

Schéma 54 ZF – HYPOTONICKÉ FASÁDNÍ ZAHRADY -



## HLAVNÍ NEVÝHODY ZF

- zvýšená vlhkost a potenciální poškození konstrukce budovy v důsledku snížené schopnosti fasády zbavovat se vlhkosti přirozeným odpařováním
- poškození fasády nebo dokonce základů budovy kořenovým systémem vegetace
- větší výskyt hmyzu a drobných živočichů v okolí vegetačních fasád
- vcelku složitý proces návrhu skladby druhů rostlin pro každý specifický projekt
- velká míra nutnosti péče o technologii v rámci funkčního období fasády

## ZHODNOCENÍ

Na druhou stranu u zelených stěn a fasád se uznává, že mají pozitivní vliv na snížení efektu Urban Heat Island Effect – tedy efektu „přehřátého městského ostrova“. Zelené fasády a obecně zeleň v městském prostředí mají schopnost vázat CO<sub>2</sub> a produkovat kyslík, tedy zlepšují kvalitu okolního vzduchu.

Odpařovací výkon vegetace a substrátu zvyšuje vlhkost a zlepšuje městské mikroklima. V letním období se ohřívání povrchů budov snižuje díky zastínění rostlinami. Zelené fasády dosahují znatelného chladicího efektu a fungují jako „přirozené klimatizační systémy měst“.

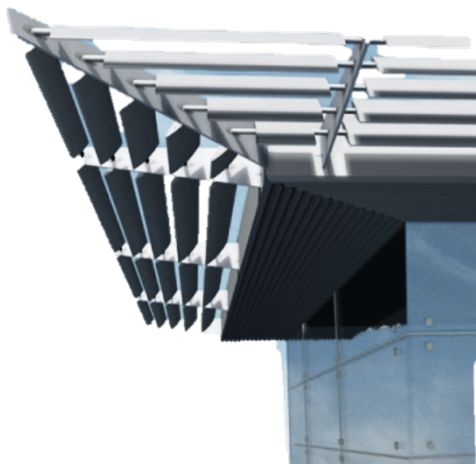
#### 5.1.2.4. Fasády s přesazenými PLNÝMI prvky

##### POTŘEBA REGULACE PROSTUPU TEPLA A SVĚTLA OBÁLKOU BUDOVY

Tato část práce popisuje části obálky budovy umožňující určit povahu a rozsah vnějších ovlivňujících vlastností. Vlastnosti obálky budovy od nepaměti ovlivňují její barva, materiál, rozměry a její proporce. Ty všechny mohou (zejména kontaktní) obvodový plášť budovy přeměnit na prostředek dočasného udržení toku energie mezi vnitřním a vnějším prostředím, a to v obou směrech. Pokud zahrneme také otvory, propouštějící světlo, teplo, vzduch a umožňující výhledy, dostaneme kritéria, které určují kvalitu vnitřních podmínek uvnitř budovy. V závislosti na požadavcích na klima v interiéru jsou vlastnosti otvorů preferovány s prostředky umožňujícími výměnu vzduchu, prostupu světla, tepla a vlhkosti a jsou zpravidla úmyslně navrženy tak, aby byly variabilní. Zvýšení nebo snížení této propustnosti oken nebo otvorů obecně se tedy stává kontrolním mechanismem. Okna a dveře jsou nejjednoduššími a nejlepšími formami, jak dosáhnout změny klimatu uvnitř budovy. Jejich měnící se míra otevřenosti / zavřenosti, jejich materiál a konstrukce měly vždy zásadní vliv na vnitřní klima v budově a také na vzhled fasády. Je tedy logické, že účinky, jako je skleníkový efekt (zvýšení teploty ve vnitřním prostoru v důsledku sluneční energie vstupující přes průhledné oblasti obvodového pláště budovy s použitím přirozeného slunečního záření v rozsahu teplot mnohem vyšších, než je teplota vzduchu venku) jsou stejně jak lehce dosažitelné, tak také nevyhnutelné. V případě nežádoucího tepelného zisku, se lze tomu vyhnout stíněním. Tato, nejlépe dočasná ochrana proti slunečnímu záření – jako prostředek pro zatemnění interiéru – je jedním ze způsobů, kterým uživatel může mít přímý vliv na tepelné a světelné podmínky v budově, a to i s možností změny, jak je požadováno – kdykoliv. Stínící systémy se staly ve spojení s kontrolováním solárních zisků stále důležitějšími, zejména s vědomým využitím environmentálních zdrojů energie, zejména solární energie. V závislosti na vnitřním prostředí vyžadují prvky možnost reagovat na vnější klimatické podmínky – manuální nebo mechanickou, či elektronickou úpravou podoby obvodového pláště lze měnit vnitřní klima při jakémkoli znatelném přílivu energie zvenjšku. Je to podobné způsobu, jakým jsme zvyklí používat oblečení. Pokračující rozvoj těchto systémů obvodového pláště budovy, které jsou již k dispozici, je – zejména pro architekty – naléhavý a důležitý úkol, jak se podobou a řešením exteriéru podílet na celkové energetické bilanci budovy a také na jejím vzhledu. Role architekta je vždy definována jako role osoby zodpovědné za celkovou kompozici, a tím i za celkovou optimalizaci všech konstrukcí a řešení, včetně správného začlenění příslušných stínících systémů do estetiky celkové dojmu.

## ○ ZÁKLADNI DĚLENÍ STÍNÍCÍCH SYSTÉMŮ

- **pevné clony** – jsou to takové stínící elementy, jejichž konstrukce je ať už v horizontálním nebo vertikálním směru určena pro zamezení vniku slunečních paprsků do interiéru nebo přímo na určenou plochu/prostor za nimi. Zpravidla je takové stínění řešeno jako předsazené – tedy konstrukčně vynesené před samotnou plochu fasády, zasklení, nebo například prostoru. Pro tyto konstrukce se z důvodu trvanlivosti a hmotnosti používají zejména ušlechtilé materiály – kovové slitiny, kompozitní a další vhodné konstrukce například dřevo ve spojení s dřevěnými prvky.



Obr 49 PŘÍKLAD PEVNÉ SLUNEČNÍ CLONY

- **pohyblivé clony** – lze je v zásadě rozdělit na tradiční (výsuvné markýzy, shrnovací panely, natáčecí žaluzie a lamely aj.) kdy se jedná vždy o pevné nebo látkové elementy zpravidla manuálně nebo jednoduchým motorickým pohonem řízené tak, že se jejich pozice upravuje dle směru a intenzity dopadu slunečních paprsků, a tím je zajištěno jejich nejefektivnějšího využití. Moderní formou pohyblivých elementů jsou jakékoliv například fotovoltaické pohyblivé panely, nebo proměnlivé dynamické, kinetické, pneumatické systémy – dnes již řízeny zpravidla autonomně inteligentními systémy na základě mnoha parametrů sledovaných v denním režimu budovy.



Obr 50 PŘÍKLAD POHYBLIVÉ SLUNEČNÍ CLONY

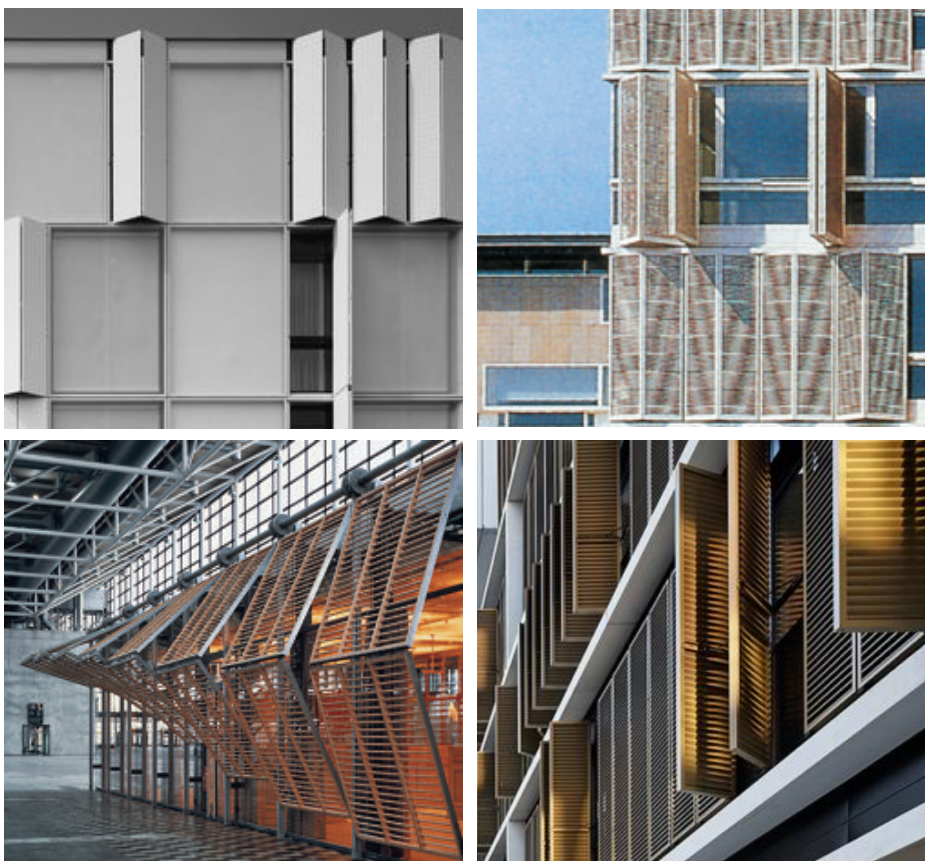
### 5.1.2.5. POHYBLIVÉ CLONY

#### ▪ SKLÁDACÍ PANELY

Posuvné, skládací a zvedací panely – odraz současné architektury.

Posuvné, panely jsou důležitým prvkem v estetickém designu dnešních budov. Nabízejí mnoho možností, od použití různých barev a materiálů až po zastření či zdůraznění linie mezi sklem a fasádou. Panely nabízejí účinnou ochranu proti přehřívání budovy, protože zabraňují prostupu slunečního tepla do interiéru. Průhlednost panelů je podmíněna použitím různých výplní a materiálů, jejich perforací atd. Výhodou skládacích panelů je možnost jejich sekundárního využití – např. na fasádě mohou ve složeném vertikálním směru blokovat nežádoucí slunce a zároveň poskytovat nerušený výhled z okna. V přízemí mohou velmi dobře fungovat jako bezpečnostní rolety v zavřeném stavu – pokud se ale složí do horizontální horní úrovně výlohy, mohou poskytnout žádoucí stínění nebo ochranu proti dešti. Jejich kritickými vlastnostmi by měly být:

- odolnost proti zatížení větrem
- vysoká úroveň ochrany proti vloupání
- regulace intenzity vnitřního osvětlení a přehřívání interiéru



Obr 51 4x PŘÍKLAD SKLÁDACÍCH PANELŮ

## ▪ POSUVNÉ PANELY

V minulosti nejznámější formou takového řešení byly posuvné okenice – namísto tradičních otevíravých okenic. Toto řešení se v minulosti používalo především jako bezpečnostní ochrana. Dnešní posuvné panely se jsou ale více než jen okenicí – často ani přímo s okny kompozičně nesouvisí a mohou zakrývat několika panely v řadě například celá prosklená podlaží, průběžné lodžie, nebo také celé části staveb. Dnešní posuvné panely mají sofistikovaný systém uchycení pomocí kolejnič, ať už ve spodní nebo horní úrovni. Jejich umístění a funkce je zpravidla řešena tak, že umožňují obyvatelům budovy regulovat své soukromí, bezpečnost a také úroveň oslunění uvnitř vlastního interiéru.

Dnešní posuvné panely nabízí mnoho konstrukčních a funkčních variant. Mohou například nést již specificky fixně natočené horizontální / vertikální lamely, ale také se umí pohybovat dle denního cyklu budovy, a to například i pomocí motorického pohonu za současného řízení čidly intenzity denního osvětlení.

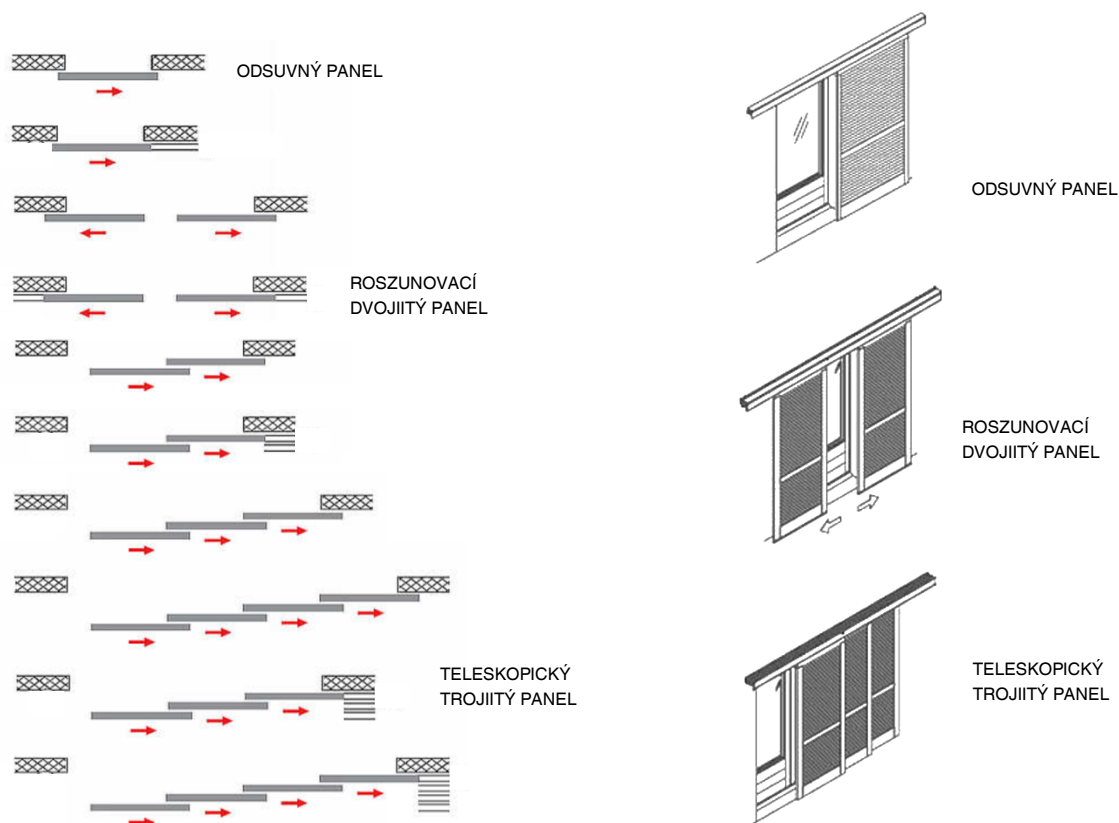


Schéma 55 MOŽNOSTI PŘEKRYTÍ POSUVNÝCH PANELŮ DLE ŠÍŘKY OTVORU



Obr 52 POSUVNÉ PANELY – PŘÍKLADY



- Ladenpassage Fünf Höfe, MUNICH GERMANY, Herzog & de Meuron, 2004

#### KOMENTÁŘ AUTORA:

Celá fasáda této budovy v Mnichově je pokryta vrstvou horizontálních posuvných skládacích perforovaných kovových panelů. Manipulace s těmito listy lze provést zevnitř přes sofistikovaný mechanismus.

Každý list je vytvořen z perforovaného plechu, s kruhovými otvory o průměru několika málo centimetrů. Perforovaný plech je vlnitý, dává panelu větší tuhost a příjemnější průhlednost. Zevnitř se vizuální textura plechu připodobňuje svou jemnou strukturou k prvkům interiéru - jako je např. textilní závěs na obr níže. Perforace, stejně jako závěsy, umožňuje pohled ven a zároveň dostatek soukromí uvnitř, pomocí odsouvání těchto skládacích panel je možné regulovat odpovídající osvětlení místnost. Protisluneční ochrana je v tomto případě nutná, zda není příliš vysoká? Pravděpodobně ne, spíše je odpovídající pro tyto zeměpisné šířky.



- + Jemná perforace tvoří jakýsi závoj budovy  
Slouží také jako akustická bariéra a zároveň lze přirozeně větrat  
Pohyblivé individuálně regulovatelné stínění

- Ekonomické náklady na děrované skládací hliníkové panely  
Složitost konstrukčního řešení a uchycení  
Pohyblivé části jsou náchylné na poruchu

Obr 53 SKLÁDACÍ PANELE

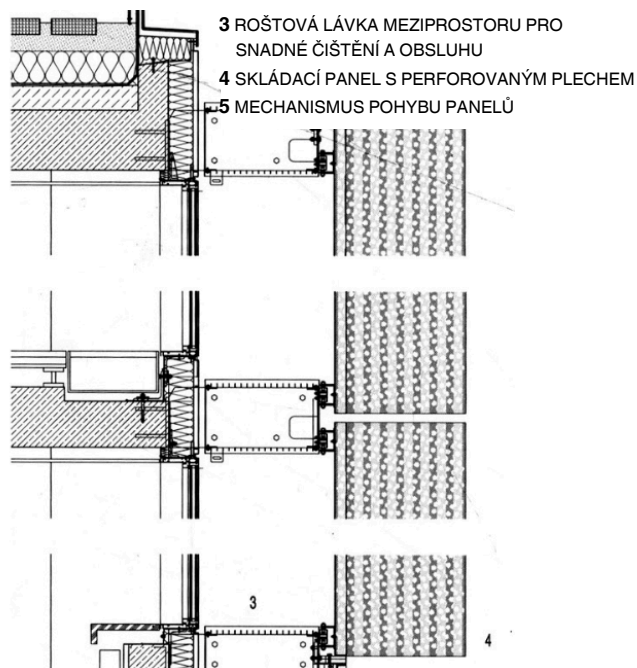


Schéma 56 DETAIL ŘEŠENÍ SKLÁDACÍCH PANELŮ – ŘEZ

## STATICKÉ STÍNÍCÍ ELEMENTY

- **pevné clony** – tyto konstrukce jsou exemplárním příkladem této práce – zpravidla jsou řešeny jako samostatné konstrukce, předsazené před obálku budovy a jejich úlohou je především efektivně dle své polohy odclonit nežádoucí tepelné zisky od slunečního záření. Konstrukce může být lamelová anebo roštová. Pro jejich vykonzolování se používají lehké konstrukce, které odolávají teplu a mohou být dlouhé hodiny na slunci exponovaných místech – zpravidla se jedná o lehké materiály jako je dřevo, ocel, slitiny hliníku, nebo kompozity, v dnešní době jsou stále více populární také textilní nebo PVC tkaniny – tzv. membránové kce.
- East Village Lofts, AUSTIN – Texas USA, Bercy Chen Studio, 2011

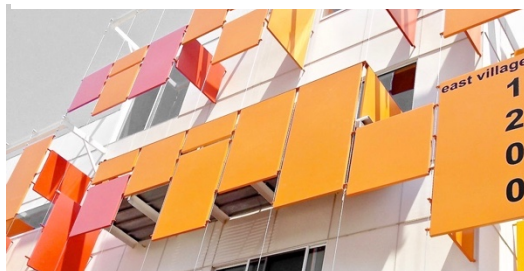
### KOMENTÁŘ AUTORA:

Tento projekt byl cestách po Texasu pro mě příjemným překvapením – East Village je ekologicky šetrný, polyfunkční komplex budovy s dramaticky vypadající fasádou v exteriéru. Budova navržená architekty z Bercy Chen Studio je také známá jako blok 19 a se může pochlubit velmi zvláštní ochranou proti slunečnímu záření. Tato zářivě zbarvená hra různě osazených barevných desek z ocelového plechu se klene přes jižní a západní fasádu budovy a stíní obytné jednotky od horkého texaského slunce a zároveň tu a tam působí jako zábradlí pro balkony.

Uvnitř budovy se nachází také maloobchodní prodejna a komerční prostory v přízemí a 20 eko-bytů. Zelené rysy, které architekti zahrnuli do návrhu, jsou: nátěrové barvy s nízkým obsahem těkavých látek, okna se solárním zasklením, nadstandardní izolace střešní krytiny, kvalitně izolované stěny, recyklace na místě v rámci stavby (stavební odpad byl také recyklován) a střešní zahrady, které jsou otevřené obyvatelům budovy.



Obr 54 PEVNÉ STÍNÍCÍ ELEMENTY



### SHRNUTÍ

Taková řešení zvyšují komfort uživatele, poskytují v potřebný čas dostatek přirozeného osvětlení vnitřních prostor. Ať už mluvíme o statických či pohyblivých stínících elementech na fasádách, jejich úloha je v dnešní architektuře jasná – aby se staly tyto součásti budov ekonomicky a energeticky opodstatněné, musí být navrženy dostatečně chytře, tak aby plnily svou primární funkci – v nejvíce exponovaných podmínkách stínily obálku budovy – a zároveň měly i nějakou sekundární funkci, například jsou zároveň výrazným architektonickým prvkem, slouží jako akustická bariéra, nebo poskytují soukromí a závětrí.

### 5.1.3. TECHNOLOGIE BUDOUCNOSTI

Tato část práce je v podstatě odbočkou od hlavního tématu a mediální a světelné fasády jsou zmíněny pouze ve vztahu k novodobým technologiím a také proto, že se dá očekávat, že prvky těchto fasád se v budoucnu začlení do mnohem komplexnějších energeticky efektivních řešení. V nových technologiích v architektuře je dnes v globálním měřítku na vzestupu a ani umístění pohyblivých komponentů nebo obrazů do fasád budov, není výjimkou.

#### 5.1.3.1. INTERAKTIVNÍ a jiné fasády

*„Téma mediálních fasád není v architektuře jen novým trendem, reprezentuje důležitý krok ve vývoji technologií, který bude mít velmi obsáhlý dopad.*

*Tento trend ovlivní podobu měst, ať už ve spolupráci s architekty anebo bez nich. Proto musíme převzít sociální zodpovědnost a pracovat s novými technologiemi v kulturně vyspělé formě jako civilizovaná společnost.“<sup>88</sup>*

Technicky a technologicky je tato kategorie interaktivních a mediálních fasád velmi atraktivní – všudypřítomná automatizace, chytré řízení a nejrůznější softwarová řešení, elektronická čidla, která snímají fyzikální veličiny, jako je vítr, teplota, vlhkost, a díky těmto datům potom mohou chytré řídit například vytápění nebo větrání budovy. Interaktivní fasády však mohou být prostředkem k nejen technicky pokročilým, ale také v budoucnu hlavní formou k dosažení optimálních energeticky efektivních schopností fasád. Mohou být naprogramovány, aby simulovaly pohyblivý obraz, měnily charakteristické zbarvení nebo propustnosti světla celého pláště budovy, nebo jen prostě předávaly informace – například o právě probíhající výstavě nebo divadelním představení. Tyto fasády se potom začlení do městského prostředí jako živoucí organismy, které se mění a přizpůsobují dění okolo sebe, např. klimatickým podmínkám. Anebo mohou úplně změnit fungování obálky budovy dle aktuálních požadavků na funkci a využití prostorů za nimi.

## MEDIÁLNÍ FASÁDY

V podobě obrazů objevujících se ve sděleních mediálních fasád hraje velkou roli počítačová grafika. Lze konstatovat, že tomuto mediálnímu obsahu vládne filmový průmysl a grafický design, a to jak u statických obrázků, tak u různých animací, nejčastěji bohužel v podobě reklam. Tento grafický design je sice často velmi vizuálně atraktivní, ale svým sdělením může

---

<sup>88</sup> *Media facades, Virtual dschungle 5* [online]. Schürer Oliver [vid. 3.11.2021]. Dostupné z: [https://past.azw.at/event.php?event\\_id=565&text\\_id=772](https://past.azw.at/event.php?event_id=565&text_id=772) (překlad)

znamenat pro veřejný prostor spíše problém v podobě nežádoucí reklamy a rušivých elementů v rámci pobytu ve veřejném prostoru. V této souvislosti hovoříme o tzv. „disneyfikaci“<sup>89</sup>.

Jako příklad můžeme uvést náměstí Times Square v New Yorku, kde můžeme opravdu zaznamenat přesycení prostoru pohyblivými obrazy, světelnými efekty a displeji.

Dělení mediálních fasád:

- světelné – ke komunikaci používají světlo a barvu produkované pomocí různě integrovaných zdrojů světla – jedná se zpravidla o povrchy a materiály fasád, které jsou nějakým způsobem průsvitné, světlo odrazivé
- projekční – nejčastěji vybaveny přední nebo zadní projekcí na vhodný materiál samotného povrchu fasády
- mechanické – jsou zpravidla složeny z velkého počtu mechanicky pohyblivých částí a ty svým pohybem upravují

#### ▪ GALERIA DEPARTMENT STORE, Soul, SOUTH KOREA, UNStudio, 2004

##### KOMENTÁŘ AUTORA:

Toto řešení je parafrází k fasádě obchodního domu SELFRIDGES od J. Kaplického. Vybral jsem tento příklad proto, že dle mého názoru lépe pracuje s proměnlivostí a materiálem disků ve vztahu k funkci fasády – nová fasáda od UN Studio byla navržena jako živý, stále se měnící povrch. Na stávající betonové konstrukci budovy bylo instalováno celkem 4330 skleněných disků. Skleněné disky obsahují speciální dikrofoliovou fólii<sup>90</sup>, která vytváří efekt perleťových odrazů během dne, v noci **každý** skleněný disk podsvětlují LED diody, které dokáží vytvořit velké množství efektů – téměř jakoukoliv dostatečně jednoduchou grafiku nebo barevný přechod.



Schéma 57 ŘEŠENÍ DETAILU UCHYCENÍ DISKŮ – ŘEZ



Obr 55 SVĚTELNÁ MEDIÁLNÍ FASÁDA – VZOR + DETAIL

<sup>89</sup> HAEUSLER, Matthias Hank, *Media Facades*, ISBN 3899861078, 2009

<sup>90</sup> *Galleria Department store facade* [online]. UNStudio [vid. 8.11.2021]. Dostupné z: <https://www.unstudio.com/en/page/3226/galleria-department-store-facade>



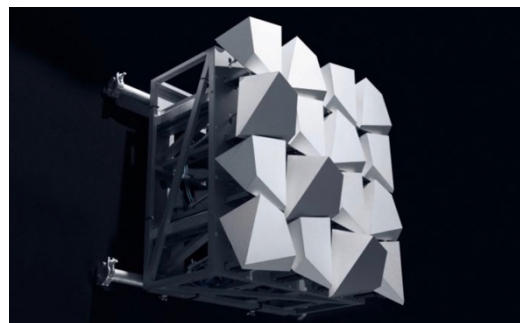
## ▪ KINETICKÉ

Kinetická fasáda je druh obvodového pláště, který je velmi dynamický, spíše než statický nebo pevný, což charakterizuje **pohyb** obvodového pláště na povrchu budovy. To pomáhá vytvořit to, co architekt Buckminster Fuller nazývá „*efekt lidské kůže*“<sup>91</sup> a znamená rozšíření myšlenky, že obálka budovy je spíše aktivní systém než jen pouhá ochranná krabice na budovu. Kinetická fasáda může být použita k řízení světla, proudění vzduchu, energie, a dokonce i k řízení pro zobrazení informací. Tyto interaktivní pláště mohou jednat s cílem omezit sluneční zisk, stejně jako umožnit průchod čerstvého vzduchu do budovy, což pomáhá měnit vnitřní prostředí. Pohyblivé prvky fasády mohou být naprogramovány tak, aby reagovaly na klimatické nebo jiné environmentální faktory, čas, úroveň a typ obsazenosti budovy a podobně, aby se zlepšila výkonnost a účinnost obvodového pláště. Díky pokrokům v oblasti senzorů, materiálů a technologií správy budov jsou designéři a architekti stále více schopni uvažovat s kinetickými komponenty za řešení návrhu takových budov.

- FLARE, WHITE architects, Aarhus - Denmark, 2008

### KOMENTÁŘ AUTORA:

Budovy dnes mohou opravdu profitovat z pokročilých technologií - mají například počítačově řízenou fasádu vyrobenou z tisíců rezonivních panelů. Tyto panely mohou být otevřené a zavřené po celý den v reakci na pohyb slunce, poskytují optimální stínění a umožňují světlu proniknout do budovy podle potřeby. Berlínské designové studio WHITE navrhlo v roce 2008 v rámci výstavy NEXT art & technology v Aarhusu budovu FLARE. Jedná se o jakousi kinetickou membránu poskládanou z drobných součástí, která je odrazem okolní atmosféry, což znamená, že umožňuje budově mít jakousi „živou pokožku“, která dovolí fasádě dýchat v reakci na okolní prostředí. Nerezové vložky nakloněné pneumatickými válci působí tak, aby odrážely přirozené světlo od budovy a udržovaly v teplém počasí pohodlné vnitřní prostředí a zároveň dovolovaly budově dostatečně dýchat.



Obr 56 KINETICKÁ FASÁDA BUDOVY FLARE

<sup>91</sup> *Kinetic architecture* [online]. wikiwand [vid. 8.11.2021]. Dostupné z: [https://www.wikiwand.com/en/Kinetic\\_architecture](https://www.wikiwand.com/en/Kinetic_architecture)



- The Bad Cafe, Mumbai, Nudes, 2015

### KOMENTÁŘ AUTORA:

Objekt, navržený jako hmatový, smyslový zážitek, skrývá řadu hybridních aktivit. Architektonická složka byla navržena tak, aby usnadnila jógu, gastronomické zážitky a prostory pro kulturní akce – hudbu, umění, performance, intelektuální diskuse a módu. Tato budova je příkladem zdánlivě pohyblivé kinetické fasády, ale její trojrozměrný vzor je statický – trojrozměrný plášť se skládá z recyklovaných PVC trubek. „Tato jakoby „dynamická kůže“, všech 25 992 černých válcových trubek, je naroubována do CNC vyrobených hliníkových kompozitních boxových panelů s přesností podobnou akupunktuře.“<sup>92</sup>

Porézní, perforovaná povaha kinetické fasády umožňuje projektu dýchat a ventilovat, čímž posiluje vztah mezi vnitřkem a vnějškem, mezi tělem a duší.

Objekt se nachází v historické vesnické osadě v Bandra West, vzdálen od vrčení dopravy, a je izolován od typicky vysokých úrovní znečištění ovzduší a hluku, je zahalen do ticha a míru.



Obr 57 KINETICKÁ FASÁDA BUDOVY BAD CAFE

- RESPONZIVNÍ FASÁDY

Tento odstavec je věnován budovám, které obsahují nastavitelné/pohyblivé technologie, které se mohou přizpůsobit změnám klimatu nebo poloze slunce, relativní vlhkosti a dalším parametrům. Na rozdíl od kinetických fasád nejsou z povzdálí typicky pohyblivé – zdají se spíše statické – zdání ale klame, jejich adaptabilita je často lepší než primárně pohyblivý efekt kinetických řešení.

Příkladem může být Pařížský Arabský dům od Jeana Nouvela dokončený v roce 1987 - je jednou z prvních budov, které využívají automatizovanou reakci na okolní podmínky na základě senzorů. 25 000 fotoelektrických článků podobných čočce fotoaparátu je řízeno centrálním počítačem pro zmírnění úrovně osvětlení na jižní fasádě.<sup>93</sup> Takovéto velmi technicky pokročilé řešení může mít také slabé stránky a to, náchylnost na poškození – tento jeden z prvních příkladů responzivní fasády uvádím zejména proto, že přispěl spíše k varování designérů před úskalími vývoje kinetických a adaptabilních fasád – to je možná jeden z důvodů, proč se jich ani v dnešní době neobjevuje příliš mnoho.



Obr 58 KINETICKÁ FASÁDA ARABSKÉHO INSTITUTU

<sup>92</sup> PARAMETRIC FACADE - BAD CAFÉ [online]. Isaacblog [vid. 7.10.2021]. Dostupné z: <https://www.iaacblog.com/programs/parametric-facade-bad-cafe-pvc-pipes/>

<sup>93</sup> Architecture [online]. Isaacblog [vid. 9.4.2020]. INSTITUT DU MONDE ARABE, Dostupné z: <https://www.imarabe.org/en/architecture>

▪ RMIT UNIVERSITY – MELBOURNE AUSTRALIA, Sean Godsell architects, 2010

**KOMENTÁŘ AUTORA:**

RMIT design Hub je příkladem moderního adaptabilního dvouplášťového fasádního systému. Vzhled a jednotlivé díly fasády jsou stejné, dvojitý plášť je tvořen skleněnými disky. Přesto se fasáda chová odlišně v každé denní době. Řešení kombinuje ovladatelné disky s pevnými tak, aby bylo možné dosáhnout co nejlepších podmínek vyžadovaných od vnitřního prostoru. Systém obsahuje fotovoltaické články, které lze snadno vyměnit a nahradit modernizovanými novějšími. Počítá tak s tím, že technologie se budou vyvíjet.

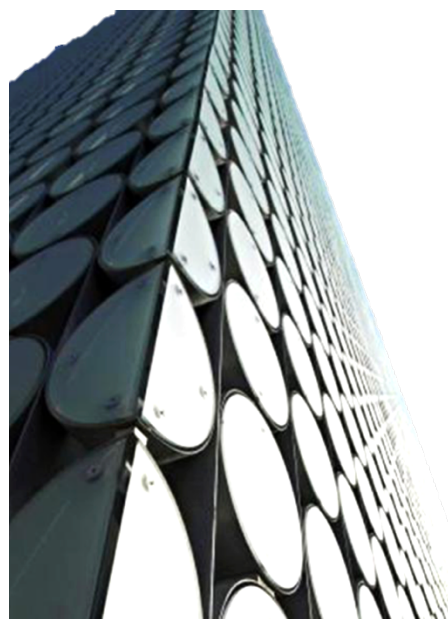
Vnitřní zasklená část dvojitě fasády tvoří jakousi kůži budovy.

„Vnější plášť je odsazen o 700 mm, jedná se o tzv. ovladatelný závoj, složený z panelů o rozměrech 1,8 x 4,2 m, z nichž každý má 21 disků (130mm hluboké pozinkované ocelové obruče obsahující buďto pískované sklo nebo fotovoltaické články). Z těchto disků (všechny fixní na úrovni přízemí až do úrovně stínu) je 12 adaptabilních, ostatní jsou pevně připevněny na panelu. Ty pohyblivé jsou ovládány otáčením na nápravách (horizontální otáčení směrem na sever + jih, svislé na východ a západ), lze je otevřít až do úhlu 90 stupňů.“<sup>94</sup>

Takto má fasáda specifickou podobu v každou denní dobu směrem k různé orientaci. Systém může pracovat centralizovaně (aby se zabránilo silnému větru, přímému slunečnímu záření apod.), ale i samostatně dle potřeb v jednotlivých částech uvnitř budovy s různými potřebami.

**POPIS ŘEŠENÍ**

	6	Nerezová mikrotkanina
1	Automaticky řízené prvky vnější fasády	7 Meziprostor zdvojené podlahy
2	Vnitřní dvojitě zasklení vyplněné argonem	8 Akustická izolace
3	Fasádní aktivační senzor	9 Otevřený lamelový strop
4	Sprinkler – zvlhčovač	10 Vývod z mezipodlahového prostoru
5	Prívod čerstvého vzduchu	11 Servisní prostor dvojitě fasády
	12	Sezení
	13	Bezpečnostní zábradlí



Obr 59 KINETICKÁ FASÁDA RMIT UNIVERSITY

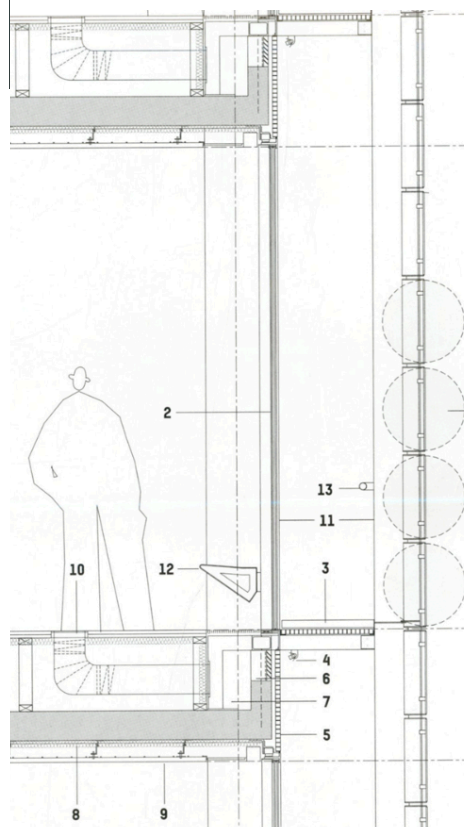


Schéma 58 ŘEŠENÍ DETAILU UCHYCENÍ DISKŮ – ŘEZ

<sup>94</sup> Automated sunshading facade [online]. Godsell Sean, filt3rs [vid. 8.11.2021]. Dostupné z: <http://filt3rs.net/case/automated-sunshading-facade-148>



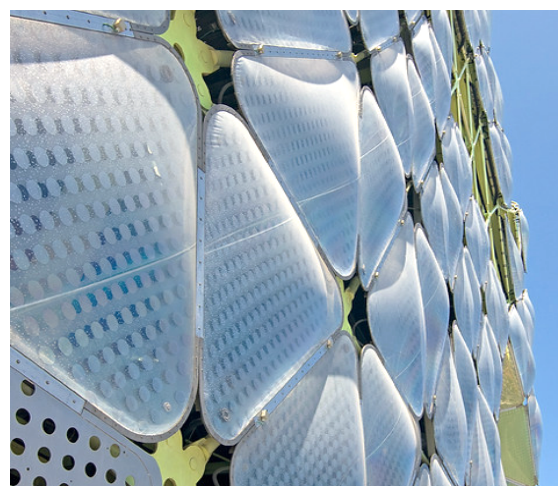
## ▪ ETFE MediaTIC – BARCELONA SPAIN, Enric Ruiz-Geli, 2010

### KOMENTÁŘ AUTORA:

Jižní fasáda budovy Barcelona Media-TIC má velmi zajímavou protisluneční ochranu. Jedná se o vnější vrstvu dvouplášťové fasády oddělené od obvodového pláště kovovou prostorovou příhradovou konstrukcí vyplněnou rezponzivním membránovým systémem.

Vnější plášť se skládá z trojúhelníkových prvků, z nichž každý obsahuje buňku, která je složena ze dvou vrstev ETFE folie, Tato buňka s foliemi se nafukuje tlakem vzduchu uvnitř. Mezi těmito dvěma vrstvami je ještě třetí vrstva – tenká hliníková fólie, která se může pohybovat pomocí změny tlaku vzduchu.

Tento pohyb třetí membrány vede k tomu, že pohyblivá hliníková membrána se dotýká buď první, nebo druhé z pevných vrstev. Vnější vrstva má na sobě drobné neprůhledné tečkování a střední pohyblivá fólie má k ní komplementární vzor tak, že když jsou obě přitisknuté (Uzavřený stav), vzor je spojitý a uzavírá otvory přímému slunečnímu záření. Jsou-li vrstvy oddělené (otevřený stav), sluneční záření může projít mezi nimi přímo nebo odrazem (Mezipoloha). Takto je celé řešení velice adaptabilní a jemně regulovatelné, složitost systému, dle mého názoru odpovídá jeho nadstandartním možnostem regulace.



Obr 60 KINETICKÁ FASÁDA ETFE MediaTIC

### ZHODNOCENÍ:

- + Sofistikovaný systém pohyblivých elementů,  
Příklad adaptabilního systému fasády  
možnost regulace solárních zisků dle podmínek  
v meziprostoru fasády, možnost větrání  
možnost regulace propustnosti slunečního záření  
pomocí systému tří membrán s různou perforací  
esteticky atraktivní, lehká membránová předsazená kce
- Velké náklady na počáteční investici  
Využití spíše na objektech většího měřítka  
Mechanické systémy jsou náchylné na poruchy  
Membránová kce je mechanicky méně odolná

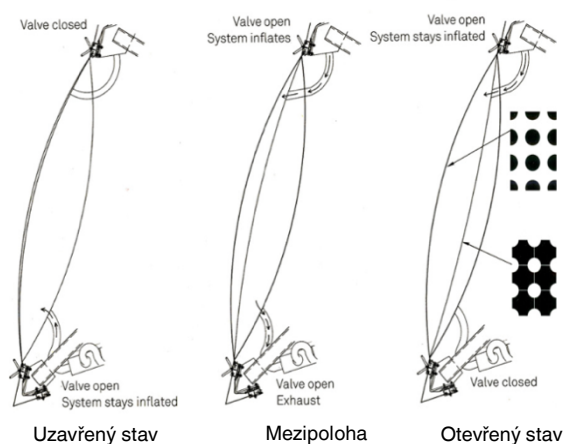


Schéma 59 ŘEŠENÍ DETAILU POHYBU MAMBRÁNY<sup>95</sup>

<sup>95</sup> *ETFE dynamic solar shading in MediaTIC, Barcelona* [online]. Ruiz-Geli Enric, filt3rs [vid. 8.11.2021]. Dostupné z: <http://filt3rs.net/case/etfe-dynamic-solar-shading-mediatic-barcelona-553>

## SHRNUTÍ

Technologický pokrok a jeho negativní důsledky je často skloňované téma a je také nedílnou součástí poškození veřejného prostoru reklamou v její digitální formě. Ale zároveň je takřka jasné, že se v tomto ohledu mění i nároky kladené na architekturu. Na chytrých technologiích řízených počítači je dnes již závislá celá řada věcí, např. infrastruktura, doprava, stejně tak i automobily a budou to také čím dál více budovy. Jak vidíme jejich obálky jsou dalším prvkem, který může těžit z moderních technologií. Interaktivní, stejně jako mediální fasády jsou takřka bez diskuse součástí nových trendů v architektuře a my se s tímto musíme smířit.

Při bližším zkoumání tématu jsem narazil na komentář Simony Ušelové v její práci „Nová média v architektuře – mediální fasády“. Ta se v práci vymezuje s názorem, že by architekti a projektanti měli pečlivě zvážit míru a formu použití těchto moderních informačních technologií, ale také zároveň nebýt k nim lhostejní a zohlednit v poslední době patrné změny chování ve společnosti směrem k novým formám mediálních fasád. V práci je zmíněn komentář Sylvie Polákové, která ve své přednášce řekla:

*„Pokud všichni nosíme po kapsách moderní mobilní digitální zařízení, jsme zvyklí a vyžadujeme být neustále v kontaktu s digitálním světem a neopouštět tento virtuální prostor toku informací, architektura se nemůže stavět do pozice, že se jí to netýká.“<sup>96</sup>*

Dle mého názoru se u mediálních fasád jedná spíše o slepou vývojovou větev a mediální prvky na fasádách by se v budoucnu měly pouze začlenit jako jedna ze součástí interaktivních obálek budov, nikoliv však být hlavním architektonickým prvkem, jelikož interaktivní funkce by měla být něčím víc, než pouhou ukázkou pokročilé technologie a marketingovým nástrojem ve vztahu k obyvatelům měst.

Energii spotřebovávající, technologicky sofistikované řešení, prakticky pouze určené pro marketingové účely je na zamyšlenou, a pokud budeme chtít pokračovat v aplikaci těchto řešení, musí být budovy s mediální projekcí, světelnými efekty a dalšími technicky pokročilými funkcemi opatřeny odpovídajícími technologiemi, které eliminují energetickou náročnost nebo ospravedlní použití těchto řešení, ve vztahu k energetickým úsporám, nebo jiným žádoucími řešeními, ať jsou jakkoliv marketingově nebo i architektonicky atraktivní.

---

<sup>96</sup> UŠELOVÁ, Simona, *Nová média v architektuře – mediální fasády*, Brno: MU - Filozofická fakulta, 2012. str.42.

## 5.2. SHRNUÍ PROBLEMATIKY – SYNTÉZA

### 5.2.1. DOPORUČENÍ A ZÁSADY NAVRHOVÁNÍ Z POHLEDU VLIVU NA ARCHITEKTURU

#### ZÁSADY NAVRHOVÁNÍ

Pro návrh předsazené fasády je zásadní z mého pohledu jako architekta celková koncepce stavby, z ní se poté odvíjí design obálky budovy a také předsazeného pláště, který obsahuje nejen konstrukci fasády, ale také v sobě nese spoustu charakteristických vlastností samotné budovy. Zásady navrhování jsou tak důležité nejen pro vnější vzhled budovy, ale také pro její obsluhu, životnost, náklady a energetickou náročnost celého objektu, ochranu osob a majetku, ale i pro komfortní vnitřní prostředí a podmínky k práci nebo životu uvnitř budovy.

Požadavky kladené na fasádu se liší podle umístění a využití. Dalšími ovlivňujícími faktory jsou tvar a výška budovy plus uspořádání ploch, místností a funkcí, které často tvoří závazné podmínky pro horizontální a vertikální členění fasády a vnitřní dispozice. Dále existují samozřejmě legislativní omezení, týkající se zvukové izolace, požární ochrany, regulace prostupu kouře a úrovně vnitřního denního osvětlení v závislosti na využití budovy (např. kanceláře s počítačovými pracovišti, atria, foyer, schodiště, únikové cesty). Míra volnosti, kterou má architekt / projektant, závisí také na tom, zda se jedná o návrh nové budovy, přestavbu nebo rekonstrukci.

Z hlediska typu konstrukce fasády je důležité vědět, zda se jedná o „těžkou“ stavbu s nosnými vnějšími stěnami, nebo o betonovou, ocelovou či dřevěnou skeletovou konstrukci. Kromě toho závisí vnitřní teplota a vlhkost na vybavení budovy (např. s klimatizací nebo bez klimatizace); to má vliv i na požadavky kladené na fasádu.

Všechny požadavky kladené na vlastnosti fasády musí být splněny výběrem vhodných materiálů a komponentů a zajištěním jejich správného lícování a osazení, aby byla zaručena dlouhodobá životnost.

Všechny nehomogenity a „netěsnosti“ na fasádě představují zvláštní rizika pro funkci obvodového pláště nebo zvýšené riziko poškození konstrukce fasády. Těmito slabými místy jsou všechny spoje mezi fasádními prvky a všechny prostupy pláštěm budovy, zejména kolem upevnění a kabelů, vstupů technologií a vnitřních instalací (např. kabely pro žaluzie, fotovoltaické systémy, nebo nasávání / odtah VZT ve fasádě).



Dále jsou tu aspekty vzduchotěsnosti, hydroizolace, tepelných a akustických vlastností, regulace vlhkosti a kouře, ochrany před slunečním zářením a ohněm, plus využití sluneční energie a denního světla lze obecně považovat pouze za kritická kritéria pro splnění podmínek správného fungování a návrhu pláště budovy.

Speciální oblastí fasády je zakončení nahoře a dole a svislé a vodorovné vnitřní a vnější rohy (zejména s přesazenými izolačními a těsnicími vrstvami/listy) vyžadují zvláštní pozornost z hlediska problémů se správnou funkcí – v případě předsazených konstrukcí se nejedná o tak palčivý problém.

Různá potenciální řešení a aspekty návrhu často vedou z funkčního hlediska k různým přednostem a nevýhodám v jednom a tom samém případě. Z hlediska výkonu a funkce vedou největší úskalí k typickým slabým místům – a to ke složitým technickým detailům. Při plánování a navrhování technického řešení a stavebních prací je dobré držet se těchto zásad:

- založeno na standardech specifických pro danou vlastnost

#### - „**SYSTÉMOVÁ TECHNOLOGIE**“

- tuto zásadu mohu jako architekt samozřejmě doporučit z pohledu doporučených zásad pro navrhování jen částečně. Samozřejmě jsou systémové technologie pro správné fungování všech součástí obálky budovy to nejlepší řešení – ve vztahu k architektuře a celkové koncepci stavby a jejího výrazu jsou ale typizované / systémové technologie příliš velkým omezením v dosažení požadované formy stavby dle původní myšlenky architekta

Nabízí se tak další možné řešení:

- řešení je založené na standardech specifických pro daný projekt

#### „**JEDINEČNÉ ŘEŠENÍ** systémově a normově projektované pro konkrétní projekt“

- takový přístup mohu jako architekt nejvíce doporučit, je sice velmi časově a projektově náročné, ale ve spolupráci s odborníky na danou problematiku lze dosáhnout normově správného a částečně systémového řešení pomocí návrhu jedinečné technologie dané stavbě přímo na míru s **POŽADOVANÝMI VLASTNOSTMI**

## POŽADOVANÉ VLASTNOSTI

Základní funkce a požadavky na obvodový plášť budovy:

- Ochrana před vnějšími podmínkami prostředí (vítr, vlhkost, teplo/chlad)
- Vytváření soukromých interiérů
- Odolnost vůči vnějším zatížením (vítr, teplota, mechanické vlastnosti apod.)
- Tepelný výkon – schopnost akumulace / izolace
- Výkon solární / světelný – schopnost stínění / propouštění světla (difuzní/přímé)
- Perforace – otvory musí být dostatečné pro větrání vnitřních prostor
- Chování při požáru – požadovaná odolnost podle určení stavby
- Trvanlivost – údržba, degradace v čase
- Akustický výkon – schopnost hlukové izolace
- Estetický / povrchový vzhled (průsvitnost, barva apod.) - některé materiály umožňují složité architektonické geometrie, jedinečné vzory atd.
- Hmotnost materiálu – rozhodující zpravidla pro sekundární nosnou konstrukci
- Náklady na instalaci (realizaci) / čas, modularita
- Bezpečnost – plášť musí být bezpečný pro stavbu i její užívání
- Materiálové náklady – cena
- Požadavky na údržbu
- Recyklovatelnost / Udržitelnost / Ekologický faktor

Z hlediska technické normy EN 13830 se o fasádě konkrétně u systému LOP píše Ing Roman Šnajdr:

*„I když se v mnoha případech jedná o jedinečné architektonické provedení pro konkrétní projekt, vyráběné v podstatě na míru, mělo by takové řešení nejlépe vycházet z vyzkoušených principů stavebních nebo technických – systémů kotvení, osazení skla apod. tak, aby se předešlo jakýmkoliv potenciálním problémům těchto komponent v životním cyklu stavby.*

*Jako celek musí potom představený plášť splňovat vlastnosti předepsané technickými normami v úrovních dle požadavků konkrétního projektu.,”<sup>97</sup>*

Tyto sledované vlastnosti můžeme obecně rozdělit do 3 kategorií:

- KONSTRUKČNÍ
- LEGISLATIVNÍ
- MATERIÁLOVÉ A TECHNICKÉ

---

<sup>97</sup> Ing. Roman Šnajdr, časopis ERA 21, č. 05, článek Lehké obvodové pláště: prosklené fasády

- **KONSTRUKČNÍ**

Obecně lze doporučit již zmíněnou prefabrikaci a velkou míru přípravy ve fázi projektování. Konstrukční vlastnosti jsou z velké míry ovlivněny výběrem materiálů, ze kterých se předsazený plášť bude skládat. Zpravidla se jedná o konstrukci a jakýsi povrchový, nebo výplňový / obalový (obálka budovy) materiál.

Co se týká materiálů pro konstrukci předsazených fasád, lze říci, že stejně jako u lehkých obvodových plášťů rozlišujeme prakticky pouze 2 přístupy realizace:

- **KONSTRUKCE SYSTÉMOVÉ**

Často nazývané také „modulární“ nebo „prefabrikované“. Dá se říci, že takováto řešení jsou na míru vyvíjena přímo pro konkrétní případ budovy, její potřeby a požadované vlastnosti. Vývoj takového řešení zpravidla zajišťuje specializovaná firma – dodavatel, který má patřičné zkušenosti a technické vybavení. Fasáda se potom v přesnosti na milimetry navrhne a vyrobí v modulárních rozměrech na již předem velmi přesně naprojektovanou nosnou konstrukci budovy a jednotlivé díly fasády jsou zkompletovány včetně všech součástí (zasklení, stínění, technologie apod.) ve výrobním závodě dodavatele a následně již jako hotové komponenty přivezeny k montáži na stavbu. Samotná montáž je potom na stavbě velmi rychlá, modulární systémy jsou ale zpravidla velmi komplexním produktem, a proto je jejich výroba nepoměrně dražší než např. u skládaných konstrukcí přímo na stavbě.

- **KONSTRUKCE SKLÁDANÉ NA STAVBĚ**

Často je nazýváme také sloupkové, nebo příčkové systémy, zpravidla se skládají z profilů – konstrukčních prvků předem vyrobených, které se pro složitost konstrukce montují a formátují na místě stavby. Tento postup vyžaduje zpravidla větší časové nároky na realizaci. Ačkoliv je toto řešení vhodné v podstatě pro jakýkoliv druh předsazeného pláště, bývá zpravidla, co se použitých konstrukčních prvků týká, velmi jednoduché a také výrazně cenově dostupnější. Vybavení, doplňkové materiály, nebo povrchy se potom na samotnou konstrukci montují také dodatečně přímo na místě stavby.

- **LEGISLATIVNÍ**

Každý obvodový plášť jako součást obálky budovy musí splňovat všechny legislativní požadavky, kladené na stavební konstrukce obvodového pláště. Na rozdíl od lehkých obvodových plášťů, které mají jasně dané parametry a limity dle příslušné normy, vztahují se obecně na kategorii předsazených obvodových plášťů spíše požadavky stavební na materiály, kterými jsou tyto obálky budov tvořeny. Samozřejmě záleží na každém konkrétním řešení. Obecně lze ale z těchto blíže nespecifikovaných konstrukcí sledovat podobné parametry jako u jakéhokoliv standardizovaného lehkého obvodového pláště.

## - TEPELNÁ TECHNIKA

Například u systémů LOP, které jsou přímou součástí obálky budovy, musí být splněny určité parametry součinitele prostupu tepla (U) u celkového řešení obálky budovy. Podobné je to i u předsazených plášťů – stejně jako i u LOP záleží celková charakteristika řešení na konstrukčním a technickém řešení – například lineární a tepelné vazby od rastrové nosné konstrukce mohou snižovat celkový tepelný odpor obálky. Velkým problémem je také u předsazených konstrukcí jejich kotvení – zpravidla více či méně skrze tepelně izolační vrstvu pláště budovy, a tím vytváří nežádoucí tepelné mosty. Charakteristickým rysem je to, že čím lehčí konstrukce a izolační a další povrchové materiály pláště, tím je nižší tepelná setrvačnost obálky budovy a naopak. Požadavky pro celou budovu a její energetickou bilanci se vyhodnocují pomocí PENB, kdy postup jeho výpočtu stanovuje vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov. V případě vlastností obvodových plášťů se uvažují normové hodnoty U dle ČSN 73 0540-2, a to jak pro vnější neprůsvitné plochy stěn, tak pro průsvitné plochy a výplně otvorů ve vnější stěně.<sup>98</sup>

## - AKUSTICKÁ IZOLACE

Požadavky, které musí fasáda splňovat s ohledem na zvukovou izolaci na ochranu před vnějším hlukem, závisí na převládající hladině vnějšího hluku a na přípustné a skutečné hladině hluku uvnitř budovy. Parametrem obálky budovy, který ovlivňuje naměřené hodnoty uvnitř budovy, je vážená vzduchová neprůzvučnost – R. parametrem, který měříme uvnitř budovy v místnosti, je hladina akustického tlaku – L, ta je závislá především na vlastnostech a ploše konstrukce v rámci místnosti, která je ve styku s venkovním prostředím, a tedy zdrojem hluku.<sup>99</sup> Předsazený obvodový plášť se nejčastěji skládá z různých dutých nebo typizovaných konstrukčních profilů, izolačního skla a dalších tepelně izolačních panelů z materiálů se zpravidla ověřenými a garantovanými parametry vzduchové neprůzvučnosti. Způsob skladby těchto materiálů a technického řešení v rámci jejich napojení a napojení obálky budovy na její konstrukci je v řešení otázky zvukové izolace rozhodující!

Zvukově izolační účinek fasád, také napojení s podlahami a příčkami, lze zlepšit především použitím následujících konstrukčních opatření:

- Zvýšení hmotnosti součástí pláště, což má samozřejmě negativní dopad na hustotu kotvení a celkovou hmotnost obálky budovy
- Zvýšení počtu po sobě jdoucích samostatných vrstev, nejlépe s různou tloušťkou materiálu
- Zvýšení elasticity prvků, např. použití několika tenkých plátů kovu nebo skleněných tabulí s akustickými opatřeními ve spojích a upevněních pomocí měkkých těsnění atd.
- Zvýšení asymetrie sestavy z hlediska hmotnosti po sobě jdoucích vrstev
- Zvětšení vzdálenosti mezi povrchy tvořícími hranici vzduchové vrstvy

<sup>98</sup> Ing. Roman Šnajdr, časopis ERA 21, č. 05, článek Lehké obvodové pláště: prosklené fasády

<sup>99</sup> IBIDEM

- Zvýšení stupně absorpce povrchů tvořících hranici vzduchové vrstvy, např. použitím porézních materiálů nebo správné perforace

Na základě posledních bodů lze konstatovat, že předsazené konstrukce (nejlépe o vysoké hmotnosti a porézności) přispívají k celkové akustické pohodě uvnitř budovy!

## - OCHRANA PROTI POŽÁRU

Hlavním problémem fasád jsou opatření k prevenci požárů, k zabránění/zpoždění vypuknutí/šíření požáru a k umožnění úniku tepla a kouře. Protipožární a kouřotěsné vlastnosti fasády jsou rozhodující pro preventivní protipožární opatření, a tedy pro ochranu života a majetku. U staveb s předsazeným obvodovým pláštěm většího měřítka se uplatňují požadavky na požární bezpečnost a případně rozdělení plochy pláště na požární pásy. Tyto požadavky definují normy ČSN 73 0810, ČSN 730802, ČSN 73 0804, případně některé další projektové normy.<sup>100</sup>

O tom, která třída požární odolnosti je pro fasádu relevantní, obvykle rozhoduje – pro každý jednotlivý případ – příslušný stavební úřad, nebo dotčený orgán. Úřad zohlední typ budovy, výšku podlaží, povahu a velikost požárního zatížení a další opatření koncepce požární ochrany specifické pro danou stavbu.

Budova je zpravidla v rámci požárních úseků rozdělena po podlažích, obvykle je tak největším problémem napojení obvodového pláště na jednotlivá patra a utěsnění této připojovací spáry s patřičnou certifikací. Dalšími parametry ke sledování v této kapitole jsou odolnost pláště budovy proti požárnímu zatížení od sousedních budov. Všechny komponenty, které jsou na vnějším líci budovy, musí splňovat patřičné materiálové charakteristiky dle norem tak, aby nedošlo např. k deformaci či selhání jejích částí, nebo kotvicích prvků, k odhořívání a následnému poškození cizí věci nebo ohrožení zdraví obyvatel a šíření požáru na další budovy nebo do jiných částí objektu.

I v této oblasti mohou být předsazené konstrukce s patřičnou požární odolností a certifikací pomocí zkoušek na vnější požár vhodným řešením, jak budovu ochránit před tímto nežádoucím vnějším vlivem.

Samostatnou a vcelku specifickou kategorií jsou dvouplášťové fasády vícepodlažních budov, jejichž předsazená konstrukce vytváří různě širokou větranou mezeru. Koncepce protipožární ochrany, ve které je odvětrávání této dutiny těmito dvěma plášti, je dosaženo pomocí dutin (nahore i dole) nabízejících možnost využití komínového efektu pro zajištění dostatečného odvětrání tohoto prostoru. Nelze totiž vyloučit, že tlakové poměry panující při požáru by mohly způsobit šíření kouře v rámci tohoto meziprostoru dutiny do sousedních podlaží při otevřených oknech.

<sup>100</sup> Ing. Roman Šnajdr, časopis ERA 21, č. 05, článek Lehké obvodové pláště: prosklené fasády



- **TECHNICKÉ A MATERIÁLOVÉ**

Posledním hlediskem je to, které je pro moji profesi architekta nejbližší. Úlohou architekta je vždy ve vztahu ke konkrétnímu místu a dalším specifikám navrhnout takovou koncepci řešení, která v sobě snoubí optimální mix estetiky, materiálových vlastností spolu s nevhodnějším technickým řešením.

Vzhledem k tomu, jakým způsobem je v současné době kladen důraz na automatizaci, digitalizaci všech činností člověka, je jasné, že tento trend spolu s velkým důrazem na environmentální přesah celého je třeba brát zcela vážně. Environmentalita a technická úroveň každého projektu budou dozajista hlavními parametry navrhování předepsaných plášťů budov. Mojí zásadou a doporučením je, že k těmto parametrům nedomyslitelně patří také estetika, tedy z pohledu architekta musí být tyto 3 proměnné v každém projektu v patřičné rovnováze tak, aby se mohlo jednat o kvalitní návrh.

- **STÍNĚNÍ, SOLÁRNÍ ZISKY A ENERGETICKÁ BILANCE**

Při návrhu obálky budovy s charakteristikou efektivní práce s energetickou bilancí budovy je potřeba dbát na všechny výše uvedené pojmy.

Nesmíme zapomínat na práci s umístěním samotného objektu v rámci urbanistického návrhu. Tento prvotní vstup může totiž kvůli následné orientaci ke světovým stranám, ale například i k hlučným ulicím, převládajícím směrům větru ovlivnit potřeby a řešení samotného pláště budovy.

V dnešní době je jasné, že je potřeba pracovat s energií slunce, tedy musíme zvážit architektonické řešení vhodné orientace jednotlivých provozů budovy, jak umístíme prosklené plochy obálky budovy, jakým způsobem je budeme stínit v letním období a naopak jak dosáhnout maximálních pasivních solárních zisků v období zimy. Pracovat se sluneční energií můžeme také aktivně, k těmto způsobům patří zejména získávání tepla pomocí kolektorů, nebo přeměna na elektrickou energii pomocí fotovoltaických panelů.

## - ENVIRONMENTALITA

V rámci celkového ohledu na životní prostředí musím zmínit zejména udržitelný přístup k navrhování – sem samozřejmě patří i urbanistické a architektonické řešení, kterým celý proces začíná, pokračuje prací s energiemi, které se věnuje předchozí odstavec.

Do této kategorie zcela jistě musíme zařadit péči o okolí stavby, které má většinou nějakou historii, tradici a je třeba návrhem budovy a jejího pláště respektovat stávající hodnoty, stejně jako hodnoty přírodní – například zvážit poměr podlahové plochy k zastavěné ploše, a ponechat tak maximum potenciálu zeleně v okolí stavby, případně pracovat se zelení v rámci návrhu samotného pláště budovy.

Zvážit ŽIVOTNOST stavby, která je závislá jak na volbě materiálů, tak na zvolených konstrukčních a stavebních postupech. Zpravidla proti tomuto parametru jde ekonomická stránka projektu a šetrnost použitých materiálů a jejich RECYKLOVATELNOST. Ta má opět zásadní dopad na zátěž životního prostředí, ačkoliv ne v přímém kontextu, ale spíše v závěru životního cyklu celé stavby nebo jejího pláště. Největším zatížením životního prostředí jsou zpravidla při výstavbě pevné odpady, dalšími zatíženími jsou průběh stavebních prací, užívání budovy a následně její demolice – všechny tyto faktory je potřeba brát v potaz!

Dalším parametrem je efektivní využívání surovin – MATERIÁLŮ. Využívat materiály, které jsou šetrné k životnímu prostředí a například nativní v dané lokalitě, tedy nenesou velkou energetickou zátěž v ohledu jejich zpracování a dopravy na místo stavby.

Posledním způsobem, který je možné doporučit a objevuje se zejména v poslední době, je velká míra adaptability a chytrého řízení a obecně automatizace různých technologicky vyspělých schopností obvodového pláště. Schopnost velké variability budovy – včetně jejího pláště – nabízí dobré předpoklady pro budoucí využití, případnou transformaci její funkce v čase jejího životního cyklu.

Práce s denním světlem je jednou z kategorií, kterou bychom neměli podceňovat, lze například cíleně zlepšit oslunění a osvětlení prostor uvnitř budovy pomocí inteligentních konceptů fungování a adaptability předsazených konstrukcí. Kromě cílené regulace slunečního záření, vstupujícího do interiéru pomocí vhodných stínících systémů, existuje ještě druhý přístup, který je založen na tom, že pro osvětlení interiéru lze využít pouze viditelnou část slunečního spektra. Protože zejména infračervená složka zvyšuje tepelné zatížení v interiéru, jsou žádoucí systémy se speciálně potaženými skly, povlaky stínících membrán apod. Tyto povlaky jsou selektivní, to znamená, že jsou navrženy tak, aby propouštěly jen vlnové délky viditelného světla v rámci spektra.

## - MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY OVLIVŇUJÍCÍ OKOLÍ

Pro správné fungování předepsaných konstrukcí v synergii s účelem a denním provozem budovy je kritický výběr hlavních materiálů tvořících plášť nebo obálku.

Dle určení a požadavků na obálku budovy můžeme výběrem ovlivnit velkou škálu vlastností, které jsou jak pro architekta, tak pro potenciální rezidenty a správné fungování stavby jako celku zásadní.

Volbou charakteru materiálu předurčujeme stavbu přímo k jejímu vnímání od nejbližšího okolí. Můžeme například dosáhnout toho, že stavba téměř splyne se svým okolím a její výraz bude téměř neznatelný. Kontrastní materiály k okolí naopak celou stavbu v očích pozorovatelů zvýrazní, stejně tak jako neočekávaná barevnost. Míra odrazivosti povrchu může ovlivňovat parametry, jako je oslnění pozorovatele odrazem světla. Zraková výkonnost a zraková pohoda nesmí být narušeny rušivými faktory, a to jak uvnitř budovy, tak vně. Rozpoznání/detekce objektů a výskyt oslnění závisí na absolutní úrovni jasu a jeho rozložení v zorném poli a následném kontrastu s dalšími objekty v okolí. Rozlišujeme oslnění fyziologické, které vede přímo ke snížení zrakové výkonnosti, a oslnění psychologické, které má za následek předčasnou únavu a pokles výkonnosti, aktivity a pohodlí – tento aspekt je třeba zvážit zejména vzhledem k vnitřnímu prostředí za předepsanými obálkami budov.

Špatně zvolená poréznost, nebo reliéf materiálu může mít vliv na celkovou údržbu fasádního pláště, nebo například mírou průhlednosti, perforace materiálu můžeme ovlivňovat vlastnosti uvnitř budovy, jako je míra soukromí, tepelná pohoda nebo výměna vzduchu. Průhlednost také působí mnohem lehčím a vzdušnějším dojmem, zatímco hmotné a barevně nebo i hmotnostně těžké materiály způsobují spíše dojem naléhavosti, majestátnosti, možná i jakési nepřívětivosti celkového dojmu. Kontakt s okolím je dalším velmi důležitým hlediskem při návrhu – velká míra prosklení nebo otevřenost, členitost fasády nabízí dojem vysoké míry integrace budovy s okolním světem, naopak plné a těžké materiály navozují dojem barikády a uzavřenosti, nebo určité tajemnosti, co se asi za touto bariérou skrývá.



## 6. ZHODNOCENÍ A PŘÍNOS DIZERTAČNÍ PRÁCE

### 6.1. PŘÍNOS V RÁMCI VĚDNÍHO OBORU

Záměrem zpracování dizertační práce je rozvíjet katedru architektury na Fakultě stavební ČVUT v Praze. Na základě současného stavu vědecko-technických znalostí, zkoumání a poznatků poskytnout znalosti a informace k návrhu ideální architektonického a stavebně-technického řešení fasády energeticky efektivní budovy nebo souboru budov s ohledem na dané místní podmínky. Stanovit trendy v moderních architektonických a stavebně technických řešeních a prezentování příkladů zajímavých a průlomových řešení a technologií s kritickým komentářem těchto příkladů z pohledu profese architekta a pedagoga. Tato práce má ambici stát se podkladem pro studenty bakalářských a magisterských studijních programů. Ale nejen pro ně – je také určena nastupujícím vědeckým pracovníkům a kolegům z akademické půdy. Bude jejich inspirací nebo pomůckou ve výuce v rámci jejich akademické tvorby.

Práce byla tvořena v průběhu výuky ateliérových předmětů autora na akademické půdě Fakulty stavební ČVUT v Praze na katedře architektury – tato výuka byla s prohlubující se úrovní práce a znalostmi autora nejen zdrojem cenných zkušeností, ale také možností tyto informace předávat a být tak přínosem v rámci vědního oboru „architektura a stavitelství“ již v průběhu vzniku této dizertační práce.

### 6.2. PŘÍNOS PRO DALŠÍ SMĚŘOVÁNÍ OBORU V PRAXI

Cílem této studie dizertační práce bylo vytvořit jakýsi základ. Pomocí porozumění problematice energeticky efektivních obálek budov s ohledem na jejich vliv na architekturu budov v prostředí kolem nás ukázat cestu nastupující generaci architektů, kteří se ocitnou v legislativně a technologicky dynamicky se vyvíjejícím oboru. Měla by sloužit jako obecný přehled, jaké jsou možnosti řešení v daných podmínkách s ohledem na využití, velikost, měřítko, kontext stavby, požadavky na vnitřní prostředí, transparentnost, soukromí atd. Tato práce přináší pro praxi architekta poznatky a analytická data o již existujících stavbách jak u nás, tak ve světě. Tyto stavby autor sám navštívil, nebo je mu jejich celkové řešení blízké a podrobně ho zkoumal tak, aby si utvořil kritický názor. Tyto poznatky mohou rozšířit znalosti a být inspirací kolegům architektům a projektantům, mohou posunout povědomí a obor předsazených konstrukcí u budov splňujících současné požadavky na spotřebu energií a dají se označit za energeticky efektivní.



## 7. POKRAČOVÁNÍ A DALŠÍ POSTUP ZKOUMÁNÍ

Pro budoucí zkoumání v oblasti EEF bych na základě zjištěných a prezentovaných poznatků v rámci dizertační práce doporučil zejména tyto oblasti:

### OBLASTI, KTERÉ NEBYLY V PRÁCI ŘEŠENY:

- Rekonstrukce a obnova energeticky nevyhovujících budov zlepšováním jejich vlastností
- LOP – lehké obvodové pláště, které jsou legislativně a technologicky velmi specifickou a již dopodrobna probádanou kategorií
- obálky budov, které stírají rozdíl mezi svislým a vodorovným pláštěm a stavby tak působí celistvě zpravidla svým jedinečným tvarem a výrazem
- podrobnější zhodnocení odborníky na Energetickou náročnost jednotlivých řešení – práce obsahuje autorův pohled a hodnocení jednotlivých uvedených příkladů. Autor řeší však spíše pohled architekta na zvolené materiály a architektonicko–energetické řešení ve vztahu k účelu, kontextu jak exteriérového blízkého, tak kontextu urbanistického, nebo i kontext doby, ve které projekt vznikl. Podrobnější vyčíslení energetických úspor jednotlivých řešení a jejich porovnání bych si dovolil nechat na odbornících v tomto oboru

### PROBLEMATIKA S PŘEDPOKLÁDANÝM POTENCIÁLEM ROZVOJE

- Rekonstrukce a obnova energeticky nevyhovujících budov zlepšováním jejich vlastností
- Membránové a foliové pneumatické předsazené konstrukce
- Mediální a jiné kinetické, adaptabilní „smart“ systémy s přímou souvislostí rozvoje digitálních technologií
- Řešení s možností reakce na aktuální venkovní podmínky, nebo potřeby vnitřního klimatu budovy – zejména pak řešení předsazených transparentních obvodových plášťů s možností využití přirozeného větrání přímo zvenčí, namísto uzavřeného systému rekuperace – zejména v kontextu zdravotnických a jiných zařízení s vysokými nároky na výměnu vzduchu a kvalitu vnitřního prostředí.
- Podrobnější vyčíslení energetických úspor jednotlivých příkladů a jejich porovnání v rámci práce

## 8. ZÁVĚR – ZHODNOCENÍ A PŘEDPOKLÁDANÝ VÝVOJ

Cílem této studie dizertační práce bylo detailní porozumění problematice energeticky efektivních obálek budov s ohledem na jejich vliv na architekturu. Práce by měla sloužit jako obecný návod, jakou konstrukci použít v daných podmínkách ohledně využití, velikosti, měřítka, umístění, požadavků na vnitřní prostředí, transparentnosti atd. V dnešní moderní době je zejména ve světě snaha o vytváření architektonicky kvalitní architektury, která bude splňovat všechny aspekty týkající se dobré statiky, nízké energetické náročnosti, širokých užitných hodnot, ekonomičnosti a v neposlední řadě působivého vzhledu.

Lze říci, že problematika tématu této dizertační práce je stále vcelku široká a k jejímu úplnému porozumění by bylo potřeba stát se v této oblasti velmi odborně vzdělaným nejen architektem, ale také stavebním inženýrem, energetickým specialistou, ekonomem, možná také právníkem, environmentalistou, sociologem atd.

Tato práce měla za úkol zabývat se problematikou zejména v oblastech energeticky efektivních budov a také z pohledu vlivu těchto charakteristik na architekturu jako odvětví sledujícího zejména estetické a technické hledisko.

Úlohou architekta jako odborně vzdělaného umělce je, aby každý jeho návrh stavby vhodně doplňoval prostředí a okolí, ve kterém se nachází, a aby technické a estetické vlastnosti návrhu korespondovaly s touto zodpovědností a s kvalitou zamýšleného jak vnitřního, tak venkovního prostředí, které svým návrhem vytvoří. Souhrnně říkáme tomuto FORMA architektonického díla nebo návrhu.

Cílem práce architektů je dokonalost formy a prostředky k jejímu formování jsou kompoziční zásady vycházející z estetických požadavků na stavbu. Stejně tak ale tyto prostředky vyplývají z konkrétního prostředí – kontextu stavby, přírodních a klimatických podmínek a také z podmínek předchozí lidské činnosti v okolí – infrastruktury, okolních staveb atd. Svou roli hrají v neposlední řadě také sociologické a jakési módní aspekty.

Všechny tyto aspekty návrhu jsou poté moderovány skutečnými možnostmi architekta jakožto člověka žijícího v daném období – tedy konečnou podobu návrhu neovlivňují jen schopnosti a vzdělání, ale také naše možnosti v rámci dynamického rozvoje společnosti, kdy například technologické nebo ekonomické aspekty mohou být nakonec tou nejvíce ovlivňující nebo dokonce limitující součástí návrhu.

Jak je patrné ze závěrečných kapitol práce, všechny tyto činitele ovlivňující architektonickou stránku energeticky efektivních obálek budov spolu souvisí – tvoří jeden celek, a proto bychom neměli ani na jeden z nich při návrhu zapomenout. Samozřejmě míra vlivu těchto činitelů je u každé jednotlivé stavby jiná a vždy musíme všechna tato hlediska zvažovat jednotlivě.

Závěrem lze zejména s ohledem na události posledních let v oblasti ochrany lidského zdraví a environmentální problematiku konstatovat, že je velmi složité v současném období pro architekturu jako takovou, a to se týká i obálky budov, předpovídat, jakým směrem se bude do budoucna ubírat.

Jak řekl Woody Allen:

*„Pokud chcete Boha rozesmát, řekněte mu o svých plánech.“<sup>101</sup>*

Právě teď se nacházíme a žijeme v době velkých a nečekaných zvrátů a nejspíše se náš život ani společnost již nevrátí do stejných kolejí, jako byly v období před covidem, před vznikem evropského společenství států...atd.

Jako společnost čelíme nyní velké hrozbě v podobě globálního oteplování, nedostatku energií a před očima nám každodenní návyky mění moderní technologie. Jak dynamicky se mění společnost kolem nás, mění se také architektura, která, sice se zpožděním, je jakýmsi zrcadlem doby.

Věci, které se zdají být jisté a ovlivní architekturu během příštích 15 – 20 let, jsou například stále větší důraz na řešení neoddiskutovatelné skutečnosti klimatické změny - je jasné, že architektura se bude čím dál více zabývat ekologizací staveb a minimalizací dopadu jejich výstavby, ale i funkčního období na životní prostředí – prim bude hrát udržitelnost, digitální projektování v čele s BIM a stále větší propracovanost, adaptabilita a „inteligence“ staveb spojená nejen s vývojem nových technologií a materiálů, ale také např. s nástupem parametrického designu s inspirací ve futuristických tvarech a konstrukčních charakteristikách využívaných v přírodě. Budovy a města budou šetrnější, více energeticky efektivní – v ideálním případě energeticky soběstačné, více zelené, a to nejen v otázce ochrany klimatu a životního prostředí, ale doufejme také v otázce integrace většího podílu zeleně a vegetace obecně do prostředí kolem nás jak v rámci budov, tak ve venkovním prostředí.

Posledním zamyšlením na závěr je reakce na události ve společnosti s ohledem na virové onemocnění Covid-19 – lze říci, že společnost a architektura společně s ní již výrazně reagují na události okolo tohoto virového onemocnění, které zásadně mění návyky lidstva jako takového v otázce přístupu k hygieně a chování v uzavřených prostorách zejména veřejných, ale i soukromých staveb. Je otázkou, do jaké míry budou nejmodernější technologie, v čele s hermeticky uzavřenými obálkami budov, energetickými systémy větrání a rekuperace, dále využívány při návrhu staveb většího i menšího měřítka. Je také docela dobře možné, že trend, který pozorujeme v období po době „covidové“, tedy jakýsi návrat k přírodě, přirozenému prostředí člověka, jako jsou pobyt venku v přírodě, na čerstvém vzduchu, nebo alespoň v přirozeně větraném prostředí v kombinaci s návyky „home-office“ a větší možnosti a míře pobytu v takovém prostředí, bude stále silnější, stejně tak jako návrat k tradičním formám energetické a surovinové rovnováhy.

Je nasnadě uvést, že například kombinované systémy dynamicky stíněných transparentních předsazených fasád jakožto jakýchsi teplotních filtrů, které nabízí v zimním období možnost přechodného větraného prostředí a jakéhosi tepelného filtru suplujícího technologicky mnohem více náchylnou rekuperaci, jsou možná jednou z oblastí tématu této práce, která má větší potenciál, než se zdá – nechme se překvapit!

---

<sup>101</sup> <https://www.patria.cz/zpravodajstvi/2768639/pokud-chnete-boha-rozesmat-reknete-mu-o-svych-planech--verze-pro-centralni-banky.html>

## 9. PRAXE AUTORA SE VZTAHEM K TÉMATU

## 10. VLASTNÍ TVORBA A PUBLIKACE

### PUBLIKAČNÍ ČINNOST:

[01] ABSTRAKT 10, Václav Dvořák, Zuzana Pešková, Tomáš Šenberger, Luboš Knytl, Petr Šíkola, Studentské práce oceněné žlutou kartou 2009/2010, ČVUT V PRAZE, katedra architektury FSv ČVUT v Praze CZ: Nakladatelství 5P Praha, 2010. 48 stran. ISBN 978-80-01-04579-4.

- AAKO atelier Kompozice – magisterský 2 (předdiplovní projekt) – Konverze území Zlíchovského lihovaru

[02] ABSTRAKT 14, Zuzana Pešková, Katalog oceněných projektů, PRAHA: ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE, CZ: Nakladatelství ČVUT, 2014. 192 stran. ISBN 978-80-01-05625-7.

- ATM2 atelier tvorby – magisterský 2 (předdiplovní projekt) – Konverze území Zlíchovského lihovaru
- ATKS atelier konstrukční – Vyhlídková konzola Vyšehrad
- Diplomová práce – Polyfunkční dům Praha 5, Zlíchov

### POŘÁDÁNÍ VÝSTAV A SOUTĚŽÍ:

[03] VÝSTAVA – INSPIROVÁNO VLTAVOU, MČ PRAHA 5

[04] STUDENTSKÁ SOUTĚŽ – MĚNÍME VEŘEJNÁ PROSTRANSTVÍ, MČ PRAHA 4

[05] STUDENTSKÁ VERNISÁŽ – HVĚZDNÝ BAZAR, PRAHA 8 - KARLÍN

### VÝUKA V RÁMCI FSV ČVUT – KATEDRA ARCHITEKTURY:

[06] MODELOVÝ WORKSHOP – ZPRACOVÁNÍ FASÁDY, VÝUKA ATK, AAKO

[07] VEDENÍ PROJEKTU – VÝUKA ADM1,2, MUZEUM ARCHITEKTURY PRAHA 6

[08] VEDENÍ PROJEKTU – VÝUKA ADM1,2, MUZEUM SKLA BROKIS

[09] VEDENÍ PROJEKTU – VÝUKA ATZ1,2, ZÁŽITKOVÉ BYDLENÍ BEDŘICHOV

[10] VEDENÍ PROJEKTU – VÝUKA ADM1,2, POMOC PO TORNÁDU  
– MORAVSKÁ NOVÁ VES

**PRAXE SE VZTAHEM K TÉMATU PRÁCE:**

- [10] CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY  
- 6měsíční stáž v rámci programu Erasmus – Göteborg, Švédsko 2012  
- Sustainable design studio
- [11] DOMY JINAK s.r.o. - Praha 6, Česká republika 2013, 2014, 2017, 2018  
- Územní studie Perštýn Liberec – kinetická fasáda v průčelí administrativních budov při vstupu do území  
- Součástí vítězného týmu v mezin. arch. soutěži – Terminál Jablonec nad Nisou řešení předsazeného skleněného pláště hlavní budovy terminálu
- [12] DESIGN4FUNCTION, Praha 4, Česká republika 2015, 2016  
- Pivovar SOUTH KOREA – perforovaná plechová předsazená fasáda z tahokovu  
- Rezidence Šantovka – provětrávaná fasáda z cemento-vláknitých desek  
- Rezidence nad Mlynářkou – provětrávaná fasáda z cemento-vláknitých desek
- [13] Studie – Doktorské práce (Ph.D.), Praha 4, Česká republika 2015, 2016  
- ANIMACE STÍNÍCIHO SYSTÉMU BUDOVY – POLYFUNKČNÍ DŮM – PRAHA 5, ZLÍCHOV
- [14] Rekonstrukce RD STRACHOTÍN – Praxe autora, Strachotín, Česká republika 2019  
- Předsazená cihlová fasáda (AUTOR)
- [15] Novostavba RD KLADERUBY – Praxe autora, Kladeruby, Česká republika 2020  
- Provětrávaná Cembritová fasáda (AUTOR)
- [16] Rekonstrukce RD LHOTA – Praxe autora, Lhota u Trutnova, Česká republika 2021  
- Pasivní dům s částečnou energetickou soběstačností (AUTOR)
- [17] Rekonstrukce RD KÁRANÝ – Praxe autora, Káraný, Česká republika 2021  
- Rekonstrukce vesnického stavení s částečnou energetickou soběstačností (AUTOR)



## 11. LITERATURA A ZDROJE

### POUŽITÁ LITERATURA:

- [01] VONKA, M. & kolektiv., *Metodika SBToolCZ – manuál hodnocení administrativních budov ve fázi návrhu*. Praha, 2011. ISBN 978-80-01-04865-8.
- [02] HÁJEK, P., *Agenda 21 pro udržitelnou výstavbu*, v Praze: ČVUT, 2001. ISBN 80-01-02467-9.
- [03] MONOGRAFIE, *AGENDA 21*. PRAHA: Mžp 1998, 328 s, ISBN: 80-7212-039-5.
- [04] CIHLÁŘ, Jiří, *En. audit, en. průkazy a štítky budov – Internetová poradna i-EKIS*, [ONLINE], 21.5.2021, Dostupné z: <https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/i-ekis/33186>
- [05] KOLEKTIV AUTORŮ, *Všeobecná encyklopedie*, díl 1, Diderot, Praha, 1999. ISBN: 80-902555-3-1
- [06] KOLEKTIV AUTORŮ, *Všeobecná encyklopedie*, díl 8, Diderot, Praha, 1999. ISBN 80-207-1070-1
- [07] DUDÁK, Vladislav, Kolektiv, *Encyklopedie světové architektury*, Baset, díl 1+2, Praha, 2002. ISBN 80-86223-90-6
- [08] TEYSSLER, KOTYŠKA, *Technický slovník naučný*, díl IV, Nakladatelé Borský a Šulc, Praha XII, 1929
- [09] DVOŘÁK, Václav; TICHÝ, Ladislav. *Architektonická kompozice*. Praha, nakladatelství ČVUT v Praze, 1991
- [10] ZUMTHOR, P., *Atmosféry*, nakl. Archa 2013
- [11] FRINGS, Marcus, "*The Golden Section in Architectural Theory*", Nexus Network Journal vol. 4 no. 1 (Winter 2002), pp. 9-32; ISSN 1590-5896 (Print) / 1522-4600
- [12] HERZOG, Thomas, KRIPPNER, Roland, LANG, Werner, *Facade Construction Manual*, BIRKHAUSER Architecture, 2008, ISBN 10: 3764371099
- [13] POLITIKA OCHRANY KLIMATU V ČESKÉ REPUBLICE [online]. (cit. 25.9.2011). PRAHA: MZP CR, 2010. Dostupný z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news\\_t2090507pok/SFILE/POK\\_final.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_t2090507pok/SFILE/POK_final.pdf)
- [14] DOSEDLOVÁ, Anna. *Vzduchový kolektor v tepelné bilanci budovy*. Brno, 2012. 96 s., 7 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov.
- [15] MÚČKOVÁ, Simona, *ANALÝZA NÁKLADŮ STAVEBNÍHO OBJEKTU V DŮSLEDKU VARIANTNÍCH ZMĚN HLINÍKOVÝCH KONSTRUKCÍ*, Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta Strojního inženýrství, 2016.

- [16] PAVLÍK, Miloslav, DVOJITÉ FASÁDY - DESIGN FASÁDNÍCH KONSTRUKCÍ. Fakulta architektury ČVUT v Praze, [online], Přednáška [vid. 2019-10-06]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/21026977-Dvojite-fasady-design-fasadn-konstrukci-doc-ing-miloslav-pavlik-csc-fakulta-architektury-cvut-v-praze.html>
- [17] Schürer, Oliver. Abstrakt k Virtual dschungle 5, Media Facades Symposium in Vienna, [online], [Vstoupeno 5. Dubna 2018]. Dostupný z: [www.azw.at](http://www.azw.at).
- [18] POLÁKOVÁ, Sylva, Relokace filmového obrazu / Svět mediálních fasád, Časopis Cinepur, [online], [Vstoupeno 3. ledna 2022], Dostupný z: <http://cinepur.cz/article.php?article=1623>.
- [19] UŠELOVÁ, Simona, Nová média v architektuře – mediální fasády, Brno: MU – Filosofická fakulta, 2012.
- [20] Haeusler, Matthias Hank, Media Facades. 2009. ISBN 3899861078
- [21] Šnajdr, Roman, Lehké obvodové pláště: prosklené fasády, časopis ERA 21, č. 05, 2021.
- [22] ČSN 730202: GEOMETRICKÁ PŘESNOST VE VÝSTAVBĚ. PRAHA: ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ, 1995.
- [23] ČSN ISO 1803 POZEMNÍ STAVBY – TOLERANCE – VYJADŘOVÁNÍ PŘESNOSTI, ROZMĚRŮ. PRAHA: ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ, 1999.

#### LITERATURA ROZŠIŘUJÍCÍ TÉMA PRÁCE:

- [01] BALÁK, R., PROKEŠ, K. *NOVÉ ZDROJE ENERGIE*, NAKLADATELSTVÍ TECHNICKÉ LITERATURY, 1984, ALDEBARAN VALAŠSKÉ MEZIŘÍČÍ, 2003. ISBN 80-903117-6-8.
- [02] PLOS, J., *NOVÝ STAVEBNÍ ZÁKON*. PRAHA: GRADA PUBLISHING, 2007. ISBN 978-80-87162-64-4
- [03] VOTICKÝ, R., *KINETICKÁ TENDENCE V ARCHITEKTUŘE, TEZE PŘEDNÁŠKY K PROFESORSKÉMU JMENOVACÍMU ŘÍZENÍ V OBORU ARCHITEKTURA*. BRNO: VUT V BRNĚ, 2007. 36 S. ISBN 978-80-214-3430-1
- [04] MAZÁČ, O. *Využití solární energie pro vytápění a větrání – solární fasády*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008.
- [05] ŠTURSA J., BENEŠOVÁ M.: *Teorie a estetika architektury*, ČVUT v Praze, 1983
- [06] BARTOŠ. M. *Stavebně technický projekt NOVÁ RADNICE PRO PRAHU 7*, ČVUT Katedra technologie staveb, Diplomová práce, 2018
- [07] ČKA, *MANUÁL ENERGETICKY ÚSPORNÉ ARCHITEKTURY*, Praha, 2010, ISBN 978-80-904577-1-3

**SEZNAM OBRAZOVÝCH PŘÍLOH (včetně původního zdroje):**

OBR 1	CRYSTAL PALACE NA EXPO V LONDÝNĚ V ROCE 1851 – převzatá grafika	11
zdroj:	MORIWAKI Akio. Distribution of global curtain wall markets_2009 [fotografie]. <i>The Curtain Wall Industry: History, Current State, and Challenges of Façade Design</i> [online]. Dostupné z: <a href="https://blogs.3ds.com/perspectives/wp-content/uploads/sites/22/Screen-Shot-2015-01-27-at-10.15.18-AM.png">https://blogs.3ds.com/perspectives/wp-content/uploads/sites/22/Screen-Shot-2015-01-27-at-10.15.18-AM.png</a>	
OBR 2	BODOVĚ UCHYCENÁ SKLA, PARC DE VILLETTE, PAŘÍŽ 1974–1986 – výřez fotografie	12
zdroj:	<i>Cite des Sciences Paris, France</i> [online]. Isabelle Lomholt [vid. 4.3.2020]. Dostupné z: <a href="https://www.e-architect.com/paris/cite-des-sciences-la-villette">https://www.e-architect.com/paris/cite-des-sciences-la-villette</a>	
OBR 3	DIAGRAM ASPEKTŮ TVOŘÍCÍCH UDRŽITELNÝ ROZVOJ – grafika autora	20
OBR 4	PROSTŘEDKY HARMONIZACE – scan publikace	34
zdroj:	Architektonická kompozice, Tichý, Dvořák, ČVUT, 1991, Publikace č. 7281	
OBR 5	ZELENÁ FASÁDA JACOB FACTORY – snímek obrazovky - upraveno autorem	35
zdroj:	<i>Jacob Factory / G&amp;A Architecture &amp; Urban Planning + rollimarchini architekten</i> [online]. ArchDaily [vid. 5.6.2021]. Dostupné z: <a href="https://www.archdaily.com/947300/jacob-factory-g&amp;a-architecture-and-urban-planning-plus-rollimarchini-architekten">https://www.archdaily.com/947300/jacob-factory-g&amp;a-architecture-and-urban-planning-plus-rollimarchini-architekten</a>	
OBR 6	PŘEDPROSTOR ŠKOLY VČETNĚ PARTERU – snímek obrazovky	36
zdroj:	<i>Glassell School of Art / Steven Holl Architects</i> [online]. ArchDaily [vid. 5.6.2021]. Dostupné z: <a href="https://www.archdaily.com/894488/glassell-school-of-art-steven-holl-architects">https://www.archdaily.com/894488/glassell-school-of-art-steven-holl-architects</a> ,	
OBR 7	BETONOVÉ PREFABRIKÁTY FIRMY RIEDER – foto autora	37
OBR 8	DETAIL FASÁDY XYZ FORMULA – foto autora – barevně upraveno	38
OBR 9	DETAIL PŘEDSAZENÉ KONSTRUKCE A KOVOVÉ TKANINY - snímek obrazovky	40
zdroj:	<i>Dramatic Statement: John Wardle Architects' Caulfield Library, Monash university</i> [online]. Indesignlive [vid. 24.9.2021]. Dostupné z: <a href="https://www.indesignlive.com/projects/john-wardle-architects-caulfield-library-monash-university">https://www.indesignlive.com/projects/john-wardle-architects-caulfield-library-monash-university</a>	
OBR 10	MĚŘÍTKO - scan publikace	42
zdroj:	DVOŘÁK, Václav; TICHÝ, Ladislav. Architektonická kompozice. Praha, nakladatelství ČVUT v Praze, 1991	
OBR 11,12,13	MODULOR – adle Vitruvia, Neuferta, Le Corbussiera, digitální archiv autora - upraveno	45
OBR 14	GEOMETRIE FASÁDY AUDITORIUM OF LEÓN – snímek obrazovky - upraveno	46
zdroj:	<i>MANSILLA + TUÑÓN ARQUITECTOS AUDITORI DE LEÓN</i> [online]. Divisare [vid. 5.6.2021]. Dostupné z: <a href="https://divisare.com/projects/284241-mansilla-tunon-arquitectos-luis-asin-auditorio-de-leon">https://divisare.com/projects/284241-mansilla-tunon-arquitectos-luis-asin-auditorio-de-leon</a>	
OBR 15	PŘÍKLAD MODULÁRNÍ FASÁDY – NEXT GENERATION FACADE – snímek obrazovky	48
zdroj:	<i>"Pixel Facade" System Combines a Love for Nature With Next-Generation Workspaces</i> [online]. ArchDaily [vid. 5.6.2020]. Dostupné z: <a href="https://www.archdaily.com/893745/pixel-facade-system-combines-a-love-for-nature-with-next-generation-workspaces?ad_medium=gallery">https://www.archdaily.com/893745/pixel-facade-system-combines-a-love-for-nature-with-next-generation-workspaces?ad_medium=gallery</a>	
OBR 16	OBECNÉ SCHÉMA PŘÍKLADŮ KONTRASTU – scan publikace	49
zdroj:	DVOŘÁK, Václav; TICHÝ, Ladislav. Architektonická kompozice. Praha, nakladatelství ČVUT v Praze, 1991	
OBR 17	PROSTOROVÉ SCHÉMA VSTUPNÍHO FOYER – snímek obrazovky	51
zdroj:	<i>Hearst tower / Foster + Partners</i> [online]. ArchDaily [vid. 13.2.2020]. Dostupné z: <a href="https://www.archdaily.com/204701/flashback-hearst-tower-foster-and-partners/5038269e28ba0d599b00110a-flashback-hearst-tower-foster-and-partners-image">https://www.archdaily.com/204701/flashback-hearst-tower-foster-and-partners/5038269e28ba0d599b00110a-flashback-hearst-tower-foster-and-partners-image</a>	
OBR 18	BAREVNÁ KOMPOZICE ROPPONMATSU KINDERGARTEN – snímek obrazovky	52
zdroj:	<i>Creche Ropponmatsu Kindergarten / Emmanuelle Moureaux Architecture + Design</i> [online]. ArchDaily [vid. 13.12.2019]. Dostupné z: <a href="https://www.archdaily.com/879645/creche-ropponmatsu-kindergarten-emmanuelle-moureaux-architecture-plus-design">https://www.archdaily.com/879645/creche-ropponmatsu-kindergarten-emmanuelle-moureaux-architecture-plus-design</a>	
OBR 19	NORDEA SE STŘÍDAVOU STRUKTUROU – foto autora - upraveno	54
OBR 20	TEXTUROVANÉ PANELY – ROCKEHEIM MUSEUM – foto autora - upraveno	55
OBR 21	RELIÉF FASÁDNÍCH PANELŮ FASÁDY – WELLINGTON HOUSE – foto autora	56
OBR 22	RELIÉF A BAREVNOST KERAMIKA – COALLIA RESIDENCE– snímek obrazovky	60
zdroj:	<i>Coallia - Residence and Social Restaurant / Peripheriques Architectes</i> [online]. ArchDaily [vid. 20.8.2020]. Dostupné z: <a href="https://www.archdaily.com/882354/coallia-residence-and-social-restaurant-peripheriques-architectes?ad_medium=gallery">https://www.archdaily.com/882354/coallia-residence-and-social-restaurant-peripheriques-architectes?ad_medium=gallery</a>	
OBR 23	KERAMICKÉ TVAROVKY – ESCOLA MASSANA – snímek obrazovky	61
zdroj:	<i>Escola Massana, Art and Design Center / Estudio Carme Pinós</i> [online]. ArchDaily [vid. 20.8.2020]. Dostupné z: <a href="https://www.archdaily.com/910633/escola-massana-art-and-design-center-estudio-carme-pinos?ad_medium=gallery">https://www.archdaily.com/910633/escola-massana-art-and-design-center-estudio-carme-pinos?ad_medium=gallery</a>	
OBR 24	BUDOVA OPERY OSLO + DETAIL POVRCHU MRAMOROVÝCH DESEK – 3x foto autora	63
OBR 25	RŮZNÉ DRUHY DŘEVĚNÝCH FASÁDNÍCH OBKLADŮ – fotoarchiv autora	64
OBR 26	RŮZNÉ DRUHY SKLADBY DŘEVĚNÝCH FASÁDNÍCH OBKLADŮ – fotoarchiv autora	65
OBR 27	HORIZONTÁLNÍ DŘEVĚNÉ LAMELY JAKO OBÁLKA KNIHOVNY NEW UNIVERSITY LIBRARY	66
zdroj:	<i>New University Library, Cayenne</i> [online]. Architizer [vid. 24.8.2020]. Dostupné z: <a href="https://architizer.com/projects/new-university-library/">https://architizer.com/projects/new-university-library/</a>	
OBR 28	DŘEVĚNÉ KONSTRUKCE - MARINE BASE BUILDING, 3x foto autora	67
OBR 29	SKLENĚNÉ KONSTRUKCE - AGC GLASS BUILDING, 3X snímek obrazovky, upraveno	71
zdroj:	<i>Glass slats with translucent overlapped serigraphs</i> [online]. Filt3rs [vid. 25.8.2020]. Dostupné z: <a href="http://filt3rs.net/case/glass-slats-translucent-overlapped-serigraphs-577">http://filt3rs.net/case/glass-slats-translucent-overlapped-serigraphs-577</a>	

OBR 30	BETONOVÁ DVOUPLÁŠŤ. FASÁDA – GALLERY OF MODERN ART - snímek obrazovky, upraveno	73
zdroj:	Modern Art Gallerv. [online]. MIESARCH [vid. 22.5.2018]. Dostupné z: <a href="https://www.miesarch.com/work/325">https://www.miesarch.com/work/325</a>	
OBR 31	BETONOVÁ PŘEDSAZENÁ FASÁDA – HRA BAREV - - snímek obrazovky, upraveno	74
zdroj:	<i>Pohledové betony na Novém divadle v Plzni</i> [online]. ABS Portál [vid. 25.7.2020]. Dostupné z: <a href="https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/zaklady-a-hruba-stavba/cement-a-beton/pohledove-betony-na-novem-divadle-v-plzni">https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/zaklady-a-hruba-stavba/cement-a-beton/pohledove-betony-na-novem-divadle-v-plzni</a>	
OBR 32	PERFOROVANÁ PŘEDSAZENÁ FASÁDA – 3X10 HOUSE	82
zdroj:	<i>Metallic Mucharaby in Vietnam</i> [online]. Filt3rs [vid. 25.8.2020]. Dostupné z: <a href="http://filt3rs.net/case/metallic-mucharaby-vietnam-595">http://filt3rs.net/case/metallic-mucharaby-vietnam-595</a>	
OBR 33	PERFOROVANÁ FASÁDA – NORWEGIAN METEOROLOGICAL INSTITUTE, 2x foto autora	83
OBR 34	PERFOROVANÁ FASÁDA – UNIQUE PLAYGROUND, 2x foto autora	83
OBR 35	HLINÍKOVÁ PŘEDSAZENÁ FASÁDA – KUGGEN, 2x foto autora	86
OBR 36	LAMELOVÁ PŘEDSAZENÁ FASÁDA – MEDICAL CENTER, snímek obrazovky, upraveno	87
zdroj:	<i>3LHD to design private medical center in Croatia</i> [online]. Archdaily [vid. 2.9.2020]. Dostupné z: <a href="http://www.archdaily.com/16828/3lhd-to-design-private-medical-center-in-croatia">http://www.archdaily.com/16828/3lhd-to-design-private-medical-center-in-croatia</a>	
OBR 37	RŮZNÉ DRUHYTEXTILNÍCH FOLÍÍ, snímek obrazovky	90
zdroj:	<i>PTFE Membrane</i> [online]. BDIR [vid. 6.12.2019]. Dostupné z: <a href="https://www.bdir.com/product/ptfe-coated-glass-fiber-open-mesh-fabrics-for-architectural-building-facades-facade">https://www.bdir.com/product/ptfe-coated-glass-fiber-open-mesh-fabrics-for-architectural-building-facades-facade</a>	
OBR 38	PNEUMATICKÁ MEMBRÁNOVÁ KCE, snímek obrazovky, upraveno	90
zdroj:	<i>Architectural and greenhouses</i> [online]. TCI's Industry Affiliations [vid. 6.12.2019]. Dostupné z: <a href="https://www.textilecoated.com/architectural-greenhouses">https://www.textilecoated.com/architectural-greenhouses</a>	
OBR 39	MEMBRÁNOVÁ PŘEDSAZENÁ FASÁDA – HAZZA BIN ZAYED STADIUM	91
zdroj:	<a href="https://www.archdaily.com/604755/hazza-bin-zayed-stadium-pattern-design">https://www.archdaily.com/604755/hazza-bin-zayed-stadium-pattern-design</a>	
OBR 40	FVE PŘEDSAZENÁ FASÁDA – ESSLINGER DREIECK GHC, snímek obrazovky, upraveno	97
OBR 41	FVE PŘEDSAZENÉ SKLENĚNÉ PANELY – AGC TECHNOVATION CENTER, 3x foto autora	98
OBR 42	PROBARVENÉ FVE UCB – LA CLUB, 2x foto autora	99
OBR 43	REKONSTRUKCE SKALDU ZA POUŽITÍ TECHNOLOGIE TROMBEHO STĚNY, foto autora	102
OBR 44	VEŘEJNÁ KNIHOVNA V CAMBRIDGE, foto autora	106
OBR 45	TECHNOLOGIE A ŘEŠENÍ POUŽITÁ V PROJEKTU, 3x snímek obrazovky, upraveno	106
zdroj:	<i>CASE STUDY: A DOUBLE-SKIN GLASS WALL</i> [online]. William Rawn Associates, Architects, Inc. [vid. 28.12.2019]. Dostupné z: <a href="http://www.rawnarch.com/pdf/CPL_WRA.pdf">http://www.rawnarch.com/pdf/CPL_WRA.pdf</a>	
OBR 46	ZELENÁ POPÍNAVÁ FASÁDA, snímek obrazovky, upraveno	111
zdroj:	<i>Writer's Shed is a tiny garden studio in Melbourne covered in ivy</i> [online]. Frearson Amy, Dezeen [vid. 23.10.2021]. Dostupné z: <a href="https://www.dezeen.com/2019/07/23/writers-shed-matt-gibson-garden-studio-ivy/">https://www.dezeen.com/2019/07/23/writers-shed-matt-gibson-garden-studio-ivy/</a>	
OBR 47	KONSTRUKCE PRO POPÍNAVÉ ROSTLINY, 3x foto autora	112
OBR 48	PŘEDSAZENÁ KONSTRUKCE PRO POPÍNAVÉ ROSTLINY, foto autora	113
OBR 49	KONSTRUKCE PRO ZAVĚŠENÉ ROSTLINY, foto autora	114
OBR 50	PŘÍKLAD PEVNÉ SLUNEČNÍ CLONY, digitální archiv autora	118
OBR 51	PŘÍKLAD POHYBLIVÉ SLUNEČNÍ CLONY, digitální archiv autora	118
OBR 52	4X PŘÍKLAD SKLÁDACÍ PANELY, digitální archiv autora	119
OBR 53	POSUVNÉ PANELY – PŘÍKLADY, digitální archiv autora	120
OBR 54	SKLÁDACÍ PANELY – LADENPASSAGE, 3x snímek obrazovky	121
zdroj:	<i>Drilled and corrugated folding-sliding panels by H&amp;dM</i> [online]. filt3rs.net [vid. 23.10.2021]. Dostupné z: <a href="http://filt3rs.net/case/drilled-and-corrugated-folding-sliding-panels-hdm-587">http://filt3rs.net/case/drilled-and-corrugated-folding-sliding-panels-hdm-587</a>	
OBR 55	PEVNÉ STÍNÍČÍ ELEMENTY - EAST VILLAGE LOFTS, 2x foto autora	122
OBR 56	SVĚTELNÁ MEDIÁLNÍ FASÁDA – GALERIA DS, snímek obrazovky, upraveno	124
zdroj:	<i>Galleria Department store facade</i> [online]. UNStudio [vid. 8.11.2021]. Dostupné z: <a href="https://www.unstudio.com/en/page/3226/galleria-department-store-facade">https://www.unstudio.com/en/page/3226/galleria-department-store-facade</a>	
OBR 57	KINETICKÁ FASÁDA BUDOVY FLARE, snímek obrazovky - video, upraveno	125
zdroj:	<i>FLARE FACADE – kinetic ambient reflection membrane</i> [online]. WHITEVOID [vid. 4.12.2021]. Dostupné z: <a href="https://www.whitevoid.com/flare-facade/">https://www.whitevoid.com/flare-facade/</a>	
OBR 58	KINETICKÁ FASÁDA BUDOVY BAD CAFE, snímek obrazovky, upraveno	126
zdroj:	<i>PARAMETRIC FACADE - BAD CAFÉ</i> [online]. Isaacblog [vid. 7.10.2021]. Dostupné z: <a href="https://www.isaacblog.com/programs/parametric-facade-bad-cafe-pvc-pipes/">https://www.isaacblog.com/programs/parametric-facade-bad-cafe-pvc-pipes/</a>	
OBR 59	KINETICKÁ FASÁDA ARABSKÉHO INSTITUTU, 2x foto autora	126
OBR 60	RESOPNZIVNÍ FASÁDA RMIT UNIVERSITY, snímek obrazovky, upraveno	127
zdroj:	<i>Automated sunshading facade</i> [online]. Godsell Sean, filt3rs [vid. 8.11.2021]. Dostupné z: <a href="http://filt3rs.net/case/automated-sunshading-facade-148">http://filt3rs.net/case/automated-sunshading-facade-148</a>	
OBR 61	RESPONZIVNÍ FASÁDA ETFE MEDIATIC, 2x foto autora	128

**SEZNAM SCHÉMAT (včetně původního zdroje):**

SCHÉMA 1	SYMETRIE VSTUPU DO JACOB FACTORY – výřez fotografie, upraveno autorem	36
zdroj fotografie:	<i>Jacob Factory / G&amp;A Architecture &amp; Urban Planning + rollimarchini architekten</i> [online]. ArchDaily [vid. 5.6.2021]. Dostupné z: <a href="https://www.archdaily.com/947300/jacob-factory-g&amp;a-architecture-and-urban-planning-plus-rollimarchini-architekten">https://www.archdaily.com/947300/jacob-factory-g&amp;a-architecture-and-urban-planning-plus-rollimarchini-architekten</a>	
SCHÉMA 2	ASYMETRIE GLASSELL SCHOOL OF ART – výřez fotografie, upraveno autorem	37
zdroj fotografie:	<i>Glassell School of Art / Steven Holl Architects</i> [online]. ArchDaily [vid. 5.6.2021]. Dostupné z: <a href="https://www.archdaily.com/894488/glassell-school-of-art-steven-holl-architects">https://www.archdaily.com/894488/glassell-school-of-art-steven-holl-architects</a>	
SCHÉMA 3	RYTMICKÉ USPOŘÁDÁNÍ LAMEL – ZAC MOULON – výřez grafiky, upraveno autorem	38
zdroj fotografie:	<i>ZAC Moulon &amp; Polytechnique</i> [online]. Rieder [vid. 5.6.2021]. Dostupné z: <a href="https://www.rieder.cc/en/project/zac-moulon-polytechnique-en/">https://www.rieder.cc/en/project/zac-moulon-polytechnique-en/</a>	
SCHÉMA 4	GRADACE OTEVŘENOSTI PIXELŮ XYZ FORMULA – výřez fotografie autora	39
SCHÉMA 5	DYNAMICKÁ TEKTONIKA FASÁDY CAUFIELD LIBRARY – výřez fotografie, upraveno autorem	41
zdroj fotografie:	<i>Dramatic Statement: John Wardle Architects' Caulfield Library, Monash university</i> [online]. Indesignlive [vid. 24.9.2021]. Dostupné z: <a href="https://www.indesignlive.com/projects/john-wardle-architects-caulfield-library-monash-university">https://www.indesignlive.com/projects/john-wardle-architects-caulfield-library-monash-university</a>	
SCHÉMA 6	RŮZNÁ MĚŘÍTKA – BELA VISTA, BRAZÍLIE – výřez fotografie, upraveno autorem	44
SCHÉMA 7	MĚŘÍTKO OTVORU VE FASÁDĚ – LUDER HAUS – výřez fotografie, upraveno autorem	45
zdroj fotografie:	<i>Human Scale in Architectural Photography</i> [online]. Chakota Alan [vid. 14.9.2021]. Dostupné z: <a href="https://www.alanchakota.com/blog/human-scale-in-architectural-photography">https://www.alanchakota.com/blog/human-scale-in-architectural-photography</a>	
SCHÉMA 8	MĚŘÍTKO PERFOROVANÉ FASÁDY – CAR PARK – výřez fotografie, upraveno autorem	45
zdroj fotografie:	<i>Human Scale in Architectural Photography</i> [online]. Chakota Alan [vid. 14.9.2021]. Dostupné z: <a href="https://www.alanchakota.com/blog/human-scale-in-architectural-photography">https://www.alanchakota.com/blog/human-scale-in-architectural-photography</a>	
SCHÉMA 9	PROPORCE – AUDITORIUM LEÓN – snímek obrazovky	47
zdroj grafiky:	<i>MANSILLA + TUÑÓN ARQUITECTOS AUDITORI DE LEÓN</i> [online]. Divisare [vid. 5.6.2021]. Dostupné z: <a href="https://divisare.com/projects/284241-mansilla-tunon-arquitectos-luis-asin-auditorio-de-leon">https://divisare.com/projects/284241-mansilla-tunon-arquitectos-luis-asin-auditorio-de-leon</a>	
SCHÉMA 10	PRVKY MODULÁRNÍ FASÁDY A JEJICH VARIABILITA - výřez fotografie autora	48
SCHÉMA 11	MODULÁRNÍ FASÁDY A JEJICH VARIABILITA – snímek obrazovky, přeloženo autorem	49
zdroj grafiky:	<i>"Pixel Facade" System Combines a Love for Nature With Next-Generation Workspaces</i> [online]. ArchDaily [vid. 5.6.2020]. Dostupné z: <a href="https://www.archdaily.com/893745/pixel-facade-system-combines-a-love-for-nature-with-next-generation-workspaces">https://www.archdaily.com/893745/pixel-facade-system-combines-a-love-for-nature-with-next-generation-workspaces</a>	
SCHÉMA 12	KONTRAST STARÉ / NOVÉ HEARST TOWER – výřez fotografie autora	51
SCHÉMA 13	BAREVNÉ PŘEDSAZENÉ MOTIVY NA FASÁDĚ – grafika autora	53
SCHÉMA 14	STRUKTURA OKENNÍCH PRVKŮ – NORDEA – výřez fotografie autora	55
SCHÉMA 15	TEXTURA NÁSTAVBY – ROCKHEIM MUSEUM – výřez fotografie autora	56
SCHÉMA 16+17	KERAMICKÉ TVAROVKY FASÁDY – digitální archiv autora, přeloženo	60
SCHÉMA 18	SKLADBY PLÁŠTĚ COALLIA RESIDENCE – snímek obrazovky, přeloženo autorem	61
zdroj:	<i>Coallia - Residence and Social Restaurant / Peripheriques Architectes</i> [online]. ArchDaily [vid. 20.8.2020]. Dostupné z: <a href="https://www.archdaily.com/882354/coallia-residence-and-social-restaurant-peripheriques-architectes?ad_medium=gallery">https://www.archdaily.com/882354/coallia-residence-and-social-restaurant-peripheriques-architectes?ad_medium=gallery</a>	
SCHÉMA 19	ŘEŠENÍ FASÁDNÍHO PLÁŠTĚ ESCOLA MASSANA – snímek obrazovky, přeloženo autorem	62
zdroj:	<i>Escola Massana, Art and Design Center / Estudio Carme Pinós</i> [online]. ArchDaily [vid. 20.8.2020]. Dostupné z: <a href="https://www.archdaily.com/910633/escola-massana-art-and-design-center-estudio-carme-pinos?ad_medium=gallery">https://www.archdaily.com/910633/escola-massana-art-and-design-center-estudio-carme-pinos?ad_medium=gallery</a>	
SCHÉMA 20	UPEVNĚNÍ KAMENNÝCH FASÁDNÍCH PANELŮ – digitální archiv autora, přeloženo	63
SCHÉMA 21	DETAIL ŘEŠENÍ KAMENNÉ FASÁDY, OPERA OSLO – snímek obrazovky, přeloženo autorem	64
zdroj:	<i>Norwegian National Opera and Ballet</i> [online]. Snohetta [vid. 24.8.2020]. Dostupné z: <a href="https://snohetta.com/project/42-norwegian-national-opera-and-ballet">https://snohetta.com/project/42-norwegian-national-opera-and-ballet</a>	
SCHÉMA 22	ŘEZU BUDOVOU NEW UNIVERSITY LIBRARY – snímek obrazovky, přeloženo autorem	67
zdroj:	<i>New University Library, Cayenne</i> [online]. Architizer [vid. 24.8.2020]. Dostupné z: <a href="https://architizer.com/projects/new-university-library/">https://architizer.com/projects/new-university-library/</a>	
SCHÉMA 23	ZÁKLADNÍ DĚLENÍ POUŽITÍ SKLA LIBRARY – snímek obrazovky, přeloženo autorem	70
zdroj:	<i>Glass</i> [online]. Understand building construction [vid. 25.8.2020]. Dostupné z <a href="http://www.understandconstruction.com/glass.html">http://www.understandconstruction.com/glass.html</a>	
SCHÉMA 24	MECHANICKÉHO NATOČENÍ LAMEL – AGC GLASS – snímek obrazovky, doplněno autorem	72
zdroj:	<i>Glass slats with translucent overlapped serigraphs</i> [online]. Filt3rs [vid. 25.8.2020]. Dostupné z: <a href="http://filt3rs.net/case/glass-slats-translucent-overlapped-serigraphs-577">http://filt3rs.net/case/glass-slats-translucent-overlapped-serigraphs-577</a>	



SCHÉMA 25	BETONOVÉ PANELY – digitální archiv autora, přeloženo	73
SCHÉMA 26	VERTIKÁLNÍ A PŮDORYSNÝ ŘEZ – snímek obrazovky, přeloženo autorem	74
zdroj:	HE Modern Art Gallery, [online]. MIESARCH [vid. 22.5.2018]. Dostupné z: <a href="https://www.miesarch.com/work/325">https://www.miesarch.com/work/325</a>	
SCHÉMA 27	ÚHLU A PŘEDSAZENÍ BETON. SCÉNY DIVADLA – výřez fotografie autora	75
SCHÉMA 28	POVRCHY KOVŮ (VÝBĚR) – grafika autora	77
SCHÉMA 29	VÝBĚR ZÁKLADNÍCH FOREM SPOJENÍ PRO KOVOVÉ FASÁDY – grafika autora	79
SCHÉMA 30	PŘÍKLADY VZORŮ A TVAROVÁNÍ PLECHOVÝCH PANELŮ – digitální archiv autora	80
SCHÉMA 31	PŘÍKLADY VZORŮ PERFOROVANÝCH FASÁDNÍCH PANELŮ – digitální archiv autora	81
SCHÉMA 32	PŘÍKLADY VZORŮ A ZPŮSOBŮ PLETENÍ KOVOVÝCH TKANIN – digitální archiv autora	82
SCHÉMA 33	PŘÍČNÝ ŘEZ + POUŽITÉ DRUHY PERFORACE 3X10 HOUSE – snímek obrazovky	83
zdroj:	<i>Metallic Mucharaby in Vietnam</i> [online]. Filt3rs [vid. 25.8.2020]. Dostupné z: <a href="http://filt3rs.net/case/metallic-mucharaby-vietnam-595">http://filt3rs.net/case/metallic-mucharaby-vietnam-595</a>	
SCHÉMA 34	ŘEZ PŘEDSAZENOU FASÁDOU KUGGEN – snímek obrazovky, doplněno autorem	86
zdroj:	<i>KUGGEN, Wingårdh Arkitektkontor</i> [online]. Archdaily [vid. 2.9.2018]. Dostupné z: <a href="https://www.archdaily.com/289856/kuggen-wingardh-arkitektkontor">https://www.archdaily.com/289856/kuggen-wingardh-arkitektkontor</a>	
SCHÉMA 35	PŘÍČNÝ ŘEZ DETAILEM PŘEDSAZENÉ FASÁDY – snímek obrazovky	87
zdroj:	<i>3LHD to design private medical center in Croatia</i> [online]. Archdaily [vid. 2.9.2020]. Dostupné z: <a href="http://www.archdaily.com/16828/3lhd-to-design-private-medical-center-in-croatia">http://www.archdaily.com/16828/3lhd-to-design-private-medical-center-in-croatia</a>	
SCHÉMA 36	DETAIL FASÁDY HAZZA BIN ZAYED STADIUM – snímek obrazovky, doplněno autorem	91
zdroj:	<i>Hazza Bin Zayed Stadium / Pattern Design</i> [online]. Archdaily [vid. 6.12.2019]. Dostupné z: <a href="https://www.archdaily.com/604755/hazza-bin-zayed-stadium-pattern-design">https://www.archdaily.com/604755/hazza-bin-zayed-stadium-pattern-design</a>	
SCHÉMA 37	DIAGRAM DĚLENÍ SYSTÉMŮ DLE VYUŽITÍ SLUNEČNÍ ENERGIE – snímek obrazovky	94
zdroj:	Energie slunce [online]. [cit. 2012-10-06]. Dostupné z: <a href="http://www.i-ekis.cz/?page=slunceteplo">http://www.i-ekis.cz/?page=slunceteplo</a>	
SCHÉMA 38	VYUŽITÍ SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ, DĚLENÍ A PŘÍKLADY – snímek obrazovky, grafika autora	95
zdroj:	BENEDIKT, JAROSLAV, <i>Sluneční záření jako zdroj energie</i> [online]. [vid. 7.12.2018]. Dostupné z: <a href="https://kke.zcu.cz/export/sites/kke/about/proiektv/enazo/proiektv/18_Zakladv-ekologie_48-49/48_IUT/113_Slunecni-energie---Benedikt---P0.pdf">https://kke.zcu.cz/export/sites/kke/about/proiektv/enazo/proiektv/18_Zakladv-ekologie_48-49/48_IUT/113_Slunecni-energie---Benedikt---P0.pdf</a>	
SCHÉMA 39	VODNÍ A VZDUCHOVÝ KOLEKTOR – snímek obrazovky	96
zdroj:	<i>Solární tepelné soustavy</i> [online]. Bock Stanislav [vid. 9.12.2019]. Dostupné z: <a href="http://www.patres.net/media/103025/sol_m__tepeln__soustavy.pdf">http://www.patres.net/media/103025/sol_m__tepeln__soustavy.pdf</a>	
SCHÉMA 40	ŘEZ STÍNĚNÍM S INTEGROVANOU FVE – snímek obrazovky, doplněno autorem	97
zdroj:	ESSLINGER DREIECK GHC, [online]. Solarfacades4architects [vid. 7.12.2019]. Dostupné z: <a href="https://solarfacades4architects.wordpress.com/2012/08/23/esslinger-dreieck-ghc/">https://solarfacades4architects.wordpress.com/2012/08/23/esslinger-dreieck-ghc/</a>	
SCHÉMA 41	DETAIL INTEGRACE FVE ČLÁNKŮ – digitální archiv autora, přeloženo	98
SCHÉMA 42	TROMBEHO STĚNA JARO A PODZIM, LÉTO – snímek obrazovky	101
zdroj:	<i>Trombeho stěna</i> [online]. Hánová Marie [vid. 28.12.2019]. Dostupné z: <a href="http://www.envicsdruzeni.cz/aktuality/aktuality-obsah/trombeho-stena-zakladni-informace.htm">http://www.envicsdruzeni.cz/aktuality/aktuality-obsah/trombeho-stena-zakladni-informace.htm</a>	
SCHÉMA 43	DTF – ARCHITEKTONICKÉ DĚLENÍ – scan dokumentu	104
zdroj:	MÚČKOVÁ, Simona, <i>ANALÝZA NÁKLADŮ STAVEBNÍHO OBJEKTU V DŮSLEDKU VARIANTNÍCH ZMĚN HLINÍKOVÝCH KONSTRUKCÍ</i> . Brno: Vysoké učení technické v Brně. Fakulta Strojního inženýrství. 2016. str.31.	
SCHÉMA 44	3X DTF – DĚLENÍ DLE VZDUCHOVÉ MEZERY – snímek obrazovky	105
zdroj:	PAVLÍK, Miloslav, <i>DVOJITÉ FASÁDY - DESIGN FASÁDNÍCH KONSTRUKCÍ</i> . Fakulta architektury ČVUT v Praze, [online]. Přednáška [vid. 2019-10-06]. Dostupné z: <a href="https://docplayer.cz/21026977-Dvojite-fasady-design-fasadn-konstrukci-doc-ing-miloslav-pavlik-csc-fakulta-architektury-cvut-v-praze.html">https://docplayer.cz/21026977-Dvojite-fasady-design-fasadn-konstrukci-doc-ing-miloslav-pavlik-csc-fakulta-architektury-cvut-v-praze.html</a>	
SCHÉMA 45	REŽIMY FASÁDY BĚHEM ROKU, KOMPONENTY DTF – snímek obrazovky, přeloženo	107
zdroj:	<i>CASE STUDY: A DOUBLE-SKIN GLASS WALL</i> [online]. William Rawn Associates, Architects, Inc. [vid. 28.12.2019]. Dostupné z: <a href="http://www.rawnarch.com/pdf/CPL_WRA.pdf">http://www.rawnarch.com/pdf/CPL_WRA.pdf</a>	
SCHÉMA 46	DĚLENÍ ZELENÝCH FASÁD DLE ŘEŠENÍ – digitální archiv autora	110
SCHÉMA 47	ZF - SAMOPOPÍNAVÉ ROSTLINY – digitální archiv autora	111
SCHÉMA 48	ŘEZ OBJEKTEM – snímek obrazovky	111
zdroj:	<i>Writer's Shed is a tiny garden studio in Melbourne covered in ivy</i> [online]. Frearson Amy, Dezeen [vid. 23.10.2021]. Dostupné z: <a href="https://www.dezeen.com/2019/07/23/writers-shed-matt-gibson-garden-studio-ivy/">https://www.dezeen.com/2019/07/23/writers-shed-matt-gibson-garden-studio-ivy/</a>	

SCHÉMA 49	ZF - POPÍNAVÉ ROSTLINY S KONSTRUKCÍ – digitální archiv autora	112
SCHÉMA 50	ZF – PŘÍČNÝ ŘEZ + DETAIL KONSTRUKCE – MFO PARK – snímek obrazovky, přeloženo	113
zdroj:	<i>MFO Park</i> [online]. Burckhardt + Partner, and Raderschallpartner, IN DA Year3 studio [vid. 23.10.2021]. Dostupné z: <a href="http://indayear3studio-1617s2.blogspot.com/2017/01/mfo-park-burckhardt-partner-and.html">http://indayear3studio-1617s2.blogspot.com/2017/01/mfo-park-burckhardt-partner-and.html</a>	
SCHÉMA 51	ZF – ZÁVĚSNÉ ROSTLINY S KONSTRUKCÍ – digitální archiv autora	114
SCHÉMA 52	ZF – AXONOMETRIE, DETAIL KONSTRUKCE PRO ZÁVĚSNÉ ROSTLINY – VILA M	114
SCHÉMA 53	ZF – HYPOTONICKÉ FASÁDNÍ ZAHRADY – digitální archiv autora	115
SCHÉMA 54	ZF – HYPOTONICKÉ FASÁDY – scan dokumentu – produktový katalog firmy LIKO-S	115
SCHÉMA 55	MOŽNOSTI PŘEKRYTÍ POSUVNÝCH PANELŮ – digitální archiv autora	121
SCHÉMA 56	DETAIL SKLÁDACÍCH PANELŮ – ŘEZ + PŮDORYS – snímek obrazovky, přeloženo	122
zdroj:	<i>Drilled and corrugated folding-sliding panels by H&amp;dM</i> [online]. filt3rs.net [vid. 23.10.2021]. Dostupné z: <a href="http://filt3rs.net/case/drilled-and-corrugated-folding-sliding-panels-hdm-587">http://filt3rs.net/case/drilled-and-corrugated-folding-sliding-panels-hdm-587</a>	
SCHÉMA 57	ŘEŠENÍ PODSVĚTLENÍ PANELŮ – ŘEZ FASÁDOU – snímek obrazovky, přeloženo	125
zdroj:	<i>Galleria Department store facade</i> [online]. UNStudio [vid. 8.11.2021]. Dostupné z: <a href="https://www.unstudio.com/en/page/3226/galleria-department-store-facade">https://www.unstudio.com/en/page/3226/galleria-department-store-facade</a>	
SCHÉMA 58	ŘEŠENÍ DETAILU UCHYCENÍ DISKŮ – ŘEZ + POHLED – snímek obrazovky, přeloženo	128
zdroj:	<i>Automated sunshading facade</i> [online]. Godsell Sean, filt3rs [vid. 8.11.2021]. Dostupné z: <a href="http://filt3rs.net/case/automated-sunshading-facade-148">http://filt3rs.net/case/automated-sunshading-facade-148</a>	
SCHÉMA 59	ŘEŠENÍ DETAILU POHYBU MAMBRÁNY – snímek obrazovky, přeloženo	129
zdroj:	<i>ETFE dynamic solar shading in MediaTIC, Barcelona</i> [online]. Ruiz-Geli Enric, filt3rs [vid. 8.11.2021]. Dostupné z: <a href="http://filt3rs.net/case/etfe-dynamic-solar-shading-mediatic-barcelona-553">http://filt3rs.net/case/etfe-dynamic-solar-shading-mediatic-barcelona-553</a>	

## SEZNAM TABULEK A GRAFŮ:

TAB. 1	CELOSVĚTOVÝ TRH S OBÁLKAMI BUDOV V ROCE 2009	13
zdroj:	MORIWAKI Akio. Distribution of global curtain wall markets_2009 [fotografie]. <i>The Curtain Wall Industry: History, Current State, and Challenges of Façade Design</i> [online]. Dostupné z: <a href="https://blogs.3ds.com/perspectives/wp-content/uploads/sites/22/Screen-Shot-2015-01-27-at-10.15.18-AM.png">https://blogs.3ds.com/perspectives/wp-content/uploads/sites/22/Screen-Shot-2015-01-27-at-10.15.18-AM.png</a>	
TAB. 2	GRAF VYUŽITÍ CELKOVÉ PRODUKCE OCELI V JEDNOTLIVÝCH ODVĚTVÍCH	77
zdroj:	<i>Sustainable steel</i> [online]. Worldsteel [vid. 2.9.2020]. Dostupné z: <a href="http://www.worldsteel.org/steel-by-topic/sustainable-steel.html">http://www.worldsteel.org/steel-by-topic/sustainable-steel.html</a>	
TAB. 3	GRAF PRŮMĚRNÝCH TEPLIT V ČR LET 19611 - 2019	108
+ TAB. 4	GRAF VÝVOJE TEPLITY V ČR LET 19611 - 2019	109
zdroj:	<i>Data meteorologů: Česko se za posledních šedesát let ohřálo o dva stupně Celsia, v zimě a létě téměř o tři</i> [online]. iRozhlas, Boček Jan, Kabrhelová Lenka, Kočí Petr [vid. 6.3.2020]. Dostupné z: <a href="https://www.irozhlas.cz/veda-technologie/priroda/klima-data-fakta-o-klimatu_2002060600_jab">https://www.irozhlas.cz/veda-technologie/priroda/klima-data-fakta-o-klimatu_2002060600_jab</a>	

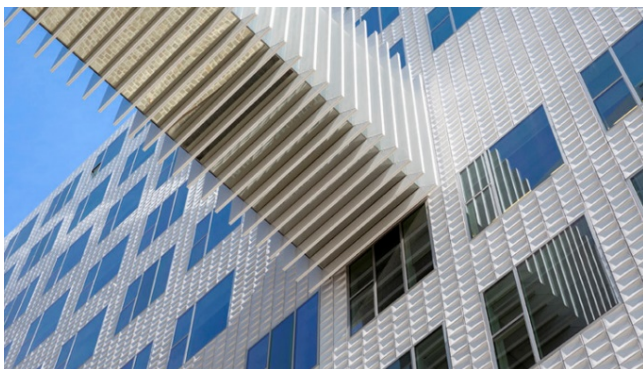
## 12. PŘÍLOHY

### 12.1. FOTOGRAFIE AUTORA NEZAŘAZENÝCH PROJEKTŮ

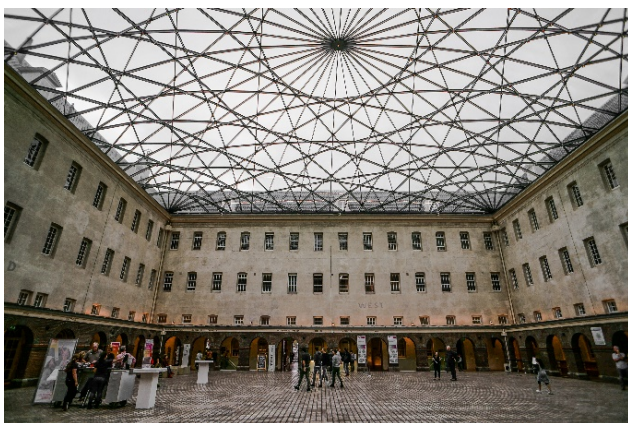
- RMIT Rodinný dům Košinova, Brno, Mimosa Architekti, 2018



- Paleis van Justitie, Amsterdam, Claus en Kaan Architecten, 2016



- National Maritime Museum, Amsterdam, Dok Architecten, 2016



- Paleis van Justitie, Amsterdam, Claus en Kaan Architecten, 2016



- Enzo Ferrari Museum, Modena, Future Systems + Shiro Studio, 2018



- M.H. de Young Museum, San Francisco, Herzog & de Meuron, 2005

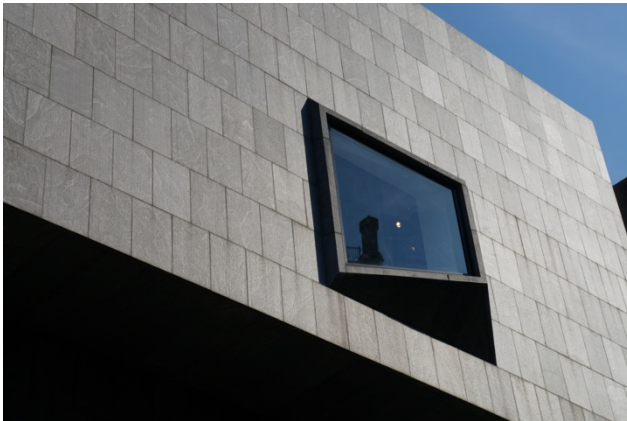




- Statoil Regional and International Offices, Oslo - NORWAY, a-lab, 2012



- Whitney Museum of American Art, New York - USA, Met Breuer, 1966



- IT-Fornebu Portal building, Høvik - NORWAY, A-Lab, 2009

