

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
FAKULTA STAVEBNÍ  
Katedra technologie staveb**



**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Technologická optimalizace návrhu fasády ve zvolených  
podmínkách**

**Pavel Charvát**

**2019**

**Vedoucí diplomové práce:**

**Ing. Tomáš Váchal, Arquitecto Técnico**

**Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem předkládanou diplomovou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze dne .....

Pavel Charvát .....

## **Poděkování**

Rád bych zde velmi poděkoval vedoucímu své diplomové práce panu Ing. Tomášovi Váchalovi, Arquitecto Técnico za jeho cenné rady a vedení při vypracování této práce. Dále bych chtěl poděkovat své nejbližší rodině, která mi umožnila studovat a dostat se až k psaní této práce. Závěrem bych chtěl ještě velmi poděkovat své přítelkyni, díky které jsem se cítil v klidu a v pohodě a to mi umožnilo plně se soustředit na psaní této práce.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Charvát	Jméno: Pavel	Osobní číslo: 409736
Zadávací katedra: K122 - Katedra technologie staveb		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb		

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Technologická optimalizace návrhu fasádního systému ve vybraných podmínkách	
Název diplomové práce anglicky: Technological design optimization of facade system at selected conditions	
Pokyny pro vypracování: Rešeršní část: Rozbor zvolených typů fasádních systémů / fasád a popis technologie výstavby včetně výhod a nevýhod Teoretický rozbor použitého způsobu multikriteriálního zhodnocení Praktická část: Multikriteriální zhodnocení zvolených typů fasádních systémů / fasád s vhodně zvolenými parametry porovnání několika různých scénářích	
Seznam doporučené literatury: DLESEK, Vladislav a Bohuslav STUHLÝ. Lehké obvodové pláště budov: určeno posl. stavebního směru vys. škol techn. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1974. Řada stavební literatury GABRIEL, Ingo. Dřevěné fasády: materiály, návrhy, realizace. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3819-2 JELÍNEK, František. Konstrukce obvodového pláště budov z plochého skla. Praha: SNTL, 1982 WATTS, Andrew. Moderní fasády. Bratislava: JAGA, 2008. ISBN 978-80-8076-065-6	
Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Tomáš Váchal, Arquitecto Técnico	
Datum zadání diplomové práce: 18.2.2019	Termín odevzdání diplomové práce: 19.5.2019 <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

# **Technologická optimalizace návrhu fasádního systému ve vybraných podmínkách**

Autor se v této diplomové práci zabývá rozbořem zvolených typů fasádních systému. Následně zpracovává multikriteriální analýzu zvolených typů fasád, u kterých používá pro porovnání zvolená kritéria. Autor se v této diplomové práci dozvěděl ideální varianty pro zvolené objekty, u kterých měl různé požadavky a díky vícekriteriální analýze dosáhl nejlepšího řešení při použití zvolených kritérií. Dalším zjištěním pro autora jsou nové informace o fasádách a o požadavcích na ně a o multikriteriální analýze, která je vhodná pro rozhodování v podobných případech.

## **Klíčová slova**

Fasáda, fasádní systémy, typologie fasád, vícekriteriální analýza, Saatyho metoda

# **Technological design optimization of facade at selected conditions**

In this masters thesis, the author deals with the analysis of selected types of facade systems. Subsequently, he processes multicriterial analysis of selected facade types, where he uses selected criteria for comparison. In this masters thesis, the author found the ideal option for the selected objects for which he had different requirements and thanks to the multi-criteria analysis achieved the best solution using the selected criteria. Another finding for the author are new information about facades about their requirements and also about multi-criteria analysis, which is suitable for decision-making in similar cases.

## **Keywords**

Facade, facade system, facades typology, multi-criteria analysis, Saaty's method

# Obsah

Úvod.....	9
1. Fasádní systémy.....	10
1.1. Historie fasád .....	10
1.2. Technické požadavky a funkce fasádních systémů.....	12
2. Typologie fasád.....	21
2.1. Kontaktní fasády .....	22
2.1.1. Jádrová omítka.....	22
2.1.2. Štuková vápenocementová omítka .....	22
2.1.3. Tenkovrstvé omítky .....	22
2.1.4. Tepelněizolační omítky.....	29
2.1.5. Sanační omítka.....	30
2.1.6. Hydrofobizované omítky .....	32
2.2. Provětrávané fasády .....	34
2.2.1. Sklovláknobetonové fasády .....	35
2.2.2. Kovové fasády .....	36
2.2.3. Plastové fasády .....	38
2.2.4. Dřevěné fasády .....	39
2.3. Modulové fasády – lehký obvodový plášť.....	41
2.4. Rastrové fasády .....	43
2.5. Sendvičové fasády.....	45
3. Vícekriteriální analýza.....	49
4. Vícekriteriální analýza návrhu fasády .....	52
4.1. Specifikace jednotlivých kritérií .....	52
4.1.1. Cena .....	52
4.1.2. Odolnost vůči mechanickému poškození .....	52
4.1.3. Možnost výměny nebo částečné opravy .....	52

4.1.4.	Životnost .....	53
4.1.5.	Odolnost vůči přírodním vlivům a její údržba.....	53
4.1.6.	Požární odolnost .....	53
4.1.7.	Proveditelnost detailů .....	53
4.1.8.	Estetické hledisko .....	53
4.2.	Specifikace jednotlivých variant .....	54
4.2.1.	KVK jednovrstvá štuková omítka strojní ruční 0330 KU .....	54
4.2.2.	Silikátová tenkovrstvá omítka weber.pas silikát.....	54
4.2.3.	Silikonová tenkovrstvá omítka weber.pas silikon .....	55
4.2.4.	Silikon-silikátová tenkovrstvá omítka PCI Multiputz ZX.....	56
4.2.5.	Akrylátová tenkovrstvá omítka weber.pas akrylat .....	57
4.2.6.	Provětrávaná fasáda z sklovláknobetonových desek .....	58
4.2.7.	Stěnový izolační panel KS1000 AWP .....	59
4.2.8.	Modulová fasáda Sipral se sklobetonovými deskami.....	59
4.2.9	Tabulka výsledných ohodnocení pro jednotlivé varianty a kritéria.....	60
4.3.	Optimální návrh varianty pro jednotlivá řešení .....	61
4.3.1.	Rodinný dům.....	61
4.3.2.	Výrobní hala .....	66
4.3.3.	Administrativní budova.....	71
4.3.4.	Vila.....	76
4.3.5.	Bytový dům.....	81
	Závěr .....	86
	Seznam zdrojů.....	88
	Seznam obrázků, tabulek, příloh.....	93



# Úvod

V této diplomové práci se budu věnovat technologické optimalizaci návrhu fasádního systému ve vybraných podmínkách. V rešeršní části se nejdříve krátce budu zabývat historií fasád. Dále se zaměřím na technické požadavky a funkce fasád. V neposlední řadě vypracuji jejich typologii, ve které si zvolím několik variant a následně je popíši. U těchto zvolených typů budu popisovat obecné informace, jejich výhody, nevýhody a u některých i stručný popis montáže případně jejich další vlastnosti, jako jsou například životnost a způsob jejich údržby. Posledním bodem, kterému se budu v rešeršní části věnovat je vícekriteriální analýza společně se zvolenou metodou kvantitativního párového srovnání kritérií.

Cílem praktické části této diplomové práce je zpracování zvolených typů fasád a vícekriteriální analýzy společně se zmiňovanou metodou kvantitativního párového srovnání kritérií. Pomocí těchto zpracovaných informací následně vyhodnotit nejlepší varianty na základě zvolených kritérií pro jednotlivé typy objektů.

V praktické části diplomové práce s ohledem k jejím cílům budu vypracovávat vícekriteriální analýzu dle zvolených kritérií. Budu řešit nejlepší variantu pro pět vybraných objektů, u každého objektu budu rozhodovat na základě osmi kritérií, jako jsou například: životnost, cena, estetické hledisko, odolnost vůči přírodním vlivům a možnost údržby. Každý objekt bude mít rozdílné požadavky a tedy i rozdílné váhy jednotlivých kritérií. Jedná se o rodinný dům, výrobní halu, administrativní budovu, vilu a bytový dům.

# 1. Fasádní systémy

## 1.1. Historie fasád

V historii úpravě fasád byla vždy věnována velká pozornost a péče. Jak by se dalo předpokládat, z počátku byla věnována pozornost fasádám hlavně u staveb pro majetnější, později i u běžných obytných domů. Od období renesance se téměř každé průčelí budovy řešilo jako architektonický prvek a tento přístup se zachoval prakticky až do současnosti.<sup>1</sup>

Mezi klasické historické úpravy fasád řadíme:

### a) Nátěry

V minulosti byl vápenný nátěr nejoblíbenější nátěrovou hmotou ve městech i na venkově. Dnes už se však zřídka využívá pouze pro mimoměstské prostředí, protože současné městské ovzduší spolu s vlhkostí vytváří kyselinu sírovou, která mění vápno na síran vápenatý (sádro). Výsledkem toho procesu je že vápenný nátěr více spráskuje a je snadno z fasády omýván.<sup>2</sup>

### b) Jednoduché omítky

- Jílová (hliněná) omítka - hlína, jako stavební materiál se u nás využívala již od pravěku. Později byla využívána především v lidovém stavitelství.<sup>3</sup> Naházela se především na zděných budovách a v menší míře i na roubených staveních, kde zdůrazňovala okenní a dveřní otvory.
- Zatíraná omítka - využívala se ne ni běžná malta ke zdění a uplatňovala se u staveb z lomového kamene.

---

<sup>1</sup>[http://www.dumazahrada.cz/zahrada/1999/9/23/historie-a-soucasnost-fasad-v-cechach-i-v-zahranici/?fbclid=IwAR1phaBVL8DTaN13sVB4tgX2D7ZMU107ri4m2mn\\_NaoZjzaQZO1lzlO\\_bks](http://www.dumazahrada.cz/zahrada/1999/9/23/historie-a-soucasnost-fasad-v-cechach-i-v-zahranici/?fbclid=IwAR1phaBVL8DTaN13sVB4tgX2D7ZMU107ri4m2mn_NaoZjzaQZO1lzlO_bks)

<sup>2</sup> BARTÁK, Kamil. *Fasády a jejich rekonstrukce*. Praha: Grada, 1996. Profi & hobby. ISBN 80-7169-358-8. str. 29

<sup>3</sup> LANK, Jiří a Pavel HLAVÁČEK. *Rekonstrukce fasád*. Brno: ERA, 2006. Stavíme. ISBN 80-7366-072-5. str. 23

- Vápenná zarovnávk - do historie patří i vápenná zarovnávk, protože ji zpevňovalo hliněné zdivo tak, že se na něj v tenké vrstvě natahovala omítka z vápna.<sup>4</sup>

### c) Štuk v minulosti

*„Na historických stavbách je slovem štuk označována hmota složená ze sádry, hašeného vápna, jemného písku, najemno drcených cihel či mramoru a vody. Jedná se tedy o speciální, velmi jemnou a přilnavou maltovou směs, která umožňuje vytvářet pomocí modelačních nástrojů nejrůznější plastické ornamenty. Vedle modelování z volné ruky je časté také formování, tzv. „vytahování“ štukových říms a profilů pomocí kovové šablony, která se pohybuje po přiložených vodících lištách. Tato technika byla oblíbena především v baroku, používala se však už v antickém Římě. Objevila se znovu v renesanci a byla používána ještě na počátku dvacátého století v secesní architektuře. Od poloviny devatenáctého století však byly štukové ornamenty v drtivé většině tvořeny odléváním do forem, což nakonec vedlo k naprosté devalvaci této techniky a jejímu postupnému opuštění ve prospěch architektury zcela bez štukového ornamentu v purismu, konstruktivismu a funkcionalismu.“<sup>5</sup>*

---

<sup>4</sup> BARTÁK, Kamil. *Fasády a jejich rekonstrukce*. Praha: Grada, 1996. Profi & hobby. ISBN 80-7169-358-8. str.32 - 33

<sup>5</sup> <http://www.skarbuska.cz/odborne-nazvoslovi?fbclid=IwAR2YAsYaTc2YsySICmMH9A4UEkJLOJNPgbX5Kv9GjPFu4volOSg3jLqyb90>

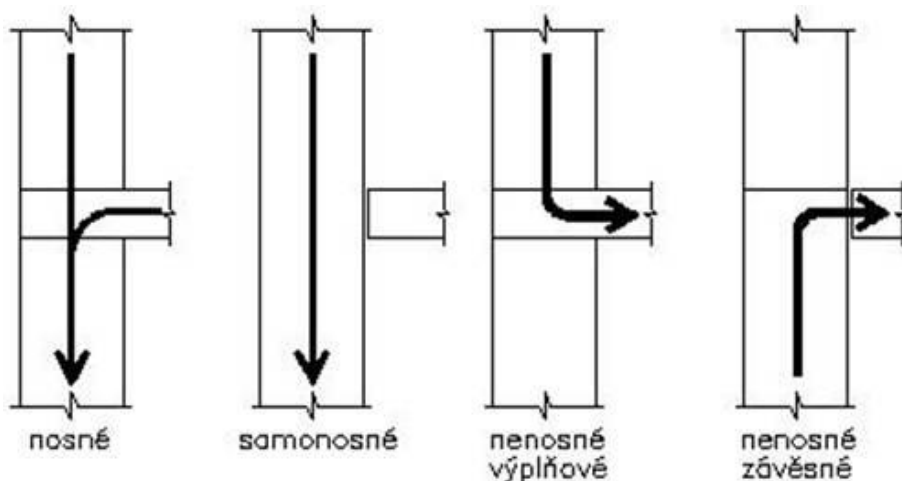
## 1.2. Technické požadavky a funkce fasádních systémů

### a) Konstrukční požadavky

„Prvním ze základních požadavků, které jsou kladeny na výroby a konstrukce staveb je mechanická odolnost a stabilita.“

U svislého obvodového pláště je důležité, aby byl vždy schopen bezpečně přenášet zatížení vyvolané vlastní tíhou použitého materiálu, aniž by došlo ke vzniku poruch a deformací. Musí vykazovat dostatečnou tuhost a stabilitu, která musí odolat účinkům stálých, nahodilých i předpokládaných mimořádných zatížení. Dalším důležitým požadavkem je, aby konstrukce odolala i účinkům deformačních zatížení, tj. zatížení způsobených změnami teplot, které jsou vyvolané různou teplotní roztažností látek.

Ze statického hlediska je možné svislé obvodové pláště rozdělit, podle toho, zdali jsou přitěžovány jinými konstrukcemi, na:



Obrázek č. 1 - Přenos zatížení obvodových plášťů<sup>6</sup>

- nosné – které tvoří součást nosného konstrukčního systému budovy a jsou zatěžovány kromě vlastní tíhy a klimatických vlivů, také konstrukcemi střech a stropů, přičemž zajišťují bezpečné přenesení těchto zatížení prostřednictvím základů do základové půdy
- samonosné – které jsou zatěžovány pouze vlastní tíhou a zatíženími vyvolanými klimatickými vlivy, nejsou tedy již přitěžovány jinými konstrukcemi a své zatížení bezpečně přenášejí prostřednictvím základů do základové půdy stejně jako svislé obvodové pláště nosné

<sup>6</sup> <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps3/1.html>

- nenosné výplňové – tvoří jen výplň mezi vodorovnými a svislými nosnými konstrukcemi a je důležité, aby bezpečně přenesly vlastní tíhu a zatížení vyvolané klimatickými vlivy do vodorovných resp. svislých nosných konstrukcí
- nenosné závěsné – které jsou předsazeny před nosné konstrukce, na kterých jsou zavěšeny a nejsou tedy již přitěžovány jinými konstrukcemi.<sup>7</sup>

#### b) Průvzdušnost, vzduchotěsnost

Průvzdušnost je vlastně opakem vzduchotěsnosti, jelikož jak v názvech slyšíme průvzdušnost je schopnost konstrukce propouštět vzduch a u vzduchotěsnosti je to právě naopak. To znamená, že čím vyšší je průvzdušnost, tím nižší je vzduchotěsnost.

Jako vzduchotěsnost budov je ve většině případů vnímán problém ohledně okenních spár, ale v dnešní době už nehovoříme pouze o vzduchotěsnosti jednotlivých stavebních prvků a konstrukčních spojů. V současnosti se snažíme o to, aby byla zajištěna vzduchotěsnost celé obálky budovy. Bavíme se zde především o tom, aby bylo dosaženo, co nejlepších energetických vlastností budovy a kvality vnitřního prostředí.

Pro zjištění vzduchotěsnosti budovy se nejčastěji používá tzv. „Blower door test“, u kterého se jedná o to, abychom uměle snížili tlak vzduchu v interiéru, a díky dosažení rozdílných tlaků jsme následně schopni odhalit místa netěsností v obálce budovy nebo například místnosti.<sup>8</sup>

#### c) Hydrodynamické požadavky

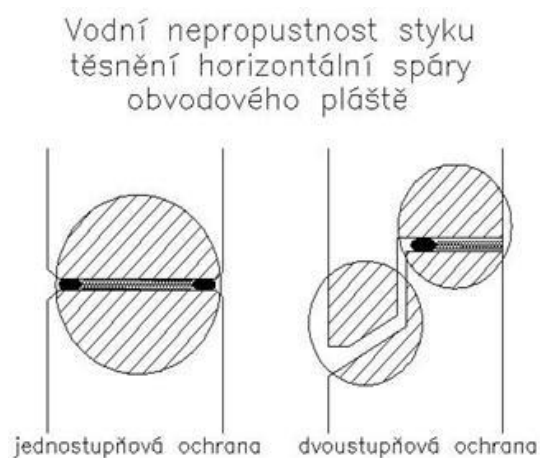
*„Obvodové konstrukce budov jsou z hlediska působení klimatu kromě zatížení větrem vystaveny dešti, případně kombinací větru a deště. Při působení deště může dojít k proniknutí dešťové vody do interiéru budov. Tento jev je ovšem nežádoucí a úkolem správného návrhu a provedení je zamezit pronikání dešťové vody prostřednictvím:*

- *styků mezi jednotlivými prvky obvodového pláště,*
- *styků obvodového pláště a výplně otvorů v něm,*
- *povrchu (z hlediska nasákavosti materiálu obvodového pláště).“*

<sup>7</sup> <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps3/1.html>

<sup>8</sup> [https://www.casopisstavebnictvi.cz/mereni-vzduchotesnosti-budov-v-ramci-programu-zelena-usporam\\_N2596](https://www.casopisstavebnictvi.cz/mereni-vzduchotesnosti-budov-v-ramci-programu-zelena-usporam_N2596)

Řešení styků mezi jednotlivými prvky obvodového pláště dělíme na dva způsoby – jednoduché styky s jednostupňovým těsněním nebo s dvoustupňovým těsněním se dvěma vzájemně oddělenými těsněními. (viz obr. č. 2)



Obrázek č. 2 - Ochrana spár proti pronikání vody<sup>9</sup>

Při řešení styků obvodové pláště je důležité nezapomenout, že musí být chráněny i funkční spáry jednotlivých výplní otvorů (oken, dveří). Hlavním požadavkem na funkční spáry je, že skrze ně nesmí proniknout srážková voda do interiéru, musí být upraveny, tak že v případě vniknutí vody do funkční spáry okna, musí být voda odvedena zpět do exteriéru.<sup>10</sup>

#### d) Životnost

Současná situace, kdy každý nově certifikovaný zateplovací systém je u nás zkoušen a vyráběn v souladu s ETAG 004, spolu s již poměrně kvalitním vedením tuzemských staveb, umožňuje i u zateplovacích fasád předpokládat při pravidelné každoroční kontrole a při zhruba 15–20 letém intervalu obnovovacích nátěrů stejně dlouhou funkčnost a životnost zateplovacích systémů jako v okolních zemích, tj. nejméně 30, ale nejspíše až 50 let.<sup>11</sup>

#### e) Tepelně izolační vlastnosti

*„Od listopadu 2002 nahradil „součinitel prostupu tepla“, jenž má značku U (dříve k), předtím užívanou veličinu „tepelný odpor konstrukce R“. Součinitel prostupu tepla v sobě na rozdíl od tepelného odporu zahrnuje i vliv přestupu tepla na vnitřní a*

<sup>9</sup> <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps3/1.html>

<sup>10</sup> <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps3/1.html>

<sup>11</sup> [https://www.imaterialy.cz/rubriky/poruchy/zivotnost-vnejsich-tepelneizolacnich-kontaktnich-systemu\\_44460.html](https://www.imaterialy.cz/rubriky/poruchy/zivotnost-vnejsich-tepelneizolacnich-kontaktnich-systemu_44460.html)

vnější straně konstrukce  $R_{si}$  a  $R_{se}$ , není tedy jen vlastností konstrukce. Vystihuje však lépe skutečnost, že teplo se šíří z ustáleného prostředí na jedné straně konstrukce do prostředí na druhé straně konstrukce při dvojrozměrném a trojrozměrném šíření tepla (a této skutečnosti odpovídají i výpočty teplotní polí). Součinitel prostupu tepla je definován pro konstantní teploty vzduchu v nenarušených přilehlých prostředích. Mezi prostředími konstrukcí při tom dochází k přestupu tepla, který se nyní vyjadřuje odporem při přestupu tepla na vnitřní a vnější straně konstrukce  $R_{si}$  a  $R_{se}$  (dříve se používaly jejich převrácené hodnoty, tzv. součinitele přestupu tepla na vnitřní a vnější straně  $a_i$  a  $a_e$ , nově značené  $h_i$  a  $h_e$ ), které se pro většinu normových výpočtů podél celé konstrukce předpokládají konstantní (avšak ve skutečnosti se mění, např. s povrchovou teplotou, emisivitou povrchu, prouděním u konstrukce).“

Tepelný odpor konstrukce  $R$  je definován vztahy k součiniteli prostupu tepla, který se značí písmenem  $U$ :

$$R = \frac{1}{U} - (R_{si} + R_{se})$$

$$U = \frac{1}{R + (R_{si} + R_{se})}$$

Požadavek na součinitel prostupu tepla je významný pro zajištění jednoho ze základních požadavků na budovy, který se týká úspor energie a tepelné ochrany budov. Vede k vyváženosti tepelných toků obálkou budovy a díky tomu k zajištění podmínek tepelné pohody a k odstranění tepelně náročných anomálií v konstrukcích tvořících obálku budovy.<sup>12</sup>

#### f) Mechanická odolnost

Mechanická odolnost se jinými slovy nazývá opotřebení, tedy ztráta materiálu z povrchu, přenos materiálu z jednoho povrchu na druhý nebo pohyb materiálu v rámci jedné plochy. Poškození pevného povrchu většinou souvisí s progresivní ztrátou materiálu, která je zapříčena relativním pohybem mezi tímto povrchem a kontaktní látkou nebo látkami. Podle typu vzájemného kontaktu a pohybu těles se opotřebení realizuje různým mechanismem.

---

<sup>12</sup> Tepelná ochrana budov: komentář k ČSN 73 0540. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2008. ISBN 978-80-87093-30-6. str. 56

*„Opatření není materiálová vlastnost, nicméně je to odezva systému. Odolnost povrchů proti opotřebení je však důležitým parametrem přímo ovlivňující životnost komponent. Míra opotřebení materiálu závisí na kontaktních podmínkách, takových jako je materiál protikusu, tlak v místě kontaktu, kluzné rychlosti, tvaru kontaktu, tuhost odpružení, prostředí a mazivu.“<sup>13</sup>*

g) Požární bezpečnost

*„Obecně při řešení konstrukcí z hlediska požární bezpečnosti staveb se navrhuje opatření, jejichž cílem je:*

- *zaručit po určitou dobu únosnost a stabilitu nosných a celistvost a izolaci požárně dělících konstrukcí.*
- *Zajistit bezpečný únik osob, popř. evakuaci zvířat a majetku. Tomuto požadavku je nutno přizpůsobit únikové komunikace uvnitř budovy.*
- *Zamezit šíření požáru uvnitř objektu pomocí dělení objektu na menší celky – tzv. požární úseky.*
- *Zabránit přenesení požáru z hořícího objektu na sousední přilehlý nebo protilehlý objekt zajištěním dostatečných odstupů.*
- *Umožnit účinný protipožární zásah všech zasahujícím hasičským jednotkám prostřednictvím zajištění požární vody nebo budováním přístupových komunikací, nástupních ploch apod.“*

Požární bezpečnost staveb můžeme rozdělit do dvou skupin, z čehož v jedné skupině se zabýváme pasivní a v druhé aktivní požární ochranou budovy.

- Pasivní požární ochrana představuje správné navržení konstrukcí.
- Aktivní požární ochrana je tvořena konkrétními bezpečnostními zařízeními např. EPS = elektrická požární signalizace, zařízení pro odvod kouře a tepla nebo samočinné hasicí zařízení.

---

<sup>13</sup><https://ttp.zcu.cz/cz/laboratore/tribologie/charakteristiky/odolnost-proti-opotrebeni>



## Třídění stavebních výrobků

V současnosti se veškeré stavební výrobky podle platných norem ČSN, EN a ISO klasifikují podle toho, jak reagují na oheň třídami reakcí na oheň. Do konce roku 2003 byly stavební výrobky a hmoty tříděny podle stupňů hořlavosti, a protože se doposud můžeme s tímto tříděním setkat, je vhodné se o těchto stupních hořlavosti zmínit.

„Stavební výrobky byly děleny na:

- *A*     *nehořlavé (např. beton, keramické výrobky a kovy)*
- *B*     *nesnadno hořlavé (např. desky a rohože z minerálních a skleněných vláken)*
- *C*     *hořlavé*
  - *C1 těžce hořlavé (např. retardovaný polystyren, tvrdé dřevo, tvrzený papír)*
  - *C2 středně hořlavé (např. měkké dřevo)*
  - *C3 lehce hořlavé (např. PVC, polyethylen, korek)“*

Jelikož se od 31. 12. 2007 výrobky hodnotí podle třídy reakce na oheň, bylo nutné vytvořit tabulku pro převod ze stupňů hořlavosti na třídu reakce na oheň, jak udává níže uvedená tabulka č. 1.

Stupeň hořlavosti	Třída reakce na oheň
A	A1, A2
B	B
C1	C
C2	D
C3	E, F

Tabulka č. 1 - Převod třídění stavebních výrobků a hmot ze stupňů hořlavosti na třídu reakce na oheň<sup>14</sup>

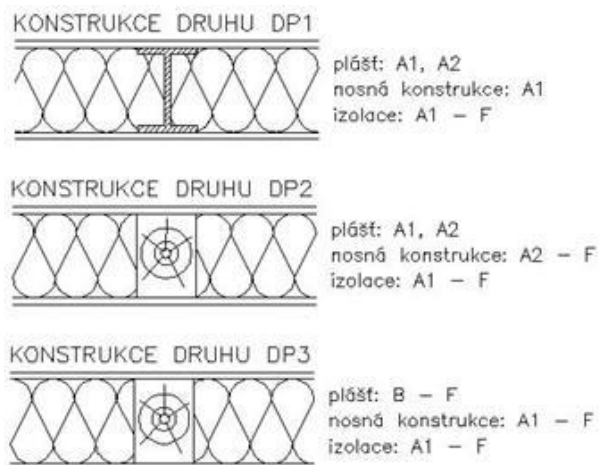
„Třídy reakce na oheň A1 až F mohou být doplněny indexy s1, s2 nebo s3 (které charakterizují množství kouře při hoření) a indexy d0, d1 nebo d2 (které charakterizují odkapávání hořících částí).“

## Třídění konstrukčních částí

Konstrukce budov nemusejí a zpravidla nebývají tvořeny jedním materiálem a tak je nelze hodnotit pouze třídou reakce na oheň. Vícevrstvé výrobky tzv. sendvičové konstrukce, které bývají tvořeny více než jedním materiálem se zcela rozlišnými vlastnostmi reakcí na oheň. Proto tyto konstrukce dělíme do tří podkategorií DP1, DP2 a

<sup>14</sup> <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps3/1.html>

DP3. Při určování podkategorie konstrukce je přihlíženo k tomu, zda konstrukce při požáru přispívá k intenzitě požáru a zda její nosná část je či není z hořlavých materiálů.



Obrázek č. 3 - Příklady konstrukcí druhů DP1 až DP3<sup>15</sup>

#### „Požadavky na stavební konstrukce

*Pokud budova obsahuje více požárních úseků, je nutné klasifikovat stupeň požární bezpečnosti pro každý úsek samostatně. Stupeň požární bezpečnosti pak vyjadřuje schopnost konstrukcí čelit požáru jako jeden celek. Po zařazení budovy anebo jednotlivých požárních úseků do stupně požární bezpečnosti se na jednotlivé konstrukce kladou požadavky vyjádřeny třídou požární odolnosti.*

*Třída požární odolnosti vyjadřuje minimální požadovanou dobu požární odolnosti uvedenou v minutách, kdy je konstrukce schopna odolávat teplotám vznikajícím při požáru, aniž by ztratila svou funkci. “*

Stavební konstrukce		Stupeň požární bezpečnosti požárního úseku						
		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
		Požární odolnost stavební konstrukce a nejvyšší dovolený stupeň hořlavosti použitých hmot						
Obvodové stěny zajišťující stabilitu objektu	v podzemních podlažích	30 DP1	45 DP1	60 DP1	90 DP1	120 DP1	180 DP1	180 DP1
	v nadzemních podlažích	15+	30+	45+	60+	90+	120 DP1	180 DP1
	v posledním nadzemním podlaží	15+	15+	30+	30+	45+	60 DP1	90 DP1
Obvodové stěny nezajišťující stabilitu objektu		15+	15+	30+	30+	45+	60 DP1	90 DP1

Tabulka č. 2 - Část tabulky z ČSN 73 0802, požární odolnost stavebních konstrukcí a jejich druh. Pozn.: označení konstrukcí křížkem (+) znamená, že konstrukce musí být druhu DP1, pokud jde o požárně dělicí konstrukce chráněných únikových cest.<sup>16</sup>

<sup>15</sup> <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps3/1.html>

<sup>16</sup> <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps3/1.html>

#### h) Akustické požadavky

Zvuk můžeme charakterizovat jako mechanické vlnění části prostředí vyvolávající zvukový vjem pro lidské ucho o frekvencích 16 Hz až 20 000 Hz, tak ochrana proti zvuku (hluku) spočívá v zamezení šíření tohoto vlnění. Konstrukce, které mají potlačit přenos zvukových vln, můžeme rozdělit do dvou skupin:

- konstrukce pohlcující potlačují odraz zvukových vln;
- konstrukce zvukově izolační potlačují přenos zvukových vln konstrukcí.

Důležitým předpokladem ochrany proti hluku je zabezpečení normativních požadavků na neprůzvučnost konstrukcí, to můžeme prokázat pomocí zkoušky, která se skládá z měření, určení hodnoty jednočíselné veličiny a jeho porovnání s požadavkem. Pokud řešíme celou konstrukci, je nutné brát v úvahu i napojení materiálu na ostatní konstrukce, aby nedocházelo k šíření zvuku okolo zkoumaného prvku.

*„Charakteristiky zvukově izolačních konstrukcí vyjadřuje vzduchová a kročejová neprůzvučnost. Zatímco vzduchová neprůzvučnost se stanovuje pro svislé i vodorovné konstrukce, neprůzvučnost kročejová se stanovuje jen pro konstrukce vodorovné, neboť studuje šíření zvuku vyvolaného mechanickým rozkmitáním konstrukce.“<sup>17</sup>*

#### i) Možnost údržby

##### **Obnovení vzhledu fasády**

*„Povrchová vrstva fasády časem degraduje a nezajišťuje již plnou ochrannou funkci fasády. Zásadní vliv na to mají klimatické podmínky a UV záření, díky kterým dochází k neustálému „vymývání a vysušování“ povrchu fasády.“*

Opatřebení se týká také barevného odstínu. Právě vyblednutí barev je prvním ukazatelem potřeby obnovovacího nátěru. Největší vliv na vyblednutí barev má typ použitého pigmentu a také sytost vybraného odstínu. Nejvhodnější a nejstabilnější pro povrchovou vrstvu jsou anorganické pigmenty, které používali již naši předkové.

UV záření neškodí pouze vzhledu fasád s omítkou, jako finální vrstvou, ale jeho škodlivý vliv se projevuje na všech typech povrchu (kovy, plasty, dřevo).

Dnes moderní tmavé odstíny jsou vhodné zejména pro takové investory, kteří počítají, že v horizontu 10 ti až 15 let budou chtít opět přetírat fasádu například z propagačních důvodů či prostého odlišení, protože u těchto odstínů dochází k opotřebení

---

<sup>17</sup> <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps3/1.html>

a vyblednutí odstínů barev. Jako obnovovací nátěr je vhodné používat fasádní barvy s prodlouženou odolností proti biotickému napadení (řasy a plísně) a také dlouhou životností. Důležité je před provedením obnovovacího nátěru je nutné odstranit případné organické znečištění.

### **Odstranění poškození a vzniklých poruch**

Při poškození povrchu fasády, například praskliny v omítce, porušená přídržnost omítky či nátěru, je nutné vzniklé poškození co nejdříve opravit, protože působením klimatických vlivů dochází k dalšímu rozšiřování závad.

Pokud se jedná pouze o lokální poškození, je možné provést jen opravu daného místa, ale v rámci sjednocení vzhledu fasádu je většinou nutné přetření celého štítu domu.<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> <https://www.dumplnyuspor.cz/bd/starost-pece-o-fasadu-domu-je-nutnosti/>

## 2. Typologie fasád

*„Základní funkce obvodových plášťů*

*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 veliká, 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.“*

### **Druhy obvodový plášťů dle skladby**

Podle skladby konstrukce ve vztahu k uvedeným funkcím můžeme rozdělit obvodové pláště na ty, které:

- jsou provedeny z jednoho materiálu a nazýváme je kontaktními plášti (někdy také jednovrstvými)
- jsou tvořeny z více jednotlivých vrstev a nazýváme je sendvičovými plášti (někdy také vícevrstevnými)
- jsou rozděleny na venkovní ochrannou část a vnitřní izolační, nazýváme je provětrávanými plášti (obvodovými plášti s větranou vzduchovou mezerou)
- mají před kompletním obvodovým pláštěm umístěnu průsvitnou plochu, nazýváme je dvojitými plášti. Uvedený prostor může sloužit k vnitřní údržbě a k úpravě venkovního prostředí (někdy se označuje tento plášť jako dvojitá transparentní fasáda).<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup> <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps3/2.html>

## 2.1. Kontaktní fasády

Jedná se o typ fasád, u kterých je jejich nosná vrstva totožná se stěnou konstrukce objektu. Mezi hlavní požadavky na kontaktní fasády patří, to aby jejich nosná konstrukce a zbytek její skladby včetně finální povrchové úpravy byla difuzní. Díky tomuto docílíme, aby kondenzační oblast vlhkosti byla přesunuta z interiéru mimo konstrukci do exteriéru.<sup>20</sup>

### 2.1.1. Jádrová omítka

Jedná se podklad, který se používá jako vyrovnávací vrstva mezi podkladem tvořeným zateplením nebo například zděnou stěnou a vrchní vrstvou, která může být tvořena štukovou nebo šlechtěnou fasádní omítkou (silikátová, silikonová, apod.). Tato vrstva může mít v některých případech i funkci tepelněizolační nebo jinou speciální funkci, jako je odvádění vlhkosti ze zdiva nebo jímání výkvětovných solí.

Jádrová omítka se skládá z minerálního plniva, cementu, vápenného hydrátu, vody a je možné do ní přidávat přísady, které zlepšují zpracovatelské a užitní vlastnosti.<sup>21</sup>

### 2.1.2. Štuková vápenocementová omítka

Patří mezi vápenocementové omítky a v současnosti se většinou připravuje z již předem připravených suchých maltových směsí. Tato omítka se většinou provádí ze dvou až tří vrstev. Jádro této omítky mívá v průměru okolo 14 mm a její štuková lící vrstva následně 3-5 mm. Při nerovném podkladu se provádí podhoz pro vyrovnání podkladu. Pokud má fasáda profilované články fasády jako jsou římsy nebo jiné plochy vyčnívající z fasády, vytahují se tyto plochy nahrubo již v jádrové vrstvě. Ideálně pomocí šablon se nejemno dokončují ve vrstvě štukové. Jako konečná úprava se u štukových omítek většinou používají barevné vápenné nátěry.<sup>22</sup>

### 2.1.3. Tenkovrstvé omítky

Jedná se o omítky na makromolekulární bázi, u kterých je výhodou, že nepodléhají vlivům oxidu siřičitého a uhličitého. Při realizaci se nanášejí ve vrstvách 1-5 mm. Podle

---

<sup>20</sup> LANK, Jiří a Pavel HLAVÁČEK. Rekonstrukce fasád. Brno: ERA, 2006. Stavíme. ISBN 80-7366-072-5. str. 2

<sup>21</sup> <https://www.cemix.cz/produkty/jadrova-omitka-rucni-hruba#soubory>

<sup>22</sup> BARTÁK, Kamil. Fasády a jejich rekonstrukce. Praha: Grada, 1996. Profi & hobby. ISBN 80-7169-358-8. str. 36-37

použitého pojiva se omítky rozdělují na disperzní (na bázi PVAc , kopolymerů, akrylátu atd.), na směsné (polymercementové,...) a rozpouštědlové (jedná se o roztoky polymerních pojiv).

Jako vhodný podklad pro tenkovrstvé omítky jsou vyzrálé, soudržné vápenocementové, cementové a polymercementové omítky a tmely, pórobeton a pěnobeton. Tenkovrstvé omítky je možné použít i pro vhodně upravené povrchy pěnového polystyrénu, polyuretanu, lehčených fenoplastů, izolačních omítek, vláknitých, cementovláknitých materiálů atd.

Je důležité, aby podklady byly pevné a soudržné a jejich pevnost v tahu byla minimálně 0,25 MPa. Nesoudržná místa omítek je nutné odstranit. Podklady, které mají vysokou nasákavost, je důležité upravit penetrátorem, disperzním roztokem nebo v některých případech cementovým podstříkem. Objemově nestabilizované podklady, izolační materiály a omítky je nutné nejdříve opatřit mezivrstvou z vhodně zvoleného tmelu a armovací vložky. Finální vrstva se na připravený podklad nanáší plastovým nebo nerezovým hladítkem, ručně nahazuje či stříká. Dezenování povrchu je možné provádět vhodným typem válečku, lžicí a podobně.<sup>23</sup>

#### **a) Silikátová**

Silikátové omítky mají pojivo tvořené na bázi draselného vodního skla, které zvyšuje díky chemické vazbě přídržnost s podkladem. Kromě toho mají i výbornou paropropustnost a mohou být použity pro veškeré typy zateplovacích systémů. Mezi jejich nevýhody patří horší pružnost a vodoodpudivost. Cenově jsou o něco dražší než akrylátové. Mimoto díky pojivu, které je velmi zásadité, je tato omítka přirozeně odolná proti plísním a mechům (do silikonové a akrylátové omítky se algicidní a fungicidní látky přidávají uměle a mají v nich omezenou dobu působení). Problém je s omezeným množstvím odstínů, protože nelze míchat omítku s organickými (jasnými) pigmenty. Silikátová omítka se používá tam, kde je třeba intenzivně odvádět vlhkost ze zdiva a dát domu patinu, tedy například u rekonstrukcí starých domů.

Pro zpracování by neměla teplota podkladu ani okolního vzduchu klesnout pod +8°C a kromě toho by neměla být vystavená přímému slunečnímu záření, větru a dešti. V případě, že máme podmínky, které podporují rychlé zasychání omítky, je nutné zvážit

---

<sup>23</sup> BARTÁK, Kamil. Fasády a jejich rekonstrukce. Praha: Grada, 1996. Profi & hobby. ISBN 80-7169-358-8. str. 39-40

všechny okolnosti, které ovlivňují správné provedení. Mohlo by dojít k nesprávnému napojování a vytvoření struktury. Tyto podmínky jsou např.: teplota nad 25 °C, silný vítr nebo vyhřátý podklad. V opačném případě, kdy máme podmínky, které prodlužují zasychání, může být tenkovrstvá omítka poškozena deštěm i po více než 8 hodinách. Tyto podmínky jsou např.: nízké teploty a vysoká relativní vlhkost vzduchu (vyšší než 80%, při které může dojít ke vzniku barevných odlišností).

Mezi vhodné podklady pro silikátové tenkovrstvé omítky patří vápenocementové, cementové, polymercementové malty, omítky a základní vrstvy vnějších, tepelně izolačních kompozitních systémů. Je důležité, aby podklad byl pevný, suchý, bez trhlin a prachu a bez odlepujících částic. Pokud se jedná o nově zhotovené podkladní vrstvy, musí být dostatečně vyzrálé a mít po celé ploše stejnou savost a strukturu. Při řešení rovinnosti podkladu se doporučuje, aby rovinnost nepřevyšovala velikost zrna zvýšenou o půl milimetru na délku jednoho metru.

#### Technologický postup:

1. Příprava podkladu – V prvním řadě je potřeba provést penetraci podkladním nátěrem ideálně jeden den předem.
2. Aplikace – Je nutné omítku řádně promíchat míchadlem, aby došlo ke vzniku homogenní konzistence. Materiál potřebný na ucelenou plochu je vhodné dohromady promíchat. Omítka se nanáší na podklad nerezovým hladítkem na sílu vrstvy danou velikostí zrna, které se např. u omítky Weber.pas silikát pohybuje v rozmezí od jednoho do tří milimetru. Omítku je třeba napojovat ještě před jejím zavaznutím tzv. „do živého“. Ucelené plochy by měly prováděny bez přerušení. Ihned po nanesení se pomocí plastového hladítka vytváří struktura. Je důležité, aby tahy hladítkem byly stejnoměrné v celé ploše především pak v místech koutů, úrovní podlážek lešení apod.

#### Shrnutí:

- Výhody: paropropustnost omítky je na velmi vysoké úrovni, je přirozeně odolná proti plísním a mechům, má vyšší životnost oproti akrylátové omítce.
- Nevýhody: omítka je méně pružná a má horší vodoodpudivost, je také dražší než akrylátová omítka, ale stále o něco levnější než silikonová omítka.



## **b) Silikonová**

Silikonová omítka má všechny výhody akrylátových i silikátových omítek, to znamená, že je pružná, vodoodpudivé a zároveň paropropustné. Další velkou výhodou je fakt, že mají menší sklon k usazování prachu. Mezi důležité složky patří vápencové plnivo odpovídající zrnitosti, organické pojivo, silikonovou disperzi, biocidní prostředky ve formě kapslí a v případě probarvovaných omítek i pigment. Tyto vlastnosti dělají ze silikonových tenkovrstvých omítek nejdražší ze standardně používaných tenkovrstvých omítek (silikátové, silikonové, silikon-silikátové, akrylátové). Na rozdíl od silikátových omítek je u těchto přirozená absence obrany proti plísním a mechům a tedy nutnost přidávání fungicidních přísad, které v omítce ale nejsou trvalé. Také stejně jako silikátové omítky se nemohou pojit s organickými světlými pigmenty. Ovšem velkou výhodou je jejich efekt samočištění. Vysoké povrchové napětí silikonu nechává stéct vodu s nečistotami po povrchu, takže neporádek neulpívá na fasádě a ta je čistší.

Pro zpracování je nutné, aby teplota podkladu a okolního vzduchu neklesla pod  $+5^{\circ}\text{C}$ . Dále je důležité vyvarovat se přímému slunečnímu záření, větru a dešti. Pokud jsou při realizaci podmínky podporující rychlé zasychání omítky (teplota nad  $25^{\circ}\text{C}$ , silný vítr, vyhřátý podklad apod.) musíme hlídat, aby nám tyto vlivy neovlivnily správné provedení omítky. Může dojít k nesprávnému napojování a vzniku struktury. Při podmínkách prodlužujících zasychání může dojít k poškození omítky deštěm i po 8 hodinách. V případech, kdy relativní vlhkost stoupne nad 80% a teplota klesne k  $+5^{\circ}\text{C}$  může se zasychání omítky prodloužit až na několik dní. Pokud se relativní vlhkost blíží k 100%, je možné využít urychlovače, ty urychlí tuhnutí omítky, nikoliv však její vysychání. Mezi vhodné podklady pro silikonové tenkovrstvé omítky patří vápenocementové, cementové, polymercementové malty, omítky a základní vrstvy vnějších, tepelně izolačních kompozitních systémů. Je důležité, aby podklad byl pevný, suchý, bez trhlin a prachu a bez odlepujících částic. Pokud se jedná o nově zhotovené podkladní vrstvy, musí být dostatečně vyztužené a mít po celé ploše stejnou savost a strukturu. Při řešení rovinnosti podkladu se doporučuje, aby rovinnost nepřevyšovala velikost zrna zvýšenou o půl milimetru na délku jednoho metru.

### Technologický postup:

1. Příprava podkladu – V prvním řadě je potřeba provést penetraci podkladním nátěrem ideálně jeden den předem.

2. Aplikace – Je nutné omítku řádně promíchat míchadlem, aby došlo ke vzniku homogenní konzistence. Materiál potřebný na ucelenou plochu je vhodné dohromady promíchat. Omítka se nanáší na podklad nerezovým hladítkem na sílu vrstvy danou velikostí zrna, které se např. u omítky Weber.pas silikon pohybuje v rozmezí od jednoho do tří milimetru. Omítku je třeba napojovat ještě před jejím zavadnutím tzv. „do živého“. Ucelené plochy by měly prováděny bez přerušení. Ihned po nanesení se pomocí plastového hladítka vytváří struktura. Je důležité, aby tahy hladítkem byly stejnoměrné v celé ploše především pak v místech koutů, úrovní podlážek lešení apod.

#### Shrnutí:

- Výhody: omítka má výhody akrylátových i silikátových omítek, je tedy pružná, vodoodpudivá a zároveň paropropustná, navíc má minimální sklon k ulpívání prachu, a díky tomu na ní nedochází k usazování nečistot, výhodou je mimo jiné i její nejvyšší životnost ze všech uvedených tenkovrstvých omítek
- Nevýhody: je nejdražší ze všech uvedených tenkovrstvých omítek

#### **c) Silikonsilikátová**

Jedná se o silikátovou omítku, do které se přidává silikon, díky tomu zajišťuje přirozenou odolnost vůči biotickému napadení, plynulou regulaci vlhkosti na povrch s urychleným vysycháním, má samočisticí efekt. Je velmi odolná vůči vodě, mrazu a agresivitě vnějšího prostředí (deště, kouř, agresivní průmyslové zplodiny). Má vysokou vodoodpudivost a propustnost vodních par a CO<sub>2</sub>. Je možné ji použít jako povrchovou úpravu pro zateplovací systémy, minerální podklady nebo beton. Nelze jí aplikovat na podklady s různými roztažnostmi.

Omítka by se neměla zpracovávat mimo rozmezí teplot od +5°C do +25°C a vysokých relativních vlhkostech vzduchu nad 80%. Nezatuhnuté materiály je nutné chránit před vysokou relativní vlhkostí vzduchu, rosným bodem, před dešťovými srážkami a přímým slunečním zářením. Je důležité, aby podklad byl pevný, suchý, bez trhlin a prachu a bez odlepujících částic. Pokud se jedná o nově zhotovené podkladní vrstvy, musí být dostatečně vyztřelé a mít po celé ploše stejnou savost a strukturu. Při řešení rovinnosti podkladu se doporučuje, aby rovinnost nepřevyšovala velikost zrna zvýšenou o půl milimetru na délku jednoho metru.

### Technologický postup:

1. Příprava podkladu – V prvním řadě je potřeba provést penetraci podkladním nátěrem ideálně jeden den předem.
2. Aplikace - Směs musí být dokonale promíchána míchadlem, v případě nutnosti ředění je možné ředit vodou. Ovšem maximálně 0,2 litrů na 25 kilové vědro. Omítka se na stěnu natahuje nerezovým hladítkem, poté se stáhne na tloušťku zrna a vystrukturuje tzv. „zatočením“ pomocí hladítka z tvrdého plastu. Strukturování se provádí krouživými pohyby v jednom směru tak, až dojde k rovnoměrnému rozprostření zrna po ploše. Je důležité, aby omítaná plocha byla provedena jedním pracovním postupem (tzv. „mokrě do mokrého“). Natažení a strukturování omítky je možné provádět pouze při příznivých klimatických podmínkách pro aplikaci, aby nemohlo dojít k zavaznutí pracovní spáry a tím k vzniku vady ve struktuře omítky.

### Shrnutí:

- Výhody: má samočisticí efekt, odolná vůči biotickému napadení a vodě, vysoká vodopropustnost
- Nevýhody: nelze jí aplikovat na materiály s různými roztažnostmi, vyšší cena

### **d) Akrylátová**

Akrylátové omítky obsahují pojivo z umělé pryskyřice, díky kterému jsou omítky tvrdé, houževnaté a vodoodpudivé, ale zároveň má tato omítka velmi špatnou paropropustnost, právě kvůli pryskyřici, která celý povrch uzavře. Omítka má dále špatnou odolnost vůči ulpívání prachu a proto se v porovnání s ostatními typy více špiní. Z důvodu špatné paropropustnosti není vhodná v kombinaci s kontaktním zateplovacím systémem, u kterého je jako tepelná izolace využita minerální vlna, jelikož by zde nepříznivě ovlivňovala dobrou paropropustnost systému a je tedy spíše vhodná pro systémy, kde se jako tepelná izolace využívá například polystyrenu. I přesto, že tato omítka svými vlastnostmi nepatří mezi nejkvalitnější, je z důvodu nízké ceny nejžádanější. U akrylátových omítek je možnost vybírat z velké škály barev, jelikož má dobrou snášenlivost s jakýmkoli pigmenty odstínů, včetně zářivých organických barev.

Akrylátové omítky by se neměly zpracovávat mimo rozmezí teplot od +5°C do +25°C a vysokých relativních vlhkostech vzduchu nad 80%. Při aplikaci je nutné chránit před vysokou relativní vlhkostí vzduchu, rosným bodem, před dešťovými srážkami a

přímým slunečním zářením. Obvykle je nutné omítky chránit než zaschnou okolo 8 hodin, ale v případech, kdy se po aplikaci zvýší relativní vlhkost nad 80% a teplota se přiblíží k +5°C může omítka zasychat až několik dní. Je důležité, aby podklad byl pevný, suchý, bez trhlin a prachu a bez odlepujících částic. Pokud se jedná o nově zhotovené podkladní vrstvy, musí být dostatečně vyztřelé a mít po celé ploše stejnou savost a strukturu. Při řešení rovinnosti podkladu se doporučuje, aby rovinnost nepřevyšovala velikost zrna zvýšenou o půl milimetru na délku jednoho metru.

#### Technologický postup:

1. Příprava podkladu – V prvním řadě je potřeba provést penetraci podkladním nátěrem ideálně jeden den předem.
2. Aplikace - Směs musí být dokonale promíchána míchadlem, v případě nutnosti ředění je možné ředit vodou. Ovšem maximálně 0,3 litrů na 30 kg vědro. Omítka se na stěnu natahuje nerezovým hladítkem, poté se stáhne na tloušťku zrna a vystrukturuje tzv. „zatočením“ pomocí hladítka z tvrdého plastu. Strukturování se provádí krouživými pohyby v jednom směru tak, až dojde k rovnoměrnému rozprostření zrna po ploše. Je důležité, aby omítaná plocha byla provedena jedním pracovním postupem (tzv. „do živého“). Natažení a strukturování omítky je možné provádět pouze při příznivých klimatických podmínkách pro aplikaci, aby nemohlo dojít k zavaznutí pracovní spáry a tím k vzniku vady ve struktuře omítky.

#### Shrnutí:

- Výhody: omítka je velmi tvrdá, houževnatá a voodpudivá, je na výběr široký výběr barev, výhodou je také nejnižší cena ze všech uvedených tenkovrstvých omítek
- Nevýhody: omítka je méně odolná vůči ulpívání prachů, a proto se také více špiní, omítka má velmi nízkou paropropustná a z uvedených tenkovrstvých omítek nejnižší životnost<sup>24</sup>

---

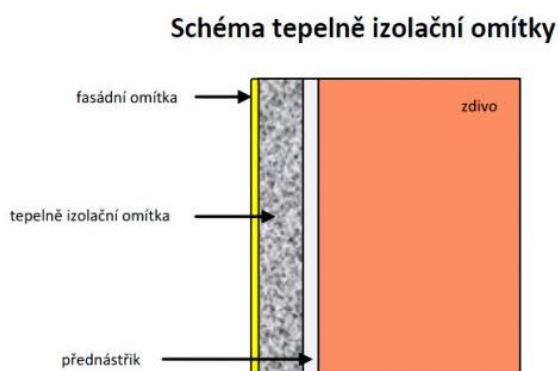
<sup>24</sup><https://www.zatepleni-fasad.eu/vse-o-zatepleni/jaky-je-rozdil-mezi-akrylatovou-silikatovou-silikonovou-omitkou/>; <http://www.dumazahrada.cz/stavba-rekonstrukce/stavba/23502-typ-omitky/> <https://www.zahorovsky.cz/ceny/cena-zatepleni-fasady/jaky-je-rozdil-mezi-akrylatovou-silikatovou-a-silikonovou-omitkou/>; Divize WEBER, Saint-Gobain Construction Products CZ a.s, *Rádce WEBER 2019 - 2020*

#### 2.1.4. Tepelněizolační omítky

Tepelně izolační omítky se dají považovat za mezistupeň mezi běžnými vápenocementovými omítkami a zateplovacím systémem. Díky svým izolačním vlastnostem snižují prostup tepla stěnami, ovšem zdaleka nedosahují takových izolačních vlastností fasádních izolantů jako například minerální vaty nebo polystyrenu, jelikož se zde v porovnání s těmito materiály bavíme pouze o slabé vrstvě. Při aplikaci je nanášena speciální omítka, která obsahuje perlit nebo kuličky pěnového polystyrenu v tloušťce od 2-5 cm.

Tepelně izolační omítky odvádí z fasády vodní páry a mají velkou odolnost vůči objemovým změnám, kdy při vystavení stejným vlivům by se u běžné omítky mohly objevovat trhliny, ovšem i přesto jsou k trhlinám náchylné, ale to z toho důvodu, že jsou nanášeny v silnějších vrstvách. Jsou vhodné, pokud nelze nebo z nějakého důvodu není vhodné objekt zateplovat a je nutné co možná nejvíce zlepšit tepelněizolační vlastnosti. Tepelněizolační omítku lze použít na zdivo z pálené cihly, na beton či pórobeton, všechny spáry ve zdivu však musí být uzavřeny. Pro dosažení dostatečného tepelněizolačního efektu, doporučuje se tloušťka exteriérové omítky minimálně 4 cm. U větších tloušťek je nutné nanášet omítku v několika vrstvách, přičemž předcházející necháme dostatečně vyžrát. Doba zrání by měla být minimálně 5 dní na každých 10 mm tloušťky. Jedná se o jádrové omítky, pro jejichž povrchovou úpravu se používají buď omítkové stěrky s barvou anebo pastovité omítky.<sup>25</sup>

Při zpracování nesmí teplota podkladu klesnout pod +5°C a je doporučeno udržovat čerstvě omítnuté plochy minimálně po dobu 2 dní ve vlhkém stavu. Omítka by se neměla provádět v případě, kdy je podklad zamrzlý nebo hrozí mráz.



Obrázek č. 4 - Jak funguje tepelně izolační omítka<sup>26</sup>

<sup>25</sup> <https://www.zatepleni-kwaczek.cz/zateplovaci-omitky>; <https://baumit.cz/reseni/1575/tepelneizolacni-omitky>; <https://homebydleni.cz/dum/rekonstrukce-domu/omitka-na-kazdy-zpusob/>

<sup>26</sup> <https://www.zatepleni-kwaczek.cz/data/filecache/26/tepelne-a-izolacni-omitka.jpg>

### Technologický postup:

1. Obsah pytle smícháme v samospádové míchačce s přibližně 9 litry vody a mícháme minimálně po dobu 3-5 minut.
2. Zdivo si v předstihu dostatečně navlhčíme (doporučuje se několik hodin před omítáním, a to podle druhu podkladu, jeho nasákavosti a místních klimatických podmínek a bez vytvoření vodního filmu na povrchu zdiva).
3. Pro zvýšení přídržnosti malty je doporučeno natáhnout tenkou podkladní vrstvu a následně nahazovat lžící tzv. „čerstvé do čerstvého“.
4. Nanesenou omítku stáhneme navlhčenou dřevěnou latí
5. Po zatuhnutí pomocí trapézové latě nebo plošným škrabákem na omítku

### Shrnutí:

- Výhody: Lehce zlepšují tepelněizolační vlastnosti, v porovnání s deskovými izolanty není nutné měnit vzhled objektu, dobře odvádí vodní páry z objektu
- Nevýhody: Je náchylná ve vlhkých prostředích, z důvodů větších tloušťek v ní vznikají trhliny <sup>27</sup>

#### **2.1.5. Sanační omítka**

Sanační omítky využíváme na místech kde je potřeba vyřešit komplexní řešení sanace vlhkého zdiva a omítek poškozených účinky vlhkosti, solí a znečištěných ovzduším. Tato místa poznáme díky tomu, že na nich často krystalizují soli, dochází k degradaci omítek a nátěrů a dokonce i podle statického narušení nosné konstrukce. Sanační omítky jsou velkým přínosem u rekonstrukcí kulturních památek, ale samozřejmě jsou hojně využívané na místech, kde se setkáváme s velkými vlhkostmi v konstrukcích. Při rekonstrukci je často důležité si uvědomit, při zvažování využití sanační omítky, že jakákoliv vlhkost v konstrukcích může znatelně zhoršit tepelněizolační vlastnosti použitých materiálů.

Díky speciálním přísadám v sanačních omítkách, které způsobují vysokou pórovitost, umožňují rychlé a stálé odpařování vlhkosti v podobě vodních par ze zdiva do vnějšího prostředí a tím je minimalizováno kapilární vztlínání ve zdivu směrem nahoru. Vlhkost vlastně vniká do sanační omítky pouze do hloubky několika milimetrů. Vlhkost

---

<sup>27</sup>[https://baumit.cz/files/cz/pdf\\_files/pdbl\\_thermoextra.pdf?fbclid=IwAR2DIYihv8R\\_SOdg5WRjBc3n2sK7WOGydz\\_kgJOdRNrz2oVYLIK7INCdzYM](https://baumit.cz/files/cz/pdf_files/pdbl_thermoextra.pdf?fbclid=IwAR2DIYihv8R_SOdg5WRjBc3n2sK7WOGydz_kgJOdRNrz2oVYLIK7INCdzYM)

nebo roztok solí se vypaří uvnitř omítky a tím pádem je krystalizační zóna v omítce a chrání tak zdivo před dalšími negativními vlivy způsobenými vlhkostí nebo solemi. Oproti klasickým omítkám nedochází u sanačních omítek k výkvětům solí na povrchu a k jejímu znehodnocení z důvodu působení solí. Je to způsobeno právě tím, že sanační omítky mají vysoký obsah pórů, které zajišťují dostatečnou kapacitu na ukládání solí, a právě díky tomu jsou sanační omítky schopny zvládnout objemové změny, ke kterým u solí dochází a u běžných omítek by způsobili její poškození. Další výhodou sanačních omítek je, že na rozdíl od běžných omítek není, ani přes negativní vliv ukládání solí z dlouhodobého hlediska ovlivněna propustnost pro vodní páry. Z toho je tedy zřejmé, že životnost sanačních omítek na vlhkém zdivu je několikanásobně delší než životnost běžných omítek. Díky těmto vlastnostem sanačních omítek působí omítnuté plochy suchým dojmem a jsou v technicky bezchybném stavu.<sup>28</sup>

Pokud se na problém podíváme s časového hlediska, je sanace vlhkého zdiva velice náročný proces, kdy je po aplikaci sanační omítky velmi důležité čekat na vyžrání sanační omítky, aby bylo možné na ní aplikovat povrchová úprava. Celý tento proces včetně technologických pauz, které je nutné dodržovat mezi jednotlivými vrstvami, trvá většinou minimálně 2-3 měsíce od započetí prací. V praxi se přitom neustále setkáváme s požadavky investorů na zkracování termínu a uvedení objektu do provozu v co nejkratší možné době.

*Moderní sanační omítky budou mít další přidanou hodnotu v podobě tepelněizolačních vlastností, kdy se jejich  $\lambda$  bude pohybovat pod hodnotou 0,07. Trend, který bude nyní několik let na dynamickém vzestupu u starých, památkově chráněných či povodněmi poškozených objektů, se nazývá energetická sanace vlhkého zdiva.*

*Základním prvkem sanačních omítek, který tento posun umožní, jsou moderní minerální plniva nového typu, se kterými se dostáváme s objemovou hmotností na hodnoty menší než 400kg/m<sup>3</sup>. Tyto sanační materiály se díky svým vlastnostem budou moci aplikovat bezprostředně po povodních a již po 40 hodinách po aplikaci bude možné provádět barevnou povrchovou úpravu. Několikanásobně se tak zkrátí technologické časy a doba výstavby.*

Sanační tepelně – izolační omítky

Jedná se většinou o jednovrstvé sanační omítky, které mají hydrofobní nebo hydrofilní účinky s velmi nízkou objemovou hmotností a tepelně izolačními vlastnostmi.

---

<sup>28</sup> <https://homebydleni.cz/dum/rekonstrukce-domu/omitka-na-kazdy-zpusob/>

Překonávají několikanásobně požadavky, které jsou uvedené ve směrnici WTA a navrhují se v extrémních případech sanace pod úrovní terénu, případně v povodňových oblastech.<sup>29</sup>

#### Technologický postup:

1. Abychom zabezpečili komplexní sanaci, musíme připravit podklad a dodržet technologii přípravy.
2. Pokud je to možné, zdivo zbavíme trvalé vlhkosti (podřezáním, injektáží, větracími kanály).
3. Zvětralou původní omítku celoplošně odstraníme obitím až na pevný podklad, a to až 0,8 m nad hranici oblasti poškození.
4. Maltu z ložných spár zdiva vyškrábeme do hloubky asi 2 cm a suť ihned odstraníme.
5. Povrch stěny prorostlý mechy a řasami chemicky očistíme.
6. Poškozené části zdiva nahradíme novými, větší spáry můžeme vyplnit sanační omítkou.
7. Na celý povrch zdiva aplikujeme ručně nebo strojem přednástrík a na něj po zaschnutí podle návodu na obalu jádrovou sanační omítku. Doporučovaná tloušťka jádrové omítky je alespoň 30 mm. Ve všeobecnosti lze říct, že čím tlustší je vrstva jádrové omítky, tím lepší je životnost systému.
8. Jemnou (štukovou) sanační omítku aplikujeme na jádrovou sanační omítku. Po krátkém zatuhnutí povrch omítky zahladíme vhodným hladidlem. Čerstvě omítnuté plochy je potřebné chránit před rychlým vysycháním.<sup>30</sup>

#### **2.1.6. Hydrofobizované omítky**

Pokud se zabýváme hydrofobizací omítky, řešíme zvyšování její obranyschopnosti proti pronikání dešťové vody nebo proti vzlínání vlhkosti do konstrukce. Hlavním cílem hydrofobizace je to, aby docházelo ke snížení úhlu smáčení povrchu, což znamená, že voda nemůže na povrchu omítky vytvořit souvislý film. Jako obrovskou výhodou považujeme u hydrofobizační omítky to, že je paropropustná, takže

---

<sup>29</sup> <https://stavba.tzb-info.cz/beton-malty-omitky/7590-konec-sanace-vlhkeho-zdiva-jak-jsme-ji-doposud-znali>

<sup>30</sup> Divize WEBER, Saint-Gobain Construction Products CZ a.s., *Rádce WEBER 2019 - 2020*



nemusí docházet ke kondenzaci vodních par v konstrukci. Je velmi užitečná v soklové oblasti, která je nejvíce ohrožená deštěm a vzlínáním vody.

Hydrofobizovaná omítka je vyráběna jako suchá průmyslově vyráběná směs, kterou po smíchání s vodou můžeme nanášet na připravenou plochu určenou pro aplikaci. Je důležité, aby tato omítka nebyla používána jako jednovrstvá omítka, měla by být vždy aplikovaná na vrstvu jádrové omítky. Není vhodné jí používat jako podkladovou vrstvu pod obkladačky.<sup>31</sup>

Jedná se o vápenocementovou nebo cementovou omítku s hydrofobizační a provzdušňovací přísadou, díky které získáme difúzní a vodoodpudivé omítky pro méně náročné sanační aplikace nebo pro hrubé vyrovnání podkladu. Použitím přísady získáme omítku, která je sice zušlechťená, nikoliv však sanační.

Provzdušňovací přísada se v bubnové míchačce přidává ke standardní pytlované vápenocementové omítce, v poměru přibližně 0,1 litrů na 10 kg omítky. Je velmi důležité dodržet dobu míchání směsi po přidání provzdušňovací přísady, tato doba by se měla pohybovat mezi 2 až 5 minutami. Zpracování takto provzdušněné omítky se provádí stejným způsobem jako zpracování omítek sanačních.

Tímto způsobem připravenou maltovou směs lze použít na omítky soklů, kde běžně dochází k znehodnocení omítky, kvůli odstříkující srážkové vody.<sup>32</sup>

---

<sup>31</sup> <https://homebydleni.cz/dum/rekonstrukce-domu/omitka-na-kazdy-zpusob/>

<sup>32</sup> <http://www.wyousenizdiva.com/sanace/hydrofobizovana-provzdušnena-omitka>

## 2.2. Provětrávané fasády

Abychom docílili bezkontaktní, tedy provětrávané fasády je nutné vytvořit na nosném zdivu roštovou konstrukci, kterou vyplníme pomocí izolantu a na kterou jsou následně zavěšeny pohledové lamely (desky) tvořící fasádu. Ve spoustě případech řešíme nosnou konstrukci z dřevěných latí a hranolků, ošetřených ochrannými impregnačními nátěry.

Pokud se jedná o náročnější, rozsáhlejší plochu a z hlediska požární bezpečnosti staveb dřevěný rošt nevyhovuje, je možné použít rošt ze systémových profilů z lehkých slitin. Jako tepelnou izolaci v těchto případech nejčastěji používáme hydrofobizované desky z minerálních vláken. Tyto desky do nosné zdi připevňujeme pomocí talířových hmoždinek.

Co se týká finální povrchové úpravy fasády, používají se obkladové desky, u kterých je velmi široká nabídka sortimentu. V první řadě se tyto obkladové desky vyrábějí z různých materiálů, jako jsou keramika, sklobeton, cementovláknité desky, plast, laminát, plech, dřevo. V druhé řadě se samozřejmě desky vyrábí ve všech možných rozměrech pro dosažení unikátnosti jednotlivých fasád, kdy můžeme narazit na od maloformátových keramických obkladů až po velkoplošné deskové materiály.

Aby bylo možné proces pořízení odvětrávané fasády zvládnout, musí být stanoveny větší nároky na organizaci výstavby, lamely (desky) je obvykle nutné pořídit u výrobce „na míru“ a předpokladem to, aby na provádění fasády byl zpracován kladečský plán. Je ovšem zřejmé, že ve finále taková fasáda umožní zachovat propustnost páry a optimální difúzní podmínky i u starého a vlhkého zdiva, kde by kontaktní zateplení nepřicházelo v úvahu.

Díky nepřetržité cirkulaci vzduchu, která probíhá mezi zavěšenou odvětranou fasádou a zdivem, je odváděna vlhkost a chlad a dochází k vysušování zvlhlého zdiva. Pokud je zpracován správný návrh a je správně provedena realizace, mohou se tyto fasády nezávisle na stavebním tělesu pohybovat a tím dochází k vyrovnávání jinak nepříznivých účinků způsobených teplotními a objemovými změnami.

Abychom předešli velkým nerovnostem, které by se nám přenesli do finální povrchové úpravy fasády, montujeme obvykle dvojitou podkladní konstrukci. Nejdříve instalujeme rošt z vertikálních latí, pak z horizontálních a případně nerovnosti stěn, které se nám objeví, vyrovnáme podložením montážními klíny. Pozitivním na tom je, že pokud

realizujeme dvojitou podkladní konstrukci, tak je možné vrstvu tepelně izolačních desek zabudovat do vodorovného laťování a díky tomu zamezíme vzniku tepelných mostů.

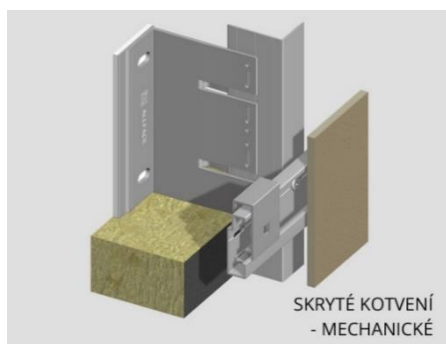
Fasádní obkladové desky následně montujeme svisle na nosnou konstrukci a bočně je spojujeme perem a drážkou. Používáme nerezavějící šrouby, které se zašroubují do takové míry, aby nemohlo docházet ke vzniku vypuklin povrchu vlivem pnutí ve spoji, respektive můžeme dosáhnout minimálně toho, aby vznik vypuklin byl tímto způsobem dodatečně korigován.<sup>33</sup>

### 2.2.1. Sklovláknobetonové fasády

Tento typ fasád je tvořen sklovláknobetonovými deskami, které jsou lehké, pevné a odolné i proti mechanickému poškození, jako je prokopnutí nebo jiný typ rozbití. Jednou z jejich velkých výhod oproti většině jiných typů desek, které se používají u provětrávaných fasád, je skutečnost, že je možné je vyrábět v téměř neomezeném spektru barev, textur a tvarů. Je možné vyrábět desky až do velikosti formátů 4500 x 2000 mm a to v tloušťce přibližně 10 až 15 mm. Předpokládaná životnost, po kterou si fasádní desky uchovávají jejich fyzikálně-mechanické vlastnosti, je za normálních podmínek minimálně 50 let.

Co se týká kotvení, využívá se u tohoto typu desek třech možných typů a to jsou:

- a) Skryté mechanické kotvení – u kterého nedochází k narušení pohledové části fasádního obkladu viditelnými spoji. Tento způsob je založen na technologii, která využívá závěsy a závrtné kotvy, které jsou osazeny na rubové straně fasádního panelu. Následně jsou dílce připevněny na vodorovnou část nosného roštu a pomocí rektifikačních šroubů se upraví jejich poloha na fasádě a v poslední řadě se obklad zajistí, aby nemohlo dojít k jeho posunutí.

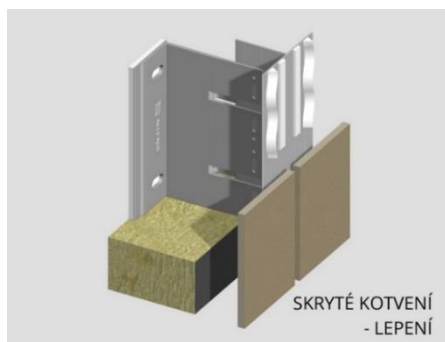


Obrázek č. 5 - Skryté kotvení - mechanické<sup>34</sup>

<sup>33</sup> <http://www.ovatherm.cz/bezkontaktni-zatepleni/>

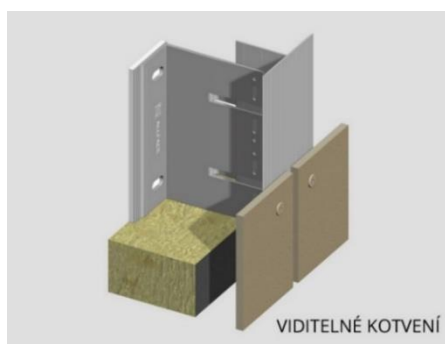
<sup>34</sup> <http://www.dakobrno.cz/cs/sklovlaknobeton/fasady.html>

- b) Skryté lepení – u tohoto typu kotvení se využívá pružné, jednokomponentní, vzdušnou vlhkostí vytvrzující speciální lepidlo, které je na bázi polyuretanu a má vysokou stabilitu nanášené pasty a výbornou povětrnostní odolnost.



Obrázek č. 6 – Skryté kotvení - lepení<sup>35</sup>

- c) Viditelné nýtování – nejzákladnější typ kotvení fasádních desek, u kterého je nevýhodou, že zde máme viditelné spoje a je tedy nutné, aby s tím architekt při návrhu počítal. Ke kotvení zde dochází tak, že jsou desky uchyceny do podkonstrukce pomocí šroubů a nýtů.<sup>36</sup>



Obrázek č. 7 - Viditelné kotvení<sup>37</sup>

### 2.2.2. Kovové fasády

Jedná se fasádní obklad, který je tvořený relativně měkkými plechovými pásy kotvenými průběžně na nosnou konstrukci. Co se týká použitého materiálu, nejčastěji se používá oplechování z mědi, olova nebo zinku. V současnosti se tento sortiment rozšířil o ušlechtilou ocel, ale to spíše v případě střešních krytin.

Měděný plech je ohebný materiál, ale netvaruje se tak snadno jako olovo. Charakteristická zelená patina zvětralé mědi vytvoří rovnoměrný vnější vzhled. Měděné plechy vynikají svojí trvanlivostí a měkkostí, díky které z nich lze vytvářet složité geometrické tvary a rozličné povrchy. Zinek je v porovnání s mědí trvanlivější, ovšem

<sup>35</sup> <http://www.dakobrno.cz/cs/sklovlaknobeton/fasady.html>

<sup>36</sup> <http://www.dakobrno.cz/cs/sklovlaknobeton/fasady.html>

<sup>37</sup> <http://www.dakobrno.cz/cs/sklovlaknobeton/fasady.html>

zase na druhou stranu křehčí. Dalším problémem u zinku je to, že v případě, že není zadní strana odvětrávaná, může od spodu začít korodovat. Ušlechtilá ocel patří sice mezi velmi trvanlivý materiál, ale s nerovnostmi na povrchu, kvůli kterým se od povrchu nerovnoměrně odráží světlo. Největší nevýhodou u ušlechtilé oceli je její vysoká tvrdost, která velmi stěžuje spojování pomocí drážek.

Máme tři způsoby, kterými je možné plechové obklady kotvit. Jsou to tzv. nekonečné pásy, překrývající se prvky a zapuštěné spoje.

Nekonečné plechové pásy jsou spojovány pomocí stojatých drážek probíhajících ve svislém směru od shora dolů, díky kterým fasáda získává typický proužkovaný vzhled zdůrazněný pomocí stínů dopadajících na stojaté drážky. U vodorovných spojů jsou plechy kotveny pomocí ležatých drážek. Vzdálenost ležatých spojů se odvíjí od estetických požadavků, ovšem maximální hranicí je 12 až 17 metrů, dle zvoleného materiálu. U svislých spojů většinou navazujeme na okenní a dveřní otvory.

U překrývajících se prvků pracujeme většinou s prvky tvaru čtverce, které mají délku strany okolo 450 až 600 mm. Tyto prvky zavěšujeme na fasádu tak, aby nám vznikaly vodorovné a svislé hrany nebo hrany otočené pod úhlem 45°. Je možné sice zavěšovat obklad i tak, aby vznikaly jiné úhly, ovšem v tom případě je náročné zajistit plynulé přechody na hranách rohů a otvorů. Ostění okenních otvorů je ve většině případů řešeno pomocí kovových krycích lišt.

Poslední variantou jsou zapuštěné (otevřené) spoje se tvarují z plechu uloženého na zvlášť tvarované nosné konstrukci, která umožňuje formovat většinou vodorovně zapuštěné linie. Plechy se v některých případech zapouštějí po celém obvodu a umísťují se na nosnou konstrukci z dřevitých materiálů.



Obrázek č. 8 – Ukázka kovové fasády<sup>38</sup>

<sup>38</sup> <https://www.almonta.cz/vyrobky/fasadni-lamely-a-kazety/>

### 2.2.3. Plastové fasády

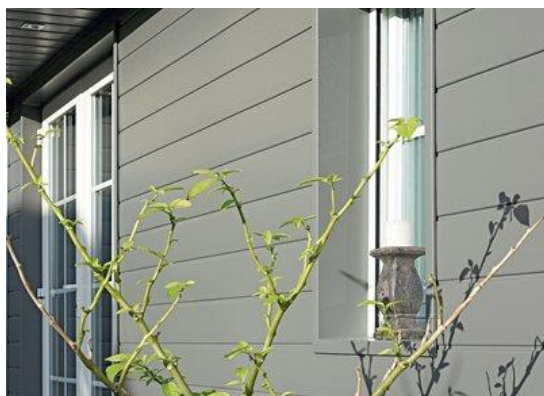
Plasty jsou materiály na bázi polymerů podobné pryskyřicím a používají se na utěsněné obklady i na obklady s ochrannou funkcí proti dešti. Jde zejména o polyester vyztužený skleněnými vlákny, polykarbonát a tvrzené PVC. Protože vlastnosti těchto materiálů nejsou všeobecně známé jako vlastnosti jiných materiálů, uvedeme jejich krátkou charakteristiku.

Polyester vyztužený skleněnými vlákny je kompozitní materiál s přimíchanými skleněnými vlákny, který během výroby ztvrdne a při opětovném ohřívání se již neroztaví. Je velmi pevný v tahu i tlaku, dobře zatížitelný napětím ve smyku, kromě toho je lehký a nepodléhá korozi. Je tužší než jiné plasty, ale přesto se při velkém zatížení hodně prohýbá, proto potřebuje výztuž. Je hořlavý až samozhášivý a v závislosti na druhu použité pryskyřice může vykazovat požární odolnost maximálně do 30 minut. Z roztaveného skla zpracovaného do skleněných vláken se vyrábějí i ohybné rohože (desky); pevnost v tahu tohoto materiálu je větší než u oceli. Vlákna se pojí polyesterovou pryskyřicí za přidání chemického katalyzátoru. Plastové dílce na obvodové pláště se vyrábějí ve formě s mřížkou ze skleněných vláken, která se pokryje pryskyřicí a katalyzátorem. Jinou možností je smíchat skleněná vlákna a pryskyřici se směsí nastříkat do formy. Povrch formy je ošetřený separačním přípravkem, který po vytvrnutí oddělí výplň od formy. Profily z polyesteru vyztuženého skleněnými vlákny se vyrábějí tažením – procesem pultruzie; vlákna se táhnou ústím lisu a vznikají nekonečné profily podobně jako u metody protlačování hliníku. Pultruzované profily se začaly používat jako konstrukční prvky na lávky pro pěší, kde je jejich trvanlivost lepší než trvanlivost barevně upraveného hliníku nebo ocelových konstrukcí. Výroba dílců s polyesteru vyztuženého skleněnými vlákny je ekonomická, protože nevyžaduje vysoké teploty ani drahá zařízení.

Polykarbonát je termoplast a při vysokých teplotách se roztaví. Je průsvitný, a proto vhodný zejména na obklady, od nichž se vyžadují dobré tepelněizolační vlastnosti. Z roztaveného polymeru se protlačují pásy, které se podrtí, a z nich se vyrobí polykarbonátový granulát. Ten se potom protlačuje nebo se z něho ve formách vyrábějí desky. Polykarbonát se extruduje na jedno-, dvou- a tříkomorové prvky. Dvoukomorová deska se vyrobí protlačováním a dvě vrstvy materiálu se oddělí stojinami. Díky této struktuře je materiál tužší a vzduchová dutina mezi vrstvami zlepšuje jeho tepelněizolační vlastnosti. Desky se vyrábějí v maximální velikosti 2000 x 6000 mm. Polykarbonát má tendenci časem žloutnout. Tomu se dá předejít tak, že se povrch polykarbonátu upraví akrylem. Litím do forem se dají z polykarbonátu vyrobit i složitější tvary. Je to materiál

oblíbený, neboť je pevný, tvarovatelný a má malou hmotnost. Na fasády se ale může používat jen v omezené rozsahu, protože je hořlavý. V porovnání se sklem je jeho výhodou rázová pevnost, která je lepší než u bezpečnostního nebo lepeného skla. Největšími nevýhodami polykarbonátu oproti sklu jsou jeho nízká životnost, malá odolnost proti škrábancům a velká míra tepelné roztažnosti, která je o 20% větší než u skla.

Tvrzené PVC je plast, který neobsahuje změkčovadla. Používá se především k výrobně okenních rámců a plastových závěsů nahrazujících brány. Je to materiál, z něhož se protlačováním jednoduše zhotoví složité profily, je výhodný z hlediska tepelné vodivosti, a proto je ideálním řešením pro okenní rámy. (I v hliníkových rámech se plast využívá k přerušení tepelného mostu.) Je samozhášivý, při vystavení velkému teplu změkne. Vyrábí se v mnoha barvách, dobře odolává vlivům počasí, může však vyblednout, což platí zejména pro výrazné barvy. Je to pevný, ale pružný materiál.<sup>39</sup>



Obrázek č. 9 - Ukázka plastové fasády<sup>40</sup>

#### 2.2.4. Dřevěné fasády

Používání dřevěných obkladů k obkládání dřevěných skeletových stěn má již dlouhou tradici. V poslední době se vyrábějí i fasádní panely a desky s ochranou funkcí proti dešti. Rozeznáváme dva základní typy konstrukcí z dřevěných rámců, u nichž se používají malé dřevěné profily k vytvoření rámových nosných stěn na výšku podlaží a na výšku budovy. U konstrukcí se sloupky na výšku podlaží a se sloupky na výšku budovy se používají hranoly o rozměrech 100x50 mm z měkkého dřeva. Je to hospodárný způsob stavění, při kterém se hranoly umísťují s rozstupem 400 mm – násobkem rozměrů překližkových desek nebo desek z jiných vhodných materiálů na bázi dřeva, které se použijí k vytvoření stěn a podlah. Podlahové nosníky se ukládají ve stejný rozestupech

<sup>39</sup> WATTS, Andrew. Moderní fasády. Bratislava: JAGA, 2008. ISBN 978-80-8076-065-6.

<sup>40</sup> <https://www.inoutic.cz/pvc-fasady-premium>

jako stěnové sloupky a na podlahu se použijí desky se stejnou velikostí. Při rekonstrukci na výšku podlaží sahají sloupky od podlaží k podlaží a dřevěná podlahová konstrukce je na každém podlaží uložena na rámové konstrukci. Konstrukce se sloupky na výšku budovy, která se v současnosti používá jen zřídka, prožívá svoji renesanci v konstrukcích z lehkých ocelových profilů. Tyto konstrukce mají svislé průběžné rámové prvky a mezi nimi uložené průběžné stropy.

Pokud se budeme bavit o deskách z dřevěných materiálů, je důležité zmínit, že byly vyvinuty, kvůli tomu, aby byly využity přednosti dřeva jak přírodního stavebního materiálu a zároveň, aby došlo k odstranění jeho nepříznivých vlastností jako je bobtnání a sesychání a těmito vlastnostmi vyvolaným trhlinám a kroucení. Z toho důvodu se dřevo drtí na malé částičky, které se následně spojují pomocí pojiv a lepidel a nakonec se slisují do desek.

Velkou nevýhodou tohoto typu fasádních obkladů je to, že jelikož se stále jedná o dřevěný materiál, jsou oproti deskám, které jsou spojovány pomocí cementu náročnější na údržbu a ošetřování.

Z hlediska projektového je zde stejně jako u ostatních desek požadavek na pečlivou přípravu a při přesnější realizaci. Zatímco u fasády z plného dřeva můžeme rozměrové tolerance snadno vyrovnat, u desek musíme dbát na velkou rozměrovou přesnost při řezu i zpracování. Aby mohlo docházet k dostatečnému vysychání, je důležité zajistit to, že odvětrávaná mezera mezi deskou z dřevěného materiálu a izolantem bude minimálně 20 mm.<sup>41</sup>



Obrázek č. 10 - Ukázka dřevěné fasády<sup>42</sup>

---

<sup>41</sup> GABRIEL, Ingo. Dřevěné fasády: materiály, návrhy, realizace. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3819-2 str. 102 – 103; WATTS, Andrew. Moderní fasády. Bratislava: JAGA, 2008. ISBN 978-80-8076-065-6.

<sup>42</sup> <https://www.gtrade.cz/fasadni-obklady-parklex>



### 2.3. Modulové fasády – lehký obvodový plášť

Jedná se o typ fasád, který je založen na principu maximální přípravy ve výrobě, tj. vytvoření, co možná nejvíce kompletizovaného fasádního dílce, který je ve výrobní hale zhotoven včetně zasklení a osazení doplňkových prvků. Díky přípravě ve výrobní hale je nám umožněno dosáhnout stabilních klimatických podmínek jak při výrobě tak při kompletaci jednotlivých modulů. Jsme tedy méně závislí na klimatických podmínkách. Dále dokážeme u výrobku na rozdíl od fasád, které jsou zhotovovány na stavbě dosáhnout vyšší kontroly kvality provádění, efektivnějšího plánování, eliminace poškození jednotlivých prvků při dopravě na stavbu, mohlo by dojít k poškození celého modulu, ale ten by měl být dostatečně odolný, aby vydržel standartní zacházení, a také u modulových fasád máme možnost předvýroby celých dílců bez vazby na stavební připravenost k montáži, zatímco u většiny ostatních typů musí realizace probíhat dle návaznosti harmonogramu a není tedy možné si připravovat větší část mimo staveniště.

Fasádní moduly, které jsou většinou zhotovovány na výšku jednoho podlaží, se pak kompletně sestavené osazují na stavební konstrukci objektu.

*„Systémy modulových fasád jsou efektivní pro realizaci výškových objektů, velkých ploch fasád nebo při velkém množství opakovatelných prvků. Navíc umožňují navrhnout a poté realizovat celou řadu variant fasádních plášťů s variabilním rastrováním. Konstrukce modulů umožňuje řešit osazení různých typů předsazených prvků, jako např. obklady keramikou, sklem, plechem, deskovými materiály (sklocement, eternit) až po obklady dřevem, a doplňkové konstrukce, jako jsou žaluzie. Tyto předsazené konstrukce jsou součástí modulů a osazují se již ve výrobě. Montáž probíhá, aniž by bylo potřebné lešení, což se kladně odráží i ve výrazně menším omezení prostoru okolo objektu.“*

Mezi jejich nevýhody patří to, že mají vyšší materiálovou náročnost a vysoké nároky prostor a to jak při výrobě tak i při skladování. Tyto nevýhody jsou, ale velmi dobře vykompenzovány skutečností, že jejich montáž je velmi rychlá, odhadem činí cca 30 % času oproti časové náročnosti montáže rastrových fasád, a také zde dosahujeme vysokých kvalit díky kontrole přímo při výrobě.<sup>43</sup>

Pokud se na situaci podíváme s architektonického hlediska je každé řešení modulové fasády originál a její konečné technické a pohledové řešení se připravuje přímo pro konkrétní objekt. Architekt má díky tomu zcela volnou ruku a nemusí se zabývat

---

<sup>43</sup> <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/fasada/rastrove-a-modulove-fasady>

omezeními při návrhu vzhledu a koncepcce kompletní fasády, a jelikož je možné tvar jednotlivých profilů upravovat (systémový dodavatel hlídá pouze funkčnost a vyrobiteľnosť), jsou modulové fasády realizovatelné v mnoha designových variantách. Od modulových fasád, které mají přiznaný venkovní rastr, přes strukturální provedení, jednoduché i dvojité modulové fasády a vzájemné kombinace pohledových řešení. Při návrhu je důležité respektovat to, že modulovou fasádu lze bez problémů použít pouze pro stavební objekty, u kterých se neuvažuje s vyzděným (monolitickým) parapetem.

Pro investory a uživatele objektů jsou modulové fasády zajímavé zejména v bezpečnosti, spolehlivosti řešení a v maximálním komfortu a možnostech regulování vnitřního prostoru. Hlavně díky tomu, že výroba modulů je soustředěna do kontrolovatelného prostředí dílny, jednotlivé etapy výroby a montáže modulů probíhají za konstantních, optimálních podmínek, jak už zde bylo zmiňováno. To přináší vysokou bezpečnost a spolehlivost modulů po celou dobu jejich životnosti. Protože se moduly montují pro stavbu kompletní a zasklené, odpadají montážní úkony, spojené s montáží klasické sloupko-příčkové fasády – tmelení, lepení, zasklívání, osazování otevíravých prvků atd. Tím pádem je možné montovat modulové fasády téměř za skoro každých povětrnostních podmínek a snižují se nám nároky na zařízení na staveništi. Kompletně odpadá požadavek na lešení. U modulů je ve většině případů nutnost mít na stavbě k dispozici jeřáb, který moduly přesouvá na místo montáže, následně montážníci moduly kotví na předem připravené kotvy v oblasti stropních desek. Zásadní vliv na konečnou finanční náročnost kompletní fasády, mají právě zmiňované faktory, kde na jedné straně stojí sice zvýšené nároky na materiálové vstupy, na straně druhé však umožňuje úspory při montáži.

Jelikož máme možnost do jednotlivých modulů, zejména u dvojitých modulových fasád, integrovat kompletní zařízení a řídicí prvky pro kontrolu kvality vnitřního prostředí – protisluneční ochranu, větrání a vytápění, má díky tomu uživatel objektu k dispozici nadčasové řešení, které je velmi variabilní. Vnitřní členění modulů vychází z architektonického řešení, je možné do elementu integrovat jakoukoli výplň, otevírané i pevně prosklené části. Už při výrobě jednotlivých prvků modulové fasády jsou montovány všechny doplňkové konstrukce (protisluneční ochrana, kotvicí prvky pro navazující exteriérové konstrukce, poutače, reklamní plochy atd.). Jednotlivé moduly se pak na stavbě montují přes speciální průběžné EPDM těsnění, díky kterým bezchybně dosednou k sobě a zajišťující tak těsnost kompletní fasády. Díky tomuto spojení jednotlivých modulů přes EPDM těsnění má fasáda možnost absorbovat dilatační a

dynamické pohyby. Co se týká tepelně-technického hlediska, splňují modulové fasády ta nejnáročnější kritéria. Pro spojení profilů se používají systémové izolační můstky a v kombinaci s odpovídajícím zasklením profily a kompletní elementy vyhoví bez jakýchkoliv problémů všem požadavkům normy. Z hlediska ochrany proti hluku je situace obdobná a také je schopna splnit nejnáročnější kritéria. Pokud použijeme dostatečně kvalitní zasklení lze docílit vysokých hodnot útlumu. Dalším vynikajícím akustickým jevem jsou také hodnoty útlumu hluku mezi jednotlivými podlažími a ze sousedících prostorů (v rámci jednoho patra). To vyplývá ze samotného konstrukčního principu modulových fasád, kdy jsou od sebe jednotlivé moduly odděleny a ve vertikálním směru se obvykle navrhuje na výšku jednoho podlaží a tak nemůže docházet k přenosu hluku mezi jednotlivými moduly. Díky novým trendům ve stavebnictví, spočívajícím nejenom v tom, že se komplexně navrhuje celé objekty, v kritických termínech v realizační fázi, v garančních lhůtách a v bezpečnostních nárocích na fasády, se modulové fasády stávají pro některé typy objektů nutností.<sup>44</sup>



Obrázek č. 11 – Ukázka modulové fasády<sup>45</sup>

## 2.4. Rastrové fasády

U tohoto typu fasády je hlavní nosná konstrukce tvořena svislými sloupky kotvenými ke stavební konstrukci objektu. Mezi sloupky se následně vkládají vodorovné příčníky. Jakmile máme takto vytvořený a vyrovnaný rastr s osazeným těsněním, můžeme vkládat výplňové prvky – zasklení, okna, dveře či neprůhledné tepelněizolační výplně s možností variantního řešení vnější i vnitřní pohledové plochy. Výplňové prvky jsou drženy pomocí vnějších lišt nebo skrytých příchytek.

<sup>44</sup> <http://www.konstrukce.cz/clanek/modulove-fasady-novy-trend-nebo-nutnost/undefined/?265>

<sup>45</sup> <http://www.sipral.cz/cz/jednotka?uid=44>

„Podle způsobu jištění skel rozlišujeme fasády:

- *rastrové s vnějšími lištami – vyznačují se viditelnými lištami na vnější straně fasády v obou směrech. Vnější lišty mohou mít různou výšku, šířku i tvar;*
- *strukturální – mají výplňové prvky (nejčastěji se používají pro izolační dvojskla) fixovány speciálními příchytkami skrytými ve spárách mezi skly. Spáry jsou pak vytmeleny do úrovně vnějšího lince zasklení;*
- *polostrukturální – u nich jsou uplatněny oba principy, tj. kombinace lišt a tmelených spár.“*

Strukturální a polostrukturální fasády umožňují vytvářet architektonicky zajímavé prosklené plochy, ovšem kvůli požadavkům současných tepelnětechnických norem je možné je využívat jen v omezeně.

Výhodným prvkem u rastrových fasád je jejich návrh, v kterém je možné většinu detailů řešit systémově a tím pádem je to snadná a rychlá výroba.

Montáž není náročná, avšak z pravidla je vyžadováno na staveništi lešení nebo montážní lávky, kvůli kterému na rozdíl od modulových fasád potřebujeme více prostoru po obvodu realizovaného objektu. Nevýhodou je to, že je nutné na staveniště dopravit velké množství jednotlivých prvků, které se kompletují až při montáži, a tedy nám tu vzniká i vyšší riziko poškození, což klade vysoké nároky na kontrolu všech komponentů a dodržení kvality při montáži na stavbě.

Rastrové fasády umožňují vytvářet i tvarově složité konstrukce, velmi často je můžeme vidět při realizacích zimních zahrad.<sup>46</sup>



Obrázek č. 12 - Ukázka rastrové fasády<sup>47</sup>

<sup>46</sup> <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/fasada/rastrove-a-modulove-fasady>

<sup>47</sup> <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/fasada/rastrove-a-modulove-fasady>

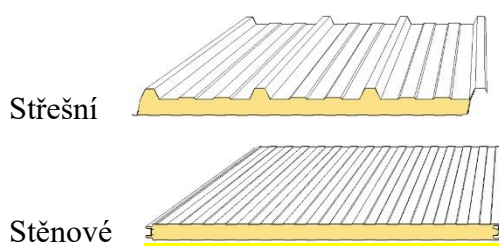
## 2.5. Sendvičové fasády

Jsou dalším typem prefabrikovaných fasád, které se montují víceméně v jedné operaci na nosnou konstrukci a tvoří tak obvodový plášť.

U základního provedení sendvičového panelu se bavíme o dvou vrstvách profilovaného plechu, nejčastěji ocelového pozinkovaného s povrchovou úpravou, které z obou stran uzavírají tepelnou izolaci. U některých typů může být jedna z krycích vrstev panelu nahrazená jiným materiálem např. střešní krytinovou fólií.

Sendvičové fasády se dají třídit z několika hledisek:

a) z hlediska funkce



Obrázek č. 13 - Sendvičové fasády střešní a stěnové<sup>48</sup>

b) dle druhu tepelného izolantu

- PUR - neboli pěnový polyuretan, jeho výroba probíhá přímo při výrobě panelů na lince. Má velmi nízkou objemovou hmotnost okolo 40 kg/m<sup>3</sup>, vynikající tepelnotechnické vlastnosti, kdy je jeho tepelná vodivost menší než 0,022 W/mK, uzavřené póry a tím je v podstatě nenasákavý
- PIR (IPN) – podobně jako u PUR se zde jedná o vypěňovaný materiál (u PIR o polyisokyanurát a u IPN o Isophenic), oba dva materiály mají podobné vlastnosti, ovšem PIR má podstatně lepší reakci na oheň a proto jsou tyto panely zpravidla lepší pro svojí vyšší požární odolnost i přesto, že mají oba dva materiály stejné objemové hmotnosti, tepelné vodivosti a nenasákavosti.
- Minerální vlna – využívají se speciální desky z minerální vlny, které mají velký podíl příčně orientovaných vláken, čehož jsme schopni dosáhnout buď díky speciální výrobě anebo tím, že řežeme klasické desky po segmentech, které se po otočení o 90° opět k sobě lepí a následně se

<sup>48</sup> <http://kovprof.cz/hlavni-stranka/sendvicove-panely/>

vlepují mezi profilované plechy. Objemová hmotnost se pohybuje mezi 90 až 120 kg/m<sup>3</sup>, tepelná vodivost je menší než 0,044 W/mK, nejlepší možná reakce na oheň je dle klasifikace - A2

- Pěnový polystyrén – používají se desky EPS, které jsou vyráběny samostatně a následně se vlepují mezi profilované plechy. Mají vyšší tepelnou vodivost než PUR, ale horší reakci na oheň

c) dle způsobu kotvení

- První typ s přiznaným šroubováním
- Druhý typ, u kterého je šroubování skryté

d) Dále je můžeme dělit podle jejich tloušťky, kdy se pohybujeme ve většině případů od 30 do 200 milimetrů a u mrazírenských typů může být tloušťka i vyšší.

V dnešní době je sendvičový panel velmi žádaným typem pláštěů pro montážně jednoduché, rychlé a i co se týká cenového hlediska výhodné řešení zateplených obvodových a střešních pláštěů budov.

Nyní si rozebereme jednotlivé části panelu, který se konstrukčně skládá z vnějšího a vnitřního pláště a z izolačního jádra.

Plášť panelu je nejčastěji vyráběn z plechu, ale může být i ze střešní PVC krytiny, TPO folie, lepenky, AL folie, laminátu apod. podle účelu určení. Plech je ve většině případů ocelový pozinkovaný a potažený duroplastem, ale může být i z jiných materiálů jako je nerez, hliník, měď apod. Tloušťka plechu je závislá na typu panelu a na materiálu, z kterého je vyroben a pohybuje se obvykle od 0,4 mm do 0,6 mm a u střešních speciálních sendvičových panelů může dosahovat až po 1,5 mm. Nejběžněji se u stěnových panelů používá pro interiérový plášť 0,4 mm nebo 0,5 mm a pro exteriérový 0,5 mm nebo 0,6 mm. U klasických střešních panelů se to z pravidla moc neliší a hodnoty se pohybují pro exteriérový plášť okolo 0,6 mm a pro vnitřní plášť 0,5 mm.

Izolační jádro sendvičového panelu se může skládat z různých typů tepelněizolačních materiálů například z polyuretanové pěny (PUR), z dalších podobných pěn, které mají lepší hodnotu reakce na oheň, jako jsou pěny PIR (polyisokyanurát) a IPN (Isophenic), z desek z minerální vlny (MW), popřípadě z pěněného.

Vlastnosti typu jádra:

- a) Polyuretanová pěna (PUR)
  - objemová hmotnost  $\rho = \text{cca } 38 - 40 \text{ kg/m}^3$
  - tepelná vodivost  $\lambda \leq 0,026 \text{ W/mK}$
  - reakce na oheň – třída D
- b) PIR, (IPN)
  - objemová hmotnost  $\rho = \text{cca } 38 - 40 \text{ kg/m}^3$
  - tepelná vodivost  $\lambda = \text{cca } 0,025 \text{ W/mK}$
  - reakce na oheň – třída C
- c) Minerální vlna (MW)
  - objemová hmotnost  $\rho = \text{cca } 80 - 90 \text{ kg/m}^3$
  - tepelná vodivost  $\lambda \leq \text{cca } 0,04 \text{ W/mK}$
  - reakce na oheň – třída A1

Na povrchovou úpravu vnějšího pláště u sendvičových panelů se nejčastěji používá z exteriéru polyesterový lak (SP) 25  $\mu\text{m}$ , který se vyrábí ve standardních odstínech a z interiéru polyesterový lak pro vnitřní použití (DU) 12 – 15  $\mu\text{m}$ , který je vyráběn v odstínu blízkému RAL 9002. Panely je, ale možné dodávat ve všech typech povlakování, jedná se pouze o to co která výrobná má ve standardu. Ovšem v případě, že se jedná o neobvykle velké množství, je škála, ve které je možné vybírat finální povrchovou úpravu sendvičového panelu velmi široká. Můžeme objednávat široké množství odstínů a provedení povrchových úprav. Ovšem u některých ušlechtilých materiálů, nerez, měď, se povrchová úprava neprovádí.

Pláště sendvičových panelů jsou ve výrobnách profilovány do různých tvarů profilací, typy profilací jsou vždy vlastní té které výrobně. U interiérového plechu není takový výběr a je možné většinou vybírat z jedné až ze dvou typů profilací, u exteriérové strany panelů je pak výběr větší a je tedy možné většinou vybírat z více typů profilací, popřípadě je některé panely možné dodat i v hladkém provedení (bez profilace), ale u těch musí být ve většině případů větší tloušťkou pláště anebo jejich profilaci variantně měnit.

Stěnové sendvičové panely se mohou vyrábět ve dvou různých provedeních, kdy u prvního typu máme panely s přiznaným kotvením (šroubováním) a u druhého typu panely se skrytým kotvením kdy je kotevní šroub skrytý v zámku panelů.

Panely mohou být využívány jak ve svislé tak ve vodorovné orientaci kladení. Pokud je používáme pro svislou orientaci, jsou výhodné panely se skrytým šroubováním, vnější líc je pak bez viditelných hlaviček šroubů. Pokud panely klademe ve vodorovné orientaci, použití panelů se skrytým šroubováním většinou nedává smysl, jelikož u větších roztečí podpor se množství kotevních prvků potřebných pro správnou montáž do zámku panelu nevejde a proto je nutné panely kotvit i skrz, kryt svislé spáry pak kotevní šrouby stejně skryje.

Je velmi důležité, aby panely byly dimenzovány jak na zatížení od větru sáním tak i na jeho tlakovou složku. U sání může při vodorovném kladení sendvičových panelů, docházet k nutnosti použití mezipodpory na nároží. Kotvení sendvičových panelů je prováděno pomocí speciálních šroubů, které mají 2 závity. Spodní závit kotví panel do nosné konstrukce, horní závit zajistí pevný a vodotěsný spoj mezi horním plechem panelu a těsněním šroubu.<sup>49</sup>



Obrázek č. 14 - Ukázka sendvičový fasáda<sup>50</sup>

---

<sup>49</sup> <http://kovprof.cz/hlavni-stranka/sendvicove-panely/>

<sup>50</sup> <https://www.kingspan.com/cz/cs-cz/produkty/izolacni-sendvicove-panely/projekty-a-reference/clancy-radiators>



### 3. Vícekriteriální analýza

Nejdůležitějším prvkem, na kterém je založena teorie vícekriteriálního rozhodování, je matematické modelování, i když pro zvládnutí základů vícekriteriálních optimalizačních technik je možné vystačit s matematikou velmi jednoduchou. Díky využití matematiky za cenu vynaložení jisté námahy při studiu, získáme ve spoustu situacích optimální rozhodnutí v situacích, které svou složitostí jinak přímo svádějí k řešení metodou diskuze až do naprosté únavy. Tomu, že rozhodneme u vícekriteriální analýzy, rozumíme tak že vybereme jednu variantu ze seznamu v dané situaci potenciálně realizovatelných variant na základě využití většího množství kritérií.

Vedle seznamu použitých kritérií, které nepřímou formulují cíl rozhodovací analýzy, je nezbytné mít k dispozici i seznam uvažovaných variant, z nichž rozhodnutí vybíráme. Tento seznam může být zadán explicitně, jako výčet konečného počtu možností, nebo implicitně specifikací podmínek, které musí rozhodovací varianta splňovat, aby mohla být považována za variantu, vedoucí k přípustnému cíli. Ani v tomto okamžiku rozhodovacího procesu se většinou nelze vyhnout subjektivním vlivům případně i zjišťování mínění expertů či zadavatele úlohy.<sup>51</sup> Varianty jsou tedy vlastně konkrétní rozhodovací možnosti, které jsou předmětem vlastního rozhodování, je možné je realizovat a jsou tedy dosažitelné.

Dalším zmiňovaným pojmem jsou kritéria, což je hledisko hodnocení variant a rozlišujeme je podle dvou hledisek. Za prvé podle jejich povahy a za druhé podle kvantifikovatelnosti. Je důležité, aby veškerá kritéria byla nezávislá, měla by pokrývat všechny hlediska daného výběru, ale zároveň je důležité, aby jich nebylo zbytečně mnoho, aby se problém nestal naprosto nepřehledným.

Dělení podle povahy jsou tedy:

- Kritéria maximalizační, u kterých je nejlepší variantou ta, která má dle daného kritéria nejvyšší hodnotu.
- Kritéria minimalizační, které jsou přesným opakem kritéria maximalizačního a je tedy zřejmé, že nejlepší varianty v tomto případě budou mít nejnižší hodnotu podle tohoto kritéria.

---

<sup>51</sup> [https://korviny.cz/Korviny/soubory/teorie\\_mca.pdf](https://korviny.cz/Korviny/soubory/teorie_mca.pdf)

Dělení podle kvantifikovatelnosti máme:

- Kritéria kvantitativní, u tohoto typu kritérií jsou hodnoty variant jasně měřitelné údaje, z toho důvodu se tyto kritéria také jinak nazývají objektivními.
- Kritéria kvalitativní, u kritérií kvalitativních není možné hodnoty jednotlivých variant objektivně změřit, často se tedy jedná o hodnoty subjektivně zvolené nebo odhadnuté uživatelem, proto se tato kritéria občas nazývají jako kritéria subjektivní.

U kritérií je dalším důležitým pojmem preference kritérií, která vlastně vyjadřuje rozdílnou důležitost jednotlivých kritérií v porovnání s ostatními kritérii. Tyto preference se vyjadřují různými způsoby a můžeme tedy například stanovit:

- aspirační úrovně kritérií, u kterých řešíme pouze, zda je dosaženo požadované hodnoty
- pořadí jednotlivých kritérií
- váhy kritérií, u kterých se snažíme vyjádřit relativní důležitost jednotlivých kritérií v porovnání s ostatními. A součet těchto vah musí být v součtu roven jedné.<sup>52</sup>

#### „Metoda kvantitativního párového srovnání kritérií (Saatyho metoda)“

Při vytváření matice párových srovnání  $S = (s_{ij})$ , kdy  $i, j = 1, 2, \dots, k$ , se často používá stupnice 1, 2, ..., 9 a reciproké hodnoty. Prvky matice  $s_{ij}$  jsou interpretovány jako odhady podílu vah  $i$ -tého a  $j$ -tého kritéria.

$$S_{ij} \approx \frac{v_i}{v_j}; i, j = 1, 2, \dots, k$$

Této matici se říká Saatyho matice.

Důvody pro zvolený rozsah stupnice jsou okolnosti, že všechny prvky by měly být stejného řádu; existuje i odpovídající vhodná verbální stupnice:

1 – rovnocenná kritéria  $i$  a  $j$

3 – slabě preferované kritérium  $i$  před  $j$

5 – silně preferované kritérium  $i$  před  $j$

7 – velmi silně preferované kritérium  $i$  před  $j$

9 – absolutně preferované kritérium  $i$  před  $j$

---

<sup>52</sup> BROŽOVÁ, Helena, Milan HOUŠKA a Tomáš ŠUBRT. *Modely pro vícekritériální rozhodování*. Praha: Credit, 2003. ISBN 80-213-1019-7.

Hodnoty 2, 4, 6, 8 vyjadřují mezistupně.

Předpokládejme, že máme definovány prvky (kritéria)  $f_1, f_2, \dots, f_k$ . Vzájemným porovnáním těchto prvků sestavil uživatel matici párových porovnání  $S = (s_{ij})$ , při  $i, j = 1, 2, \dots, k$ . Otázkou však nyní zůstává, jakým způsobem budou z matice párových porovnání odvozeny váhy (preferenční indexy) těchto prvků (kritérií). Vektor jejich hodnot označíme  $v = (v_1, v_2, \dots, v_k)$ .

Matice párových porovnání  $S$  obsahuje kvantifikované informace od uživatele o vztahu jednotlivých dvojic prvků. Prvek  $s_{ij}$  této matice můžeme interpretovat v podstatě jako poměr důležitosti prvků  $f_i$  a  $f_j$ . Z tohoto určení tedy vyplývají vlastnosti prvků této matice:

- prvky na diagonále  $s_{ii} = 1$  při  $i = 1, 2, \dots, k$
- matice  $S$  je reciproční matice – platí tedy:  $s_{ij} = 1/s_{ji}$
- Matici  $S$  můžeme tedy zapsat následovně

$$\begin{matrix} & f_1 & f_2 & \dots & f_k \\ f_1 & \left[ \begin{array}{cccc} 1 & s_{12} & \dots & s_{1k} \\ 1/s_{12} & 1 & \dots & s_{2k} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1/s_{1k} & 1/s_{2k} & \dots & 1 \end{array} \right. \\ f_2 & & & & \\ \vdots & & & & \\ f_k & & & & \end{matrix}$$

### Určení vah kritérií

Jednoduchý způsob určení vah kritérií ze zadané matice  $S$  spočívá ve výpočtu geometrického průměru každého řádku této matice

$$g_i = \sqrt[k]{\prod_{j=1}^k s_{ij}}; \quad i, j = 1, 2, \dots, k$$

a následně normalizace určených vah, tak aby byla splněna podmínka

$$\sum_{i=1}^k v_i = 1; \quad v_i \geq 0$$

Normalizovat můžeme například jednoduchým vztahem

$$v_i = \frac{g_i}{\sum_{i=1}^k g_i}; \quad i, j = 1, 2, \dots, k$$

“ 53

<sup>53</sup> [https://korviny.cz/Korviny/soubory/teorie\\_mca.pdf](https://korviny.cz/Korviny/soubory/teorie_mca.pdf) str. 23 - 25

## **4. Vícekriteriální analýza návrhu fasády**

### **4.1. Specifikace jednotlivých kritérií**

V této kapitole se budu zabývat specifikacemi jednotlivých kritérií, které dále budu využívat ve vícekriteriální analýze. Jedná se zde o různé druhy kritérií, kdy některé jsou jasně stanovené hodnotami a jiná jsou vyhodnocena na základě studia k této diplomové práci.

#### **4.1.1. Cena**

Jedním z hlavních kritérií je v dnešní době samozřejmě cena. V první řadě budeme uvažovat o soukromém sektoru, kde se samozřejmě objevují případy, kdy je pro investora primární jiné kritérium, anebo z důvodu získání dotace na realizovanou zakázku, není nutné se finanční stránkou zabývat v první řadě. Následně máme sektor druhý a to státní, kde se pokud jsou splněny veškeré požadavky dle projektové dokumentace nebo smlouvy, řeší ve většině případů jako hlavní a určující kritérium cena.

Pro hodnocení jednotlivých typů fasád z hlediska ceny budeme uvažovat, kolik nás bude stát 1 m<sup>2</sup> hotové fasády, včetně jádrové omítky, tepelné izolace a obvodové konstrukce u omítek a provětrávané fasády, která bude ovšem bez jádrové omítky. Uváděné ceny jsou tedy za celou skladbu kromě vnitřních povrchových úprav a jsou bez DPH.

#### **4.1.2. Odolnost vůči mechanickému poškození**

V tomto bodě nám jde především o to, jak jsou jednotlivé typy fasád odolné vůči mechanickému poškození člověkem.

#### **4.1.3. Možnost výměny nebo částečné opravy**

Zde je pro nás nejdůležitější zda v případě, kdy máme realizovanou fasádu a dojde k nějakému problému například ke zničení jednotlivých modulů, desek nebo poškození omítky je možné je bez problému vyměnit či opravit a zachová se stejný vzhled objektu.

#### **4.1.4. Životnost**

U životnosti nás bude zajímat technická životnost stavby. Ta je definována tak, že se jedná o životnost od vzniku stavby až do jejího zániku, neboli do doby, kdy i za běžné údržby dojde k tomu, že fasáda již nesplňuje svojí funkci. Dalším hlediskem, který by nás mohl u fasád teoreticky zajímat je morální životnost objektu, jelikož fasáda je vlastně obálka budovy a tím pádem ovlivňuje esteticky své okolí a u morální životnosti řešíme chvíli, kdy například objekt již nebude esteticky vyhovovat současnosti.

#### **4.1.5. Odolnost vůči přírodním vlivům a její údržba**

V tomto bodě nám jde především o to, jak jsou jednotlivé typy fasád odolné vůči poškození klimatickými vlivy, jako jsou například déšť, vítr a UV záření. Zároveň nás bude zajímat, zda jsou materiály odolné vůči plísním, houbám a hmyzu.

#### **4.1.6. Požární odolnost**

V současnosti se u konstrukcí řeší hodnota reakce na oheň, a proto pro porovnání jednotlivých variant budeme využívat tuto hodnotu. U reakce na oheň mohou mít jednotlivé typy fasád hodnocení od A1, které je nejlepší až po F, které je nejhorší.

#### **4.1.7. Proveditelnost detailů**

U tohoto kritéria se jedná o to, zda s daným systémem je možné dosáhnout přesných a správně udělaných detailů a pokud toto řešení není pouze teoretické, ale i praktické.

#### **4.1.8. Estetické hledisko**

U estetického hlediska nás nejvíce zajímá to, aby budova byla reprezentativní. Úskalím tohoto hlediska je subjektivita názoru autora diplomové práce.

## 4.2. Specifikace jednotlivých variant

V následující kapitole budou rozepsány jednotlivé varianty fasád a budou u nich vypsány hodnocení týkající se jednotlivých kritérií, která vedou k ohodnocení toho, jak jednotlivé varianty splňují daná kritéria.

### 4.2.1. KVK jednovrstvá štuková omítka strojní ruční 0330 KU

Jedná se o vápenocementovou omítku pro vnitřní a vnější omítky v tloušťce 5 – 10 mm. Skladba této varianty je obvodové zdivo tloušťky 300 mm, minerální izolace 160 mm a vápenocementová omítka s armovací tkaninou v tloušťce 5-10mm.

- A. Cena:** Přibližná cena za skladbu s touto omítkou je 1783,99,- Kč/m<sup>2</sup>
- B. Odolnost vůči mechanickému poškození:** Z důvodu silné vrstvy omítky je u ní ze zvolených typů fasád největší pravděpodobnost vzniku trhlin, a pokud dojde ke kolizi má i největší pravděpodobnost vzniku poškození fasády a proto má tato varianta z vybraných nejnižší hodnocení.
- C. Možnost výměny nebo částečné opravy:** Pokud dojde k poškození, odfouknutí omítky apod. je možné jí částečně otlouct a následně opravit, ale pro dosažení stejného vzhledu je nutné provést finální vrstvu v celé ploše.
- D. Životnost:** Dle toho, že omítka vydrží 10 cyklů zmrazování a rozmrazování počítám její životnost tedy na 10 let.
- E. Odolnost vůči přírodním vlivům a možnost údržby:** Není odolná vůči plísním, houbám a z hlediska údržby je z možných variant fasád nejnáročnější.
- F. Požární odolnost:** štuková omítka je zařazena do třídy reakce na oheň A1
- G. Proveditelnost detailů:** Jelikož se tato omítka vyrábí v největších vrstvách a obecně u omítek není obecně možné docílit bezchybného provedení detailů, má tato varianta nejnižší hodnocení.
- H. Estetické hledisko:** Z dnešního pohledu už se nejedná o esteticky zajímavou finální úpravu fasády. Její nejlepší využití z estetického hlediska by bylo pro památkově chráněné objekty, které v této práci nejsou řešeny. Bude tedy mít nejnižší hodnocení z možných variant.

### 4.2.2. Silikátová tenkovrstvá omítka weber.pas silikát

Skladba této varianty je obvodové zdivo tloušťky 300 mm, minerální izolace 160 mm, lepidlo s armovací tkaninou a silikátová omítka.

- A. Cena:** Přibližná cena za skladbu s touto omítkou je 2308,99,- Kč/m<sup>2</sup>
- B. Odolnost vůči mechanickému poškození:** Stejně jako ostatní tenkovrstvé omítky je náchylná ke kolizím a může dojít k poškození nebo odfouknutí omítky a následnému opadávání. Z hlediska mechanického poškození jsou na tom tenkovrstvé omítky o něco lépe než klasické štukové.
- C. Možnost výměny nebo částečné opravy:** Pokud dojde k poškození, odfouknutí omítky apod. je možné jí částečně otlouct a následně opravit, ale pro dosažení stejného vzhledu je nutné provést finální vrstvu v celé ploše.
- D. Životnost:** Její životnost je vyšší než u akrylátové a štukové a pohybuje se okolo 15 let.
- E. Odolnost vůči přírodním vlivům a možnost údržby:** Je přirozeně odolná vůči plísním a houbám, ale není samočistící a je tedy nutné jí čistit. Zároveň, kvůli své nižší pružnosti je náchylná ke vzniku trhlin.
- F. Požární odolnost:** Silikátová omítka je řazena do třídy reakce na oheň A2
- G. Proveditelnost detailů:** Stejně jako u ostatních tenkovrstvých omítek je zde proveditelnost detailů lepší než u štukové, jelikož jsou lépe zpracovatelné a provádí se v menší vrstvě, ale stále zde narážíme na problém podkladu a to, že je omítka zpracována na stavbě.
- H. Estetické hledisko:** Tenkovrstvé omítky jsou z hlediska estetického vnímání zajímavější než omítky štukové a sendvičové panely, avšak u provětrávaných a modulových fasád je možnost využití zajímavějších materiálů. V rámci tenkovrstvých omítek lze jednotlivé typy porovnávat, akorát na základě barevného odstínu, přičemž silikátová omítka je v tomto ohledu velmi omezená.

#### 4.2.3. Silikonová tenkovrstvá omítka weber.pas silikon

Skladba této varianty je obvodové zdivo tloušťky 300 mm, minerální izolace 160 mm, lepidlo s armovací tkaninou a silikonová omítka.

- A. Cena:** Přibližná cena za skladbu s touto omítkou je 2315,99,- Kč/m<sup>2</sup>
- B. Odolnost vůči mechanickému poškození:** Stejně jako ostatní tenkovrstvé omítky je náchylná ke kolizím a může dojít k poškození nebo odfouknutí omítky a následnému opadávání. Z hlediska mechanického poškození jsou na tom tenkovrstvé omítky o něco lépe než klasické štukové.

- C. Možnost výměny nebo částečné opravy:** Pokud dojde k poškození, odfouknutí omítky apod. je možné jí částečně otlouct a následně opravit, ale pro dosažení stejného vzhledu je nutné provést finální vrstvu v celé ploše.
- D. Životnost:** Její životnost je nejvyšší z posuzovaných tenkovrstvých omítek a pohybuje se okolo 25 let.
- E. Odolnost vůči přírodním vlivům a možnost údržby:** Mezi její obrovskou výhodou patří její samočistící efekt. Bohužel ovšem nemá přirozenou odolnost vůči plísním a houbám a je nutné ji po přibližně 5 letech opatřit nátěrem díky, kterému tuto odolnost získá.
- F. Požární odolnost:** Silikonová omítka je řazena do třídy reakce na oheň A2
- G. Proveditelnost detailů:** Stejně jako u ostatních tenkovrstvých omítek je zde proveditelnost detailů lepší než u štukové, jelikož jsou lépe zpracovatelné a provádí se v menší vrstvě, ale stále zde narážíme na problém podkladu a to, že je omítka zpracována na stavbě.
- H. Estetické hledisko:** Tenkovrstvé omítky jsou z hlediska estetického vnímání zajímavější než omítky štukové a sendvičové panely, avšak u provětrávaných a modulových fasád je možnost využití zajímavějších materiálů. V rámci tenkovrstvých omítek lze jednotlivé typy porovnávat, akorát na základě barevného odstínu, přičemž silikonová omítka má větší množství použitelných barevných odstínů než silikátová.

#### 4.2.4. Silikon-silikátová tenkovrstvá omítka PCI Multiputz ZX

Skladba této varianty je obvodové zdivo tloušťky 300 mm, minerální izolace 160 mm, lepidlo s armovací tkaninou a silikon-silikátová omítka.

- A. Cena:** Přibližná cena za skladbu s touto omítkou je 2299,99,- Kč/m<sup>2</sup>
- B. Odolnost vůči mechanickému poškození:** Stejně jako ostatní tenkovrstvé omítky je náchylná ke kolizím a může dojít k poškození nebo odfouknutí omítky a následnému opadávání. Z hlediska mechanického poškození jsou na tom tenkovrstvé omítky o něco lépe než klasické štukové.
- C. Možnost výměny nebo částečné opravy:** Pokud dojde k poškození, odfouknutí omítky apod. je možné jí částečně otlouct a následně opravit, ale pro dosažení stejného vzhledu je nutné provést finální vrstvu v celé ploše.
- D. Životnost:** Její životnost je okolo 20 let.



- E. Odolnost vůči přírodním vlivům a možnost údržby:** Z tenkovrstvých omítek má v tomto směru nejlepší vlastnosti, jelikož je samočisticí díky přidanému silikonu a stejně jako silikátová omítka má přirozenou ochranu proti plísním a houbám.
- F. Požární odolnost:** Silikon-silikátová omítka je řazena do třídy reakce na oheň A2
- G. Proveditelnost detailů:** Stejně jako u ostatních tenkovrstvých omítek je zde proveditelnost detailů lepší než u štukové, jelikož jsou lépe zpracovatelné a provádí se v menší vrstvě, ale stále zde narážíme na problém podkladu a to, že je omítka zpracována na stavbě.
- H. Estetické hledisko:** Tenkovrstvé omítky jsou z hlediska estetického vnímání zajímavější než omítky štukové a sendvičové panely, avšak u provětrávaných a modulových fasád je možnost využití zajímavějších materiálů. V rámci tenkovrstvých omítek lze jednotlivé typy porovnávat, akorát na základě barevného odstínu, přičemž silikon-silikátová omítka je v tomto ohledu velmi omezená stejně jako omítka silikátová.

#### 4.2.5. Akrylátová tenkovrstvá omítka weber.pas akrylat

Skladba této varianty je obvodové zdivo tloušťky 300 mm, minerální izolace 160 mm, lepidlo s armovací tkaninou a akrylátová omítka.

- A. Cena:** Přibližná cena za skladbu s touto omítkou je 2063,99,- Kč/m<sup>2</sup>
- B. Odolnost vůči mechanickému poškození:** Stejně jako ostatní tenkovrstvé omítky je náchylná ke kolizím a může dojít k poškození nebo odfouknutí omítky a následnému opadávání. Z hlediska mechanického poškození jsou na tom tenkovrstvé omítky o něco lépe než klasické štukové.
- C. Možnost výměny nebo částečné opravy:** Pokud dojde k poškození, odfouknutí omítky apod. je možné jí částečně otlouct a následně opravit, ale pro dosažení stejného vzhledu je nutné provést finální vrstvu v celé ploše.
- D. Životnost:** Ze zvolených tenkovrstvých omítek má nejnižší životnost a pohybuje se mezi 10-15 lety.
- E. Odolnost vůči přírodním vlivům a možnost údržby:** Z tenkovrstvých omítek se akrylátová omítka nejvíce špiní a nemá odolnost vůči plísním a houbám a je tedy nutné ji každých 5 let opatřit nátěrem.
- F. Požární odolnost:** Akrylátová omítka je řazena do třídy reakce na oheň A2

**G. Proveditelnost detailů:** Stejně jako u ostatních tenkovrstvých omítek je zde proveditelnost detailů lepší než u štukové, jelikož jsou lépe zpracovatelné a provádí se v menší vrstvě, ale stále zde narážíme na problém podkladu a to, že je omítka zpracována na stavbě.

**H. Estetické hledisko:** Tenkovrstvé omítky jsou z hlediska estetického vnímání zajímavější než omítky štukové a sendvičové panely, avšak u provětrávaných a modulových fasád je možnost využití zajímavějších materiálů. V rámci tenkovrstvých omítek lze jednotlivé typy porovnávat, akorát na základě barevného odstínu, přičemž akrylátová omítka má největší možný výběr barevného provedení z tenkovrstvých omítek.

#### 4.2.6. Provětrávaná fasáda z sklovláknobetonových desek

Skladba této varianty je obvodové zdivo tloušťky 300 mm, minerální izolace 160 mm, provětrávaná mezera a sklovláknobetonové desky jako finální povrchová úprava.

**A. Cena:** Přibližná cena za skladbu s tímto typem desek je 6176,- Kč/m<sup>2</sup>

**B. Odolnost vůči mechanickému poškození:** Sklovláknobetonové desky jsou vůči mechanickému poškození velmi odolné. Budou tedy společně s modulovými fasádami a sendvičovými panely nejodolnější.

**C. Možnost výměny nebo částečné opravy:** Díky tomu, že se jedná o desky na rastrové konstrukci, není zde problém s výměnou jednotlivých desek.

**D. Životnost:** U provětrávaných fasád se sklovláknobetonovými deskami se životnost pohybuje okolo 30 let.

**E. Odolnost vůči přírodním vlivům a možnost údržby:** Sklovláknocementové desky jsou bezúdržbové a odolné vůči plísním a houbám. Jediným problémem je, kvůli provětrávané mezeře možnost poškození hmyzem, který může zakládat hnízda pod finální povrchovou vrstvou.

**F. Požární odolnost:** Provětrávaná fasáda ze sklovláknobetonových desek je řazena do třídy reakce na oheň A1

**G. Proveditelnost detailů:** Jelikož se jedná o fasádní systém, vyrábí se pro jednotlivé realizace kladečský plán a veškeré detaily by měli být v něm řešené.

**H. Estetické hledisko:** Z estetického hlediska se jedná o zajímavý materiál, jelikož je možné vyrábět desky s různou strukturou, reliéfy nebo například potisky. Je zde možnost i výběru z velké škály barevných odstínů a velikostních formátů.

#### 4.2.7. Stěnový izolační panel KS1000 AWP

Skladba je tvořena pouze sendvičovým panelem, který se skládá z vnějšího plechu, izolačního jádra a vnitřního plechu.

- A. Cena:** Cena za sendvičový panel je i s prací přibližně 1150,- Kč/m<sup>2</sup>
- B. Odolnost vůči mechanickému poškození:** Sendvičové panely jsou vůči mechanickému poškození velmi odolné. Budou tedy společně s modulovými fasádami a sklovláknobetonovými deskami nejodolnější.
- C. Možnost výměny nebo částečné opravy:** Jelikož jsou jednotlivé panely spojené do sebe, bude možnost výměny nebo částečné opravy složitější než u provětrávané fasády.
- D. Životnost:** U sendvičového panelu je deklarována životnost 40 let.
- E. Odolnost vůči přírodním vlivům a možnost údržby:** Z tohoto hlediska budou sendvičové panely společně s modulovými fasádami nejodolnější, jelikož jsou odolné vůči plísním, houbám a zároveň jsou bezúdržbové a díky nepřístupnosti zde nevzniká šance pro hnízdění hmyzu jako u provětrávané fasády.
- F. Požární odolnost:** B1
- G. Proveditelnost detailů:** tento typ fasádního systému není možné používat na objekty, kde jsou složité detaily, ale pro jednodušší stavby, kde je možné tento typ použít je vše řešeno systémově a neměl by vzniknout problém s proveditelností detailů.
- H. Estetické hledisko:** Z estetického hlediska se jedná o esteticky nezajímavé panely, které jsou vhodné pro použití na haly, kde jsou přípustné, ale pro použití u jiných objektů jsou esteticky mezi nejhoršími z porovnávaných variant.

#### 4.2.8. Modulová fasáda Sipral se sklobetonovými deskami

Tento typ je tvořen pouze modulem, který je vyráběný a na stavbu dovážen pouze jako celek.

- A. Cena:** Cena této modulové fasády se pohybuje okolo 9000,- Kč/m<sup>2</sup>
- B. Odolnost vůči mechanickému poškození:** Modulové fasády jsou vůči mechanickému poškození velmi odolné. Budou tedy společně se sendvičovými panely a sklovláknobetonovými deskami nejodolnější.
- C. Možnost výměny nebo částečné opravy:** Jelikož jsou jednotlivé moduly spojené do sebe, bude možnost výměny nebo částečné opravy složitější než u provětrávané fasády.

- D. Životnost:** U modulových fasád se životnost pohybuje stejně jako u sendvičových panelů okolo 40 let.
- E. Odolnost vůči přírodním vlivům a možnost údržby:** Z tohoto hlediska budou sendvičové panely společně s modulovými fasádami nejdolnější, jelikož jsou odolné vůči plísním, houbám a zároveň jsou bezúdržbové a díky nepřístupnosti zde nevzniká šance pro hnízdění hmyzu jako u provětrávané fasády.
- F. Požární odolnost:** A1
- G. Proveditelnost detailů:** Jsou nejlepší možnou variantou z porovnávaných typů pro složité detaily, jelikož jsou veškeré moduly vyráběny dle 3D dokumentace. Na stavbě tedy nemůže dojít k tomu, že by nebylo možné provést některé detaily, jelikož jsou tyto moduly vyráběny přímo na míru.
- H. Estetické hledisko:** Modulové fasády jsou zajímavý materiál, jelikož je možné vyrábět moduly s různou strukturou, reliéfy nebo například potisky. Je zde možnost i výběru z velké škály barevných odstínů. Další výhodou je to, že je možné s nimi vytvářet jakékoliv zajímavé tvary objektů.

#### 4.2.9 Tabulka výsledných ohodnocení pro jednotlivé varianty a kritéria

	Cena	Odolnost vůči mechanickému poškození	Možnost výměny nebo částečné opravy	Životnost	Odolnost vůči přírodním vlivům a možnost údržby	Reakce na oheň	Proveditelnost detailů	Estetické hledisko
Vápenocementová omítka	6	1	1	1	1	7	1	2
Silikátová omítka	4	3	2	3	2	4	3	3
Silikonová omítka	4	3	2	5	3	4	3	4
Silikon-silikátová omítka	4	3	2	4	3	4	3	3
Akrylová omítka	5	3	2	2	1	4	3	5
Sklobetonová provětrávaná fasáda	2	5	7	6	5	7	5	7
Modulová fasáda	1	7	5	7	7	7	7	7
sendvičový panel KS1000 AWP	7	7	5	7	7	2	4	1

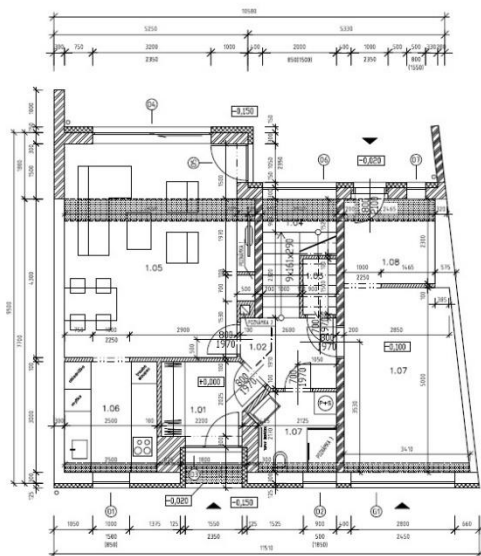
Tabulka č. 3 – Tabulka výsledných ohodnocení pro jednotlivé varianty a kritéria

### 4.3. Optimální návrh varianty pro jednotlivá řešení

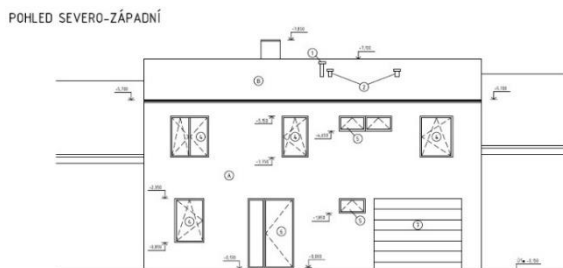
V kapitole optimální návrhy pro jednotlivá řešení se budu zabývat vybranými objekty. Pro každý objekt budu pomocí vícekriteriální analýzy vyhodnocovat nejvhodnější variantu řešení fasády.

#### 4.3.1. Rodinný dům

Jedná se o klasický dvoupodlažní řadový dům v Poděbradech s přístupem do objektu z ulice Na Vinici, u kterého nás bude zajímat v první řadě cena a na druhém místě životnost, jelikož v případě, kdy si investor staví rodinný dům, tak je přesvědčen, že každá část stavby, tedy i fasáda, jsou na celý život. U tohoto objektu se bude jednat přibližně asi o 150 m<sup>2</sup> fasády, která bude prováděna na obvodové zdivo. Půdorysné rozměry rodinného domu jsou přibližně 11,5 na 9,5 metru. Půdorys a pohled na referenční stavbu je níže a ve větším měřítku v příloze.



Obrázek č. 15 - Půdorys rodinného domu



Obrázek č. 16 - Pohled severo-západní rodinné domu<sup>54</sup>

<sup>54</sup> Obrázek č. 15 a 16 – Agentura B.K.R. spol. s r.o.

Pro tento objekt jsem jako varianty, které by mohly vést k optimálnímu řešení, zvolil:

1. silikátová tenkovrstvá omítka weber.pas silikát
2. silikonová tenkovrstvá omítka weber.pas silikon
3. silikonsilikátová tenkovrstvá omítka PCI Multiputz ZX
4. akrylátová tenkovrstvá omítka weber.pas akrylat
5. KVK jednovrstvá štuková omítka strojní ruční 0330 KU
6. provětrávaná fasáda se sklobetonovými deskami

Dle získaných poznatků v teoretické části si stanovíme hodnoty pro jednotlivá kritéria, které se vztahují k prvnímu řešenému objektu a tím je rodinný dům. Začneme vypracováním Saatyho kriteriální matice:

		Cena	Odolnost vůči mechanickému poškození	Možnost výměny nebo částečné opravy	Životnost	Odolnost vůči přírodním vlivům a možnost údržby	Reakce na oheň	Proveditelnost detailů	Estetické hledisko
		A	B	C	D	E	F	G	H
Cena	A	1	5	5	2	3	7	7	9
Odolnost vůči mechanickému poškození	B	1/5	1	1	1/4	1/3	3	3	5
Možnost výměny nebo částečné opravy	C	1/5	1	1	1/4	1/3	3	3	5
Životnost	D	1/2	4	4	1	1/2	6	6	8
Odolnost vůči přírodním vlivům a možnost opravy	E	1/3	3	3	1/2	1	5	5	7
Reakce na oheň	F	1/7	1/3	1/3	1/6	1/5	1	1	3
Proveditelnost detailů	G	1/7	1/3	1/3	1/6	1/5	1	1	3
Estetické hledisko	H	1/9	1/5	1/5	1/8	1/5	1/3	1/3	1

Tabulka č. 4 – Tabulka Saatyho kriteriální matice (rodinný dům)

Po vypracování Saatyho matice následuje výpočet geometrického průměru každého řádku této matice:

$$g_i = \sqrt[k]{\prod_{j=1}^k s_{ij}}; \quad i, j = 1, 2, \dots, k$$

$$g_a = \sqrt[8]{1 * 5 * 5 * 2 * 3 * 7 * 7 * 9} = 4,00$$

$$g_b = \sqrt[8]{\frac{1}{5} * 1 * 1 * \frac{1}{4} * \frac{1}{3} * 3 * 3 * 5} = 0,96$$

$$g_c = \sqrt[8]{\frac{1}{5} * 1 * 1 * \frac{1}{4} * \frac{1}{3} * 3 * 3 * 5} = 0,96$$

$$g_d = \sqrt[8]{\frac{1}{2} * 4 * 4 * 1 * \frac{1}{2} * 6 * 6 * 8} = 2,41$$

$$g_e = \sqrt[8]{\frac{1}{3} * 3 * 3 * \frac{1}{2} * 1 * 5 * 5 * 7} = 2,01$$

$$g_f = \sqrt[8]{\frac{1}{7} * \frac{1}{3} * \frac{1}{3} * \frac{1}{6} * \frac{1}{5} * 1 * 1 * 3} = 0,45$$

$$g_g = \sqrt[8]{\frac{1}{7} * \frac{1}{3} * \frac{1}{3} * \frac{1}{6} * \frac{1}{5} * 1 * 1 * 3} = 0,45$$

$$g_h = \sqrt[8]{\frac{1}{9} * \frac{1}{5} * \frac{1}{5} * \frac{1}{8} * \frac{1}{5} * \frac{1}{3} * \frac{1}{3} * 1} = 0,24$$

V dalším kroku je potřeba výsledky znormalizovat tak, aby pro výsledné hodnoty platil tento vztah:

$$\sum_{i=1}^k v_i = 1; \quad v_i \geq 0$$

Pro tuto normalizaci využijeme vzoreček:

$$v_i = \frac{g_i}{\sum_{i=1}^k g_i}; \quad i, j = 1, 2, \dots, k$$

V první řadě je nutné si spočítat sumu vah jednotlivých kritérií:

$$\begin{aligned} \sum g &= g_a + g_b + g_c + g_d + g_e + g_f + g_g + g_h \\ &= 4,00 + 0,96 + 0,96 + 2,41 + 2,01 + 0,45 + 0,45 + 0,24 = 11,48 \end{aligned}$$

$$v_a = \frac{4,00}{11,48} = 0,35$$

$$v_b = \frac{0,96}{11,48} = 0,08$$

$$v_c = \frac{0,96}{11,48} = 0,08$$

$$v_d = \frac{2,41}{11,48} = 0,21$$

$$v_e = \frac{2,01}{11,48} = 0,18$$

$$v_f = \frac{0,45}{11,48} = 0,04$$

$$v_g = \frac{0,45}{11,48} = 0,04$$

$$v_h = \frac{0,24}{11,48} = 0,02$$

Spočítané hodnoty si dosadíme do následující tabulky, abychom díky tomu zjistili, která z navrhovaných variant je v našem případě nejlépe vyhovující.



		Váha kritérií	Vápenocementová omítka	Silikátová omítka	Silikonová omítka	Silikon-silikátová omítka	Akrylátová omítka	Sklobetonová provětrávaná fasáda
Cena	A	0,35	6	4	4	4	5	2
Odolnost vůči mechanickému poškození	B	0,08	1	3	3	3	3	5
Možnost výměny nebo částečné opravy	C	0,08	1	2	2	2	2	7
Životnost	D	0,21	1	2	5	4	2	6
Odolnost vůči přírodním vlivům a možnost opravy	E	0,18	1	2	3	3	1	5
Reakce na oheň	F	0,04	7	3	3	3	3	5
Proveditelnost detailů	G	0,04	1	3	3	3	3	5
Estetické hledisko	H	0,02	2	3	4	3	5	7
Celkové hodnocení varianty			3,01	2,88	3,71	3,48	3,09	4,36

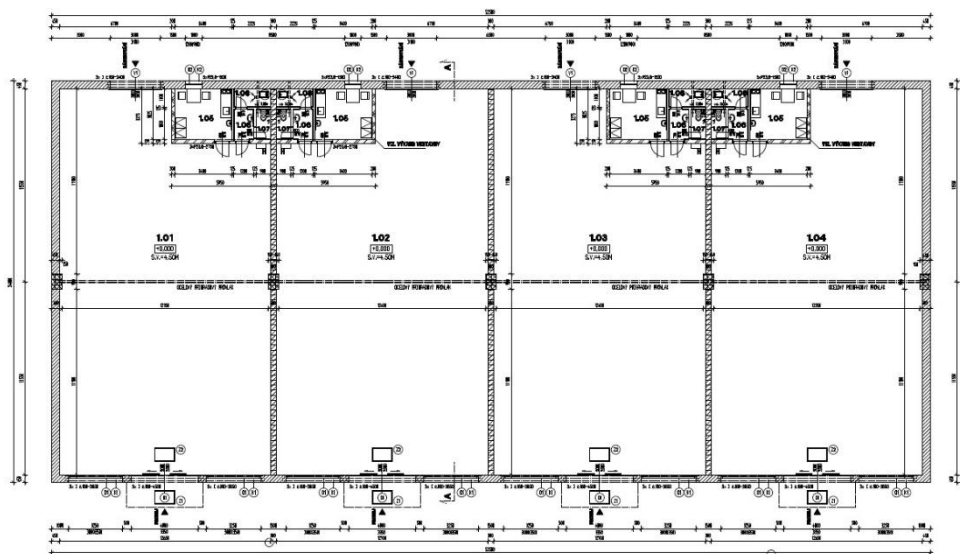
Tabulka č. 5 – Tabulka porovnání variant dle vah kritérií (rodinný dům)

### Vyhodnocení:

U rodinného domu nám jako nejlepší varianta dle vícekritériální analýzy vyšla provětrávaná fasáda se sklobetonovými deskami. I přesto, že cena byla nejdůležitějším kritériem, vyšla nám v tomto případě nejdražší posuzovaná varianta pro tento typ objektu. Je to především díky tomu, že z posuzovaných fasád má tento typ největší životnost a nejlépe odolává přírodním vlivům a to byly požadavky, které nás po ceně zajímali nejvíce. Pokud by investor chtěl zvolit typ levnější i přes výsledek této analýzy, vychází nejlépe silikonová tenkovrstvá omítka, která je přibližně třikrát levnější a má druhé nejlepší hodnocení pro tento typ objektu.

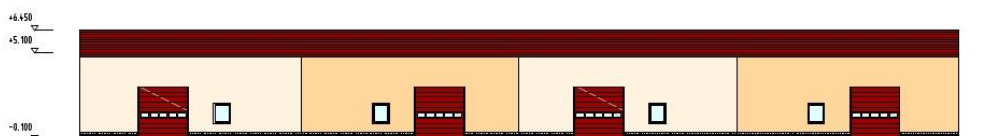
### 4.3.2. Výrobní hala

Jedná se o jednopodlažní objekt v Pardubicích. Objekt je určený jako výrobní hala členěná na čtyři samostatné jednotky. V první řadě nás bude zajímat životnost a následně za ní cena, jelikož je pro nás důležité, aby objekt byl vhodný na co nejdélší možné využívání, a je zde přípustná i vyšší cena, jelikož v porovnání s technologiemi v hale je cenový rozdíl zanedbatelný. U tohoto objektu se bude jednat přibližně o 1000 m<sup>2</sup> fasády. Půdorysné rozměry výrobní haly jsou přibližně 52,5 na 24 metrů. Půdorys a pohled na referenční stavbu je níže a ve větším měřítku v příloze.



Obrázek č. 17 - Půdorys výrobní haly

#### POHLED ZÁPADNÍ



Obrázek č. 18 - Pohled západní výrobní haly<sup>55</sup>

Pro tento objekt jsem jako varianty, které by mohly vést k optimálnímu řešení, zvolil:

1. silikátová tenkovrstvá omítka weber.pas silikát
2. silikonová tenkovrstvá omítka weber.pas silikon
3. silikonsilikátová tenkovrstvá omítka PCI Multiputz ZX
4. akrylátová tenkovrstvá omítka weber.pas akrylat
5. KVK jednovrstvá štuková omítka strojní ruční 0330 KU

<sup>55</sup> Obrázek č. 17 a 18 – OPTIMA spol. s.r.o.

6. provětrávaná fasáda se sklobetonovými deskami
7. Stěnový izolační panel KS1000 AWP

Dle získaných poznatků v teoretické části si stanovíme hodnoty pro jednotlivá kritéria, které se vztahují k druhému řešenému objektu a tím je výrobní hala. Začneme vypracováním Saatyho kriteriální matice:

		Cena	Odolnost vůči mechanickému poškození	Možnost výměny nebo částečné opravy	Životnost	Odolnost vůči přírodním vlivům a možnost údržby	Reakce na oheň	Proveditelnost detailů	Estetické hledisko
		A	B	C	D	E	F	G	H
Cena	A	1	4	2	1/2	6	6	8	8
Odolnost vůči mechanickému poškození	B	1/4	1	1/3	1/5	3	3	5	5
Možnost výměny nebo částečné opravy	C	1/2	3	1	1/3	5	5	7	7
Životnost	D	2	5	3	1	7	7	9	9
Odolnost vůči přírodním vlivům a možnost opravy	E	1/6	1/3	1/5	1/7	1	1	3	3
Reakce na oheň	F	1/6	1/3	1/5	1/7	1	1	3	3
Proveditelnost detailů	G	1/8	1/5	1/7	1/9	1/3	1/3	1	1
Estetické hledisko	H	1/8	1/5	1/7	1/9	1/3	1/3	1	1

Tabulka č. 6 - Tabulka Saatyho kriteriální matice (výrobní hala)

Po vypracování Saatyho matice následuje výpočet geometrického průměru každého řádku této matice:

$$g_i = \sqrt[k]{\prod_{j=1}^k s_{ij}}; \quad i, j = 1, 2, \dots, k$$

$$g_a = \sqrt[8]{1 * 4 * 2 * \frac{1}{2} * 6 * 6 * 8 * 8} = 3,13$$

$$g_b = \sqrt[8]{\frac{1}{4} * 1 * \frac{1}{3} * \frac{1}{5} * 3 * 3 * 5 * 5} = 1,18$$

$$g_c = \sqrt[8]{\frac{1}{2} * 3 * 1 * \frac{1}{3} * 5 * 5 * 7 * 7} = 2,23$$

$$g_d = \sqrt[8]{2 * 5 * 3 * 1 * 7 * 7 * 9 * 9} = 4,31$$

$$g_e = \sqrt[8]{\frac{1}{6} * \frac{1}{3} * \frac{1}{5} * \frac{1}{7} * 1 * 1 * 3 * 3} = 0,59$$

$$g_f = \sqrt[8]{\frac{1}{6} * \frac{1}{3} * \frac{1}{5} * \frac{1}{7} * 1 * 1 * 3 * 3} = 0,59$$

$$g_g = \sqrt[8]{\frac{1}{8} * \frac{1}{5} * \frac{1}{7} * \frac{1}{9} * \frac{1}{3} * \frac{1}{3} * 1 * 1} = 0,29$$

$$g_h = \sqrt[8]{\frac{1}{8} * \frac{1}{5} * \frac{1}{7} * \frac{1}{9} * \frac{1}{3} * \frac{1}{3} * 1 * 1} = 0,29$$

V dalším kroku je potřeba výsledky znormalizovat tak, aby pro výsledné hodnoty platil tento vztah:

$$\sum_{i=1}^k v_i = 1; \quad v_i \geq 0$$

Pro tuto normalizaci využijeme vzoreček:

$$v_i = \frac{g_i}{\sum_{i=1}^k g_i}; \quad i, j = 1, 2, \dots, k$$

V první řadě je nutné si spočítat sumu vah jednotlivých kritérií:

$$\begin{aligned}\sum g &= g_a + g_b + g_c + g_d + g_e + g_f + g_g + g_h \\ &= 3,13 + 1,18 + 2,23 + 4,31 + 0,59 + 0,59 + 0,29 + 0,29 = 12,61\end{aligned}$$

$$v_a = \frac{3,13}{12,61} = 0,25$$

$$v_b = \frac{1,18}{12,61} = 0,09$$

$$v_c = \frac{2,23}{12,61} = 0,18$$

$$v_d = \frac{4,31}{12,61} = 0,34$$

$$v_e = \frac{0,59}{12,61} = 0,05$$

$$v_f = \frac{0,59}{12,61} = 0,05$$

$$v_g = \frac{0,29}{12,61} = 0,02$$

$$v_h = \frac{0,29}{12,61} = 0,02$$

Spočítané hodnoty si dosadíme do následující tabulky, abychom díky tomu zjistili, která z navrhovaných variant je v našem případě nejlépe vyhovující.

		Váha kritérií	Vápenocementová omítka	Silikátová omítka	Silikonová omítka	Silikon-silikátová omítka	Akrylátová omítka	Sklobetonová provětrávaná fasáda	Stěnový sendvičový izolační panel
Cena	A	0,25	6	4	4	4	5	2	7
Odolnost vůči mechanickému poškození	B	0,09	1	3	3	3	3	5	7
Možnost výměny nebo částečné opravy	C	0,18	1	2	2	2	2	7	5
Životnost	D	0,34	1	2	5	4	2	6	7
Odolnost vůči přírodním vlivům a možnost opravy	E	0,05	1	2	3	3	1	5	7
Reakce na oheň	F	0,05	7	3	3	3	3	5	2
Proveditelnost detailů	G	0,02	1	3	3	3	3	5	4
Estetické hledisko	H	0,02	2	3	4	3	5	7	1
Celkové hodnocení varianty			2,57	2,68	3,77	3,41	2,92	4,99	6,21

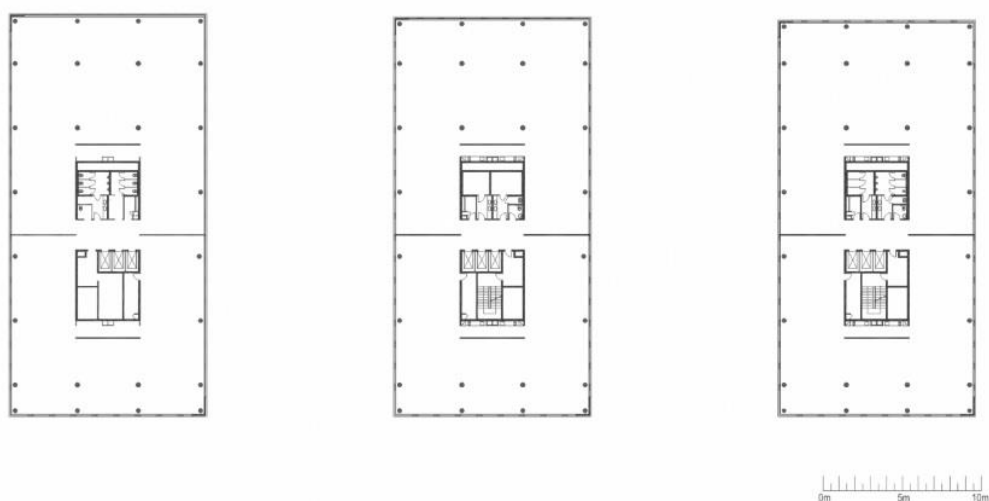
Tabulka č. 7 – Tabulka porovnání variant dle vah kritérií (výrobní hala)

### Vyhodnocení:

U výrobní haly nám jako nejlepší varianta vyšla stěnový sendvičový izolační panel KS1000 AWP a to především díky tomu, že měl z porovnávaných variant nejlepší životnost, což byl hlavní rozhodující prvek a následně cenu, kterou měl ze zvolených variant také nejnižší. Jeho výsledná hodnota byla 6,21, přičemž druhá pozice byla 4,99 z toho je zřejmé, že pro tento objekt je sendvičový panel opravdu nejvhodnější variantou.

### 4.3.3. Administrativní budova

Vybrané administrativní centrum je moderním a zajímavým komplexem tří osmipatrových kancelářských budov. Na všech třech budovách se bude jednat přibližně o 6500 m<sup>2</sup> fasády. Půdorysné rozměry každého objektu jsou přibližně 12,2 na 24,5 metru. U administrativní budovy pro nás nejdůležitějším prvkem bude opět cena, ale poté to jsou odolnost vůči přírodním vlivům a možnost údržby a estetické hledisko, jelikož pro případný pronájem a následný prodej pro nás bude důležité, aby objekt vypadal co nejdéle v dobrém stavu, což znamená bez plísní a hub s možností dobré údržby a zároveň i esteticky zajímavý. Životnost zde je až na pátém místě, jelikož u administrativních budov, bychom se museli bavit spíše o morální životnosti. Půdorys a pohled na referenční stavby je níže a ve větším měřítku v příloze.



Obrázek č. 19 – Půdorys administrativních budov

POHLED SEVERNÍ



Obrázek č. 20 - Pohled severní administrativních budov<sup>56</sup>

<sup>56</sup> Obrázek č. 19 a 20 - <https://www.archiweb.cz/b/administrativni-centrum-prosek-point>

Pro tento objekt jsem jako varianty, které by mohly vést k optimálnímu řešení, zvolil:

1. silikátová tenkovrstvá omítka weber.pas silikát
2. silikonová tenkovrstvá omítka weber.pas silikon
3. silikonsilikátová tenkovrstvá omítka PCI Multiputz ZX
4. akrylátová tenkovrstvá omítka weber.pas akrylat
5. KVK jednovrstvá štuková omítka strojní ruční 0330 KU
6. provětrávaná fasáda se sklobetonovými deskami
7. modulová fasáda Sipral se sklobetonovými deskami

Dle získaných poznatků v teoretické části si stanovíme hodnoty pro jednotlivá kritéria, které se vztahují k třetímu řešenému objektu a tím je administrativní budova. Začneme vypracováním Saatyho kriteriální matice:

		Cena	Odolnost vůči mechanickému poškození	Možnost výměny nebo částečné	Životnost	Odolnost vůči přírodním vlivům a možnost údržby	Reakce na oheň	Proveditelnost detailů	Estetické hledisko
		A	B	C	D	E	F	G	H
Cena	A	1	9	9	5	3	5	7	3
Odolnost vůči mechanickému poškození	B	1/9	1	1	1/5	1/7	1/5	1/3	1/7
Možnost výměny nebo částečné opravy	C	1/9	1	1	1/5	1/7	1/5	1/3	1/7
Životnost	D	1/5	5	5	1	1/3	1	3	1/3
Odolnost vůči přírodním vlivům a možnost opravy	E	1/3	7	7	3	1	3	5	1
Reakce na oheň	F	1/5	5	5	1	1/3	1	3	1/3
Proveditelnost detailů	G	1/7	3	3	1/3	1/5	1/3	1	1/5
Estetické hledisko	H	1/3	7	7	3	1	3	5	1

Tabulka č. 8 - Tabulka Saatyho kriteriální matice (administrativní budova)



Po vypracování Saatyho matice následuje výpočet geometrického průměru každého řádku této matice:

$$g_i = \sqrt[k]{\prod_{j=1}^k s_{ij}}; \quad i, j = 1, 2, \dots, k$$

$$g_a = \sqrt[8]{1 * 9 * 9 * 5 * 3 * 5 * 7 * 3} = 4,35$$

$$g_b = \sqrt[8]{\frac{1}{9} * 1 * 1 * \frac{1}{5} * \frac{1}{7} * \frac{1}{5} * \frac{1}{3} * \frac{1}{7}} = 0,27$$

$$g_c = \sqrt[8]{\frac{1}{9} * 1 * 1 * \frac{1}{5} * \frac{1}{7} * \frac{1}{5} * \frac{1}{3} * \frac{1}{7}} = 0,27$$

$$g_d = \sqrt[8]{\frac{1}{5} * 5 * 5 * 1 * \frac{1}{3} * 1 * 3 * \frac{1}{3}} = 1,07$$

$$g_e = \sqrt[8]{\frac{1}{3} * 7 * 7 * 3 * 1 * 3 * 5 * 1} = 2,28$$

$$g_f = \sqrt[8]{\frac{1}{5} * 5 * 5 * 1 * \frac{1}{3} * 1 * 3 * \frac{1}{3}} = 1,07$$

$$g_g = \sqrt[8]{\frac{1}{7} * 3 * 3 * \frac{1}{3} * \frac{1}{5} * \frac{1}{3} * 1 * \frac{1}{5}} = 0,52$$

$$g_h = \sqrt[8]{\frac{1}{3} * 7 * 7 * 3 * 1 * 3 * 5 * 1} = 2,28$$

V dalším kroku je potřeba výsledky znormalizovat tak, aby pro výsledné hodnoty platil tento vztah:

$$\sum_{i=1}^k v_i = 1; \quad v_i \geq 0$$

Pro tuto normalizaci využijeme vzoreček:

$$v_i = \frac{g_i}{\sum_{i=1}^k g_i}; \quad i, j = 1, 2, \dots, k$$

V první řadě je nutné si spočítat sumu vah jednotlivých kritérií:

$$\begin{aligned} \sum g &= g_a + g_b + g_c + g_d + g_e + g_f + g_g + g_h \\ &= 4,35 + 0,27 + 0,27 + 1,07 + 2,28 + 1,07 + 0,52 + 2,28 = 12,11 \end{aligned}$$

$$v_a = \frac{4,35}{12,11} = 0,36$$

$$v_b = \frac{0,27}{12,11} = 0,02$$

$$v_c = \frac{0,27}{12,11} = 0,02$$

$$v_d = \frac{1,07}{12,11} = 0,09$$

$$v_e = \frac{2,28}{12,11} = 0,19$$

$$v_f = \frac{1,07}{12,11} = 0,09$$

$$v_g = \frac{0,52}{12,11} = 0,04$$

$$v_h = \frac{2,28}{12,11} = 0,19$$

Spočítané hodnoty si dosadíme do následující tabulky, abychom díky tomu zjistili, která z navrhovaných variant je v našem případě nejlépe vyhovující.

		Váha kritérií	Vápenocementová omítka	Silikátová omítka	Silikonová omítka	Silikon-silikátová omítka	Akrylátová omítka	Sklobetonová provětrávaná fasáda	Modulová fasáda se sklobetonovými výplněmi
Cena	A	0,36	6	4	4	4	5	2	1
Odolnost vůči mechanickému poškození	B	0,02	1	3	3	3	3	5	7
Možnost výměny nebo částečné opravy	C	0,02	1	2	2	2	2	7	5
Životnost	D	0,09	1	2	5	4	2	6	7
Odolnost vůči přírodním vlivům a možnost opravy	E	0,19	1	2	3	3	1	5	7
Reakce na oheň	F	0,09	7	3	3	3	3	5	7
Proveditelnost detailů	G	0,04	1	3	3	3	3	5	7
Estetické hledisko	H	0,19	2	3	4	3	5	7	7
Celkové hodnocení varianty			3,53	3,06	3,71	3,43	3,61	4,43	4,8

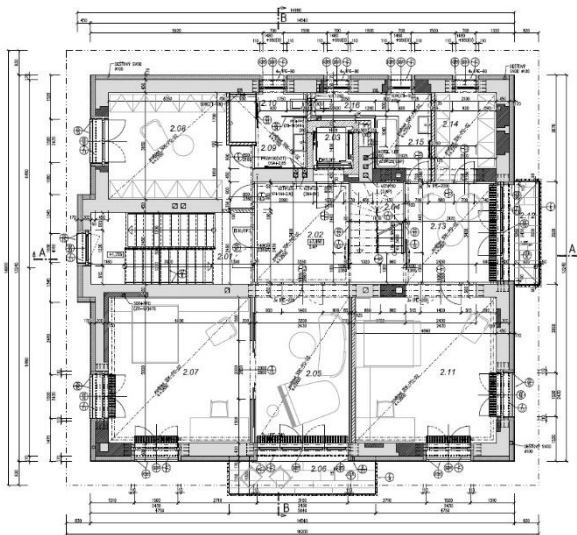
Tabulka č. 9 – Tabulka porovnání dle vah kritérií (administrativní budova)

### Vyhodnocení:

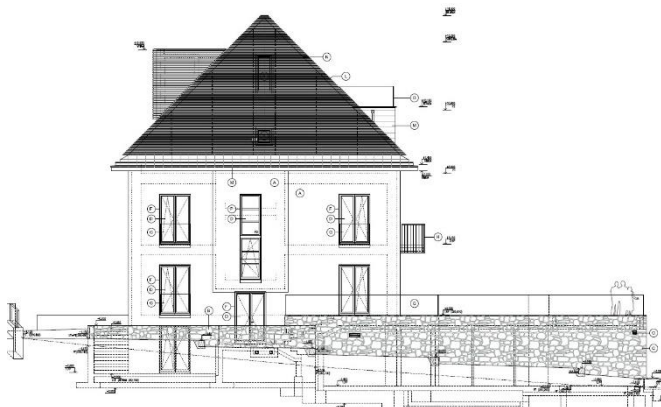
U administrativní budovy nám s hodnocením 4,8 jako nejlepší varianta dle vícekritériální analýzy vyšla modulová fasáda se sklobetonovými výplněmi. Ačkoliv patří tento typ mezi vybranými variantami k nejdražší, což byl v tomto případě nejdůležitější rozhodující faktor díky tomu, že má z posuzovaných variant provedení fasády nejlepší hodnocení co se týče odolnosti vůči přírodním vlivům, možnosti údržby a estetického hlediska, má tento typ fasády nejlepší výsledek. Na druhém místě s 4,43 je provětrávaná fasáda se sklobetonovými deskami, jelikož na rozdíl od modulové fasády nemá tak dobrou reakci na oheň, odolnost vůči přírodním vlivům a možnost údržby, což byli u daného objektu důležitá kritéria.

#### 4.3.4. Vila

Jedná se o luxusní vilu na Praze 6 v Dejvicích s přibližnou plochou fasády 500 m<sup>2</sup>. Půdorysné rozměry budovy jsou přibližně 13,2 na 15 metrů. Je to volně stojící vila z roku 1936 se čtyřmi bytovými jednotkami. Dům má jedno částečné podzemní, dvě nadzemní podlaží a vestavbu ve stanové střeše. Provozně je vila v současnosti rozdělena na jednotlivá podlaží a využívána jako kancelářské prostory a mezonetový byt, který je propojen s podstřešním prostorem. Rodinná vila bude po dokončení stavby sloužit jako bydlení pro jednu rodinu – jednogenerační bytový dům, u kterého nás bude zajímat především estetické hledisko a následně proveditelnost detailů. Jelikož se jedná o luxusní vilu, je pro nás důležité to, aby vila vypadala co nejlépe, s čím souvisí kromě estetického hlediska, právě i proveditelnost detailů, aby bylo možné provést složité typy detailů navržené architektem. Půdorys a pohled na referenční stavbu je níže, ve větším měřítku v příloze.



Obrázek č. 21 - Půdorys vila



Obrázek č. 22 - Pohled západní vila<sup>57</sup>

<sup>57</sup> Obrázek č. 21 a 22 – EA architekti s.r.o.

Pro tento objekt jsem jako varianty, které by mohly vést k optimálnímu řešení, zvolil:

1. silikátová tenkovrstvá omítka weber.pas silikát
2. silikonová tenkovrstvá omítka weber.pas silikon
3. silikonsilikátová tenkovrstvá omítka PCI Multiputz ZX
4. akrylátová tenkovrstvá omítka weber.pas akrylat
5. KVK jednovrstvá štuková omítka strojní ruční 0330 KU
6. provětrávaná fasáda se sklobetonovými deskami

Dle získaných poznatků v teoretické části si stanovíme hodnoty pro jednotlivá kritéria, které se vztahují ke čtvrtému řešenému objektu a tím je luxusní vila. Začneme vypracováním Saatyho kriteriální matice:

		Cena	Odolnost vůči mechanickému poškození	Možnost výměny nebo částečné opravy	Životnost	Odolnost vůči přírodním vlivům a možnost údržby	Reakce na oheň	Proveditelnost detailů	Estetické hledisko
		A	B	C	D	E	F	G	H
Cena	A	1	4	4	1/2	2	6	1/2	1/4
Odolnost vůči mechanickému poškození	B	1/4	1	1	1/5	1/3	3	1/5	1/7
Možnost výměny nebo částečné opravy	C	1/4	1	1	1/5	1/3	3	1/5	1/7
Životnost	D	2	5	5	1	3	7	1	1/3
Odolnost vůči přírodním vlivům a možnost opravy	E	1/2	3	3	1/3	1	5	1/3	1/5
Reakce na oheň	F	1/6	1/3	1/3	1/7	1/5	1	1/7	1/9
Proveditelnost detailů	G	2	5	5	1	3	7	1	1/3
Estetické hledisko	H	4	7	7	3	5	9	3	1

Tabulka č. 10 - Tabulka Saatyho kriteriální matice (vila)

Po vypracování Saatyho matice následuje výpočet geometrického průměru každého řádku této matice:

$$g_i = \sqrt[k]{\prod_{j=1}^k s_{ij}}; \quad i, j = 1, 2, \dots, k$$

$$g_a = \sqrt[8]{1 * 4 * 4 * \frac{1}{2} * 2 * 6 * \frac{1}{2} * \frac{1}{4}} = 1,36$$

$$g_b = \sqrt[8]{\frac{1}{4} * 1 * 1 * \frac{1}{5} * \frac{1}{3} * 3 * \frac{1}{5} * \frac{1}{7}} = 0,44$$

$$g_c = \sqrt[8]{\frac{1}{4} * 1 * 1 * \frac{1}{5} * \frac{1}{3} * 3 * \frac{1}{5} * \frac{1}{7}} = 0,44$$

$$g_d = \sqrt[8]{2 * 5 * 5 * 1 * 3 * 7 * 1 * \frac{1}{3}} = 2,08$$

$$g_e = \sqrt[8]{\frac{1}{2} * 3 * 3 * \frac{1}{3} * 1 * 5 * \frac{1}{3} * \frac{1}{5}} = 0,92$$

$$g_f = \sqrt[8]{\frac{1}{6} * \frac{1}{3} * \frac{1}{3} * \frac{1}{7} * \frac{1}{5} * 1 * \frac{1}{7} * \frac{1}{9}} = 0,23$$

$$g_g = \sqrt[8]{2 * 5 * 5 * 1 * 3 * 7 * 1 * \frac{1}{3}} = 2,08$$

$$g_h = \sqrt[8]{4 * 7 * 7 * 3 * 5 * 9 * 3 * 1} = 4,1$$

V dalším kroku je potřeba výsledky znormalizovat tak, aby pro výsledné hodnoty platil tento vztah:

$$\sum_{i=1}^k v_i = 1; \quad v_i \geq 0$$

Pro tuto normalizaci využijeme vzoreček:

$$v_i = \frac{g_i}{\sum_{i=1}^k g_i}; \quad i, j = 1, 2, \dots, k$$

V první řadě je nutné si spočítat sumu vah jednotlivých kritérií:

$$\begin{aligned} \sum g &= g_a + g_b + g_c + g_d + g_e + g_f + g_g + g_h \\ &= 1,36 + 0,44 + 0,44 + 2,08 + 0,92 + 0,23 + 2,08 + 4,1 = 11,65 \end{aligned}$$

$$v_a = \frac{1,36}{11,65} = 0,12$$

$$v_b = \frac{0,44}{11,65} = 0,04$$

$$v_c = \frac{0,44}{11,65} = 0,04$$

$$v_d = \frac{2,08}{11,65} = 0,18$$

$$v_e = \frac{0,92}{11,65} = 0,08$$

$$v_f = \frac{0,23}{11,65} = 0,02$$

$$v_g = \frac{2,08}{11,65} = 0,18$$

$$v_h = \frac{4,1}{11,65} = 0,35$$

Spočítané hodnoty si dosadíme do následující tabulky, abychom díky tomu zjistili, která z navrhovaných variant je v našem případě nejlépe vyhovující.

		Váha kritérií	Vápenocementová omítka	Silikátová omítka	Silikonová omítka	Silikon-silikátová omítka	Akrylátová omítka	Sklobetonová provětrávaná fasáda
Cena	A	0,12	6	4	4	4	5	2
Odolnost vůči mechanickému poškození	B	0,04	1	3	3	3	3	5
Možnost výměny nebo částečné opravy	C	0,04	1	2	2	2	2	7
Životnost	D	0,18	1	2	5	4	2	6
Odolnost vůči přírodním vlivům a možnost opravy	E	0,08	1	2	3	3	1	5
Reakce na oheň	F	0,02	7	3	3	3	3	5
Proveditelnost detailů	G	0,18	1	3	3	3	3	5
Estetické hledisko	H	0,35	2	3	4	3	5	7
Celkové hodnocení varianty			2,08	2,85	3,82	3,29	3,59	5,65

Tabulka č. 11 – Tabulka porovnání dle vah kritérií (vila)

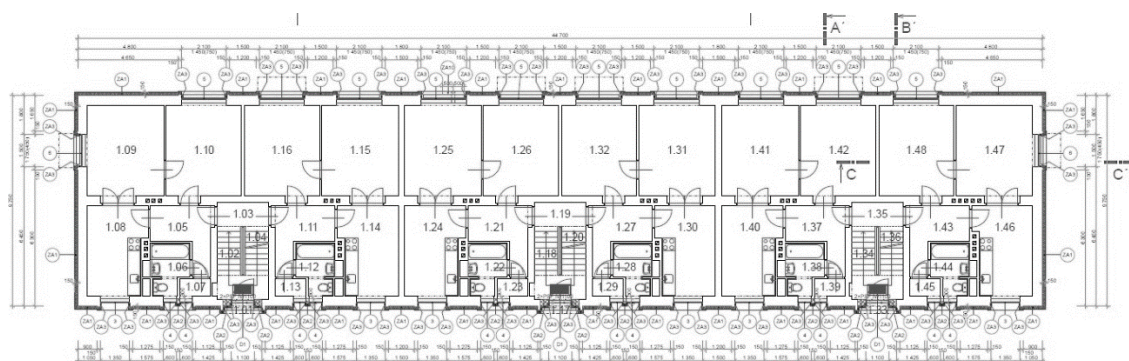
### Vyhodnocení:

U vily nám jako nejlepší varianta dle vícekritériální analýzy vyšla provětrávaná fasáda se sklobetonovými deskami. Je to především díky tomu, že z možných variant fasád je tento typ esteticky nejzajímavější a má tedy i nejvyšší hodnocení. Dalším kritériem, které tento typ fasády plní nejlépe ze zvolených a byl pro nás při výběru nejlepší možné varianty pro luxusní vilu důležitý, je proveditelnost detailů. Tento typ fasády má navíc i výbornou životnost, což bylo pro nás další důležité kritérium. Jelikož pro nás cena nebyla v tomto výběru nějak zvlášť důležitým kritériem, není problém, že je nejlepší varianta zároveň i variantou nejdražší.



### 4.3.5. Bytový dům

Objekt byl a je užíván pouze pro bydlení. Jedná se o objekt o třech nadzemních podlažích a jednom podzemním podlaží, zastřešený valbovou střechou. Bytový dům sestává ze tří sekcí - má tři samostatné vstupy a tři samostatná schodiště. V I. - III. nadzemním podlaží se nacházejí v každém vstupu na každém nadzemním podlaží dvě bytové jednotky, celkem je v objektu 18 bytových jednotek. I. podzemní podlaží není vytápěné a nachází se v něm sklepní kóje obyvatel bytového domu, kočárkárna a kolárna, dále se v I. PP nachází bývalý kryt a bývalá prádelna, tyto prostory v současné době nejsou využívány. Přístup do I. PP je možný z jednotlivých schodišť všech tří částí objektu, v podzemním podlaží jsou jednotlivé sekce průchozí (propojené). Přibližná plocha fasády bude u tohoto bytového domu přibližně 1000 m<sup>2</sup>. Půdorysné rozměry objektu jsou přibližně 45 na 10 metrů. U tohoto objektu nás bude zajímat v první řadě cena a následně za ní životnost, jelikož v případě, na rozdíl ovšem od rodinného domu pro nás dalším důležitým kritériem bude i estetické hledisko, aby se nám podařilo objekt výhodně prodat. Půdorys a pohled na referenční stavbu je níže, ve větším měřítku v příloze.



Obrázek č. 23 - Půdorys bytový dům



Obrázek č. 24 - Pohled jiho-východní bytový dům<sup>58</sup>

<sup>58</sup> Obrázek č. 23 a 24 - AZ PROJECT spol. s.r.o.

Pro tento objekt jsem jako varianty, které by mohly vést k optimálnímu řešení, zvolil:

1. silikátová tenkovrstvá omítka weber.pas silikát
2. silikonová tenkovrstvá omítka weber.pas silikon
3. silikonsilikátová tenkovrstvá omítka PCI Multiputz ZX
4. akrylátová tenkovrstvá omítka weber.pas akrylat
5. KVK jednovrstvá štuková omítka strojní ruční 0330 KU
6. provětrávaná fasáda se sklobetonovými deskami

Dle získaných poznatků v teoretické části si stanovíme hodnoty pro jednotlivá kritéria, které se vztahují k pátému řešenému objektu a tím je bytový dům. Začneme vypracováním Saatyho kriteriální matice:

		Cena	Odolnost vůči mechanickému poškození	Možnost výměny nebo částečné opravy	Životnost	Odolnost vůči přírodním vlivům a možnost údržby	Reakce na oheň	Proveditelnost detailů	Estetické hledisko
		A	B	C	D	E	F	G	H
Cena	A	1	7	7	3	5	5	9	3
Odolnost vůči mechanickému poškození	B	1/7	1	1	1/5	1/3	1/3	3	1/5
Možnost výměny nebo částečné opravy	C	1/7	1	1	1/5	1/3	1/3	3	1/5
Životnost	D	1/3	5	5	1	3	3	7	1
Odolnost vůči přírodním vlivům a možnost opravy	E	1/5	3	3	1/3	1	1	5	1/3
Reakce na oheň	F	1/5	3	3	1/3	1	1	5	1/3
Proveditelnost detailů	G	1/9	1/3	1/3	1/7	1/5	1/5	1	1/7
Estetické hledisko	H	1/3	5	5	1	3	3	7	1

Tabulka č. 12 - Tabulka Saatyho kriteriální matice (bytový dům)

Po vypracování Saatyho matice následuje výpočet geometrického průměru každého řádku této matice:

$$g_i = \sqrt[k]{\prod_{j=1}^k s_{ij}}; \quad i, j = 1, 2, \dots, k$$

$$g_a = \sqrt[8]{1 * 7 * 7 * 3 * 5 * 5 * 9 * 3} = 4,21$$

$$g_b = \sqrt[8]{\frac{1}{7} * 1 * 1 * \frac{1}{5} * \frac{1}{3} * \frac{1}{3} * 3 * \frac{1}{5}} = 0,46$$

$$g_c = \sqrt[8]{\frac{1}{7} * 1 * 1 * \frac{1}{5} * \frac{1}{3} * \frac{1}{3} * 3 * \frac{1}{5}} = 0,46$$

$$g_d = \sqrt[8]{\frac{1}{3} * 5 * 5 * 1 * 3 * 3 * 7 * 1} = 2,19$$

$$g_e = \sqrt[8]{\frac{1}{5} * 3 * 3 * \frac{1}{3} * 1 * 1 * 5 * \frac{1}{3}} = 1,00$$

$$g_f = \sqrt[8]{\frac{1}{5} * 3 * 3 * \frac{1}{3} * 1 * 1 * 5 * \frac{1}{3}} = 1,00$$

$$g_g = \sqrt[8]{\frac{1}{9} * \frac{1}{3} * \frac{1}{3} * \frac{1}{7} * \frac{1}{5} * \frac{1}{5} * 1 * \frac{1}{7}} = 0,24$$

$$g_h = \sqrt[8]{\frac{1}{3} * 5 * 5 * 1 * 3 * 3 * 7 * 1} = 2,19$$

V dalším kroku je potřeba výsledky znormalizovat tak, aby pro výsledné hodnoty platil tento vztah:

$$\sum_{i=1}^k v_i = 1; \quad v_i \geq 0$$

Pro tuto normalizaci využijeme vzoreček:

$$v_i = \frac{g_i}{\sum_{i=1}^k g_i}; \quad i, j = 1, 2, \dots, k$$

V první řadě je nutné si spočítat sumu vah jednotlivých kritérií:

$$\begin{aligned} \sum g &= g_a + g_b + g_c + g_d + g_e + g_f + g_g + g_h \\ &= 4,21 + 0,46 + 0,46 + 2,19 + 1,00 + 1,00 + 0,24 + 2,19 = 11,75 \end{aligned}$$

$$v_a = \frac{4,21}{11,75} = 0,36$$

$$v_b = \frac{0,46}{11,75} = 0,04$$

$$v_c = \frac{0,46}{11,75} = 0,04$$

$$v_d = \frac{2,19}{11,75} = 0,19$$

$$v_e = \frac{1}{11,75} = 0,09$$

$$v_f = \frac{1}{11,75} = 0,09$$

$$v_g = \frac{0,24}{11,75} = 0,02$$

$$v_h = \frac{2,19}{11,75} = 0,19$$

Spočítané hodnoty si dosadíme do následující tabulky, abychom díky tomu zjistili, která z navrhovaných variant je v našem případě nejlépe vyhovující.

		Váha kritérií	Vápenocementová omítka	Silikátová omítka	Silikonová omítka	Silikon-silikátová omítka	Akrylátová omítka	Sklobetonová provětrávaná fasáda
Cena	A	0,36	6	4	4	4	5	2
Odolnost vůči mechanickému poškození	B	0,04	1	3	3	3	3	5
Možnost výměny nebo částečné opravy	C	0,04	1	2	2	2	2	7
Životnost	D	0,19	1	2	5	4	2	6
Odolnost vůči přírodním vlivům a možnost opravy	E	0,09	1	2	3	3	1	5
Reakce na oheň	F	0,09	7	3	3	3	3	5
Proveditelnost detailů	G	0,02	1	3	3	3	3	5
Estetické hledisko	H	0,19	2	3	4	3	5	7
Celkové hodnocení varianty			3,55	3,1	3,95	3,57	3,75	4,67

Tabulka č. 13 – Tabulka porovnání dle vah kritérií (bytový dům)

### Vyhodnocení:

U bytového domu nám jako nejlepší varianta dle vícekritériální analýzy vyšla provětrávaná fasáda se sklobetonovými deskami. I přesto, že se jedná o nejdražší typ z uvažovaných fasád a cena byla v tomto výběru nejdůležitějším faktorem, je tento typ díky svému nejzajímavějšímu estetickému hledisku a vysoké životnosti nejlepší variantou. Pokud bychom se zabývali cenou a chtěli bychom tak vyloučit nejlepší variantu, druhou nejlepší a tedy uvažovanou by byla varianta silikonové omítky, ale jsem přesvědčen, že by potenciální zákazník o byt určitě zaujal esteticky zajímavý objekt s vyšší životností mezi ostatními klasickými bytovými domy.

## Závěr

V této diplomové práci jsem se věnoval problematice fasád. V rešeršní části jsem se zabýval historií fasád, technickými požadavky a funkcemi fasád a následně jejich typologií, ve které jsem si zvolil několik variant a následně je popsal. U těchto zvolených typů jsem popisoval obecné informace, jejich výhody a nevýhody a u některých i stručný popis montáže případně další jejich vlastnosti, jako jsou například životnost a způsob jejich údržby.

Dalším bodem, kterým jsem se v rešeršní části zabýval, je vícekritériální analýza společně se zvolenou metodou kvantitativního párového srovnání kritérií. V této části jsem se tomuto tématu věnoval obecně, abych ho následně využil v praktické části.

Cílem této diplomové práce bylo zpracovat zvolené typy fasád a vícekritériální analýzu společně se zmiňovanou metodou kvantitativního párového srovnání kritérií. Pomocí těchto zpracovaných informací jsem následně vyhodnotil nejlepší varianty na základě zvolených kritérií pro jednotlivé typy objektů. Kritéria jsem stanovoval z pohledu investora a z toho důvodu jsem se nezaměřil například na kritérium technologické náročnosti, protože toto kritérium není z pohledu investora zajímavé.

Prvním objektem byl rodinný dům v Poděbradech, u kterého nás zajímala především cena, i přesto, že to pro nás bylo nejdůležitější kritérium, vyšla jako nejlepší z uvažovaných variant ta, která byla zároveň nejdražší. Jako nejvhodnější varianta na základě zvolených kritérií nám tedy vyšla provětrávaná fasáda se sklobetonovými deskami.

Druhým objektem byla výrobní hala a u tohoto typu nás nejvíce zajímala její životnost, kterou z uvažovaných variant měla nejvyšší varianta fasády realizované pomocí stěnových sendvičových izolačních panelů, které jsou zároveň příznivé i z finančního hlediska.

Třetím řešeným objektem byla administrativní budova, u které jsme na prvním místě řešili cenu a následně její reprezentativní vzhled, který by lákal nové nájemce případně kupce. V tomto případě nám jako nejlepší varianta vyšla modulová fasáda, která i přesto, že je nejdražší, tak díky své vysoké odolnosti vůči přírodním vlivům, možnosti údržby a dobrému estetickému vzhledu měla nejlepší výsledné ohodnocení.

U čtvrtého objektu pro nás nejdůležitějším kritériem bylo estetické hledisko, jelikož se jednalo o luxusní vilu na Praze 6. Dalším bodem, který zde pro nás byl důležitý, byla proveditelnost jednotlivých detailů, jelikož je zde požadavek, aby byly veškeré

provedené detaily bezvadné. Na základě toho nám jako nejlepší varianta vyšla provětrávaná fasáda se sklobetonovými deskami.

Pátý objekt měl opět jako nejdůležitější kritérium cenu, protože se jednalo o bytový dům, u kterého jak v rámci opravy se společného fondu na správu majetku, tak u developerského projektu bude první věcí, která bude investora/y zajímat cena. Ovšem i přesto vyšla jako nejlepší varianta provětrávaná fasáda se sklobetonovými deskami, ale pokud by bylo nutné zvažovat jinou variantu, další možnou je silikonová tenkovrstvá omítka, která vyšla jako druhá nejvhodnější varianta.

Na základě výsledků, které jsem získal při zpracovávání praktické části této diplomové práce je zřejmé, že i navzdory tomu, že je metoda kvantitativního párového srovnání kritérií dobře pochopitelná a má víceméně jednoduchý přístup, dá se díky této metodě získat nejlepší řešení dle zvolených kritérií pro vybrané objekty.

Jelikož jsem u vícekritériální analýzy určoval preference pro jednotlivé objekty na základě subjektivních dojmů, je zřejmé, že v případě, kdy by tuto metodu využíval někdo, kdo by měl jinou představu o preferencích jednotlivých kritérií vůči jiným, mohl by pro jednotlivé objekty získat odlišné výsledky. Na základě těchto preferencí jsem totiž získal váhy kritérií, které vedly k zjištění nejlepší varianty. Dalším subjektivním jevem je v některých případech ohodnocení jednotlivých variant, jak moc splňují každé zvolené kritérium, zde totiž máme ohodnocení, která jsou na základě jasně daných dat, další skupinou jsou ohodnocení, která jsou na základě získaných poznatků během studia a vypracovávání této diplomové práce a poslední skupinou jsou ohodnocení, jež vznikla pouze na základě subjektivního dojmu, což je v tomto případě především estetické hledisko.

V diplomové práci jsem splnil cíle, které byly na začátku stanoveny. Zpracoval jsem zvolené typy fasád a vícekritériální analýzu společně s metodou kvantitativního párového srovnávání kritérií. Následně jsem za pomoci těchto zpracovaných informací vyhodnotil nejlepší varianty na základě zvolených kritérií pro jednotlivé typy objektů. Nejlepší variantu jsem vyhodnotil pro pět různých objektů na základě osmi kritérií.

# Seznam zdrojů

## Literární zdroje

- BARTÁK, Kamil. *Fasády a jejich rekonstrukce*. Praha: Grada, 1996. Profi & hobby. ISBN 80-7169-358-8.
- BRAGANÇA, Luís; WETZEL, Christian, BUHAGIAR, Vincent; VERHOEF, Leo G. W. *Cost C16, Improving the quality of existing urban building envelopes*. Amsterdam, Netherlands: IOS Press and the Authors, c2007. ISBN 978-1-58603-737-6.
- BROŽOVÁ, Helena, Milan HOUŠKA a Tomáš ŠUBRT. *Modely pro vícekritériální rozhodování*. Praha: Credit, 2003. ISBN 80-213-1019-7.
- ČERVENKA, Leoš. *Obvodové konstrukce panelových budov: poruchy staveb*. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN 978-80-247-1762-3.
- Divize WEBER, Saint-Gobain Construction Products CZ a.s, *Rádce WEBER 2019 - 2020*
- GABRIEL, Ingo. *Dřevěné fasády: materiály, návrhy, realizace*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3819-2.
- LANK, Jiří a HLAVÁČEK, Pavel. *Rekonstrukce fasád*. Brno: ERA, 2006. Stavíme. ISBN 80-7366-072-5.
- LINHART, Ladislav. *Zateplování budov*. Praha: Grada, 2010. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-3361-6.
- ŠÁLA, Jiří; KEIM, Lubomír; SVOBODA, Zbyněk; TYWONIAK, Jan. *Tepelná ochrana budov: komentář k ČSN 73 0540*. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2008. ISBN 978-80-87093-30-6.
- WATTS, Andrew. *Moderní fasády*. Bratislava: JAGA, 2008. ISBN 978-80-8076-065-6.

## Elektronické knihy a časopisy (online)

- Časopis KONSTRUKCE - informace o uplatnění konstrukcí a návazných oborů při stavbách ve stavebnictví a strojírenství [online]. Copyright © 2002 [cit. 10. 04. 2019]. Dostupné z: <http://www.konstrukce.cz/clanek/modulove-fasady-novy-trend-nebo-nutnost/undefined/?265>



- MAREČEK, J., KUBENKOVÁ, K., ŠINDEL, M., ČMIEL, F.; Pozemní stavitelství III., Ostrava 2006. ISBN 978-80-248-1470-4 [online]. © Jan Mareček, Kateřina Kubenková, Miloslav Šindel, Filip Čmiel © VŠB – Technická univerzita Ostrava [cit. 12. 03. 2019] Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps3/1.html>
- Měření vzduchotěsnosti budov v rámci programu Zelená úsporám | 08/09 | časopis Stavebnictví | Expodata Brno. Časopis stavebnictví | Expodata Brno [online]. Copyright © 2007 [cit. 12. 03. 2019]. Dostupné z: [https://www.casopisstavebnictvi.cz/mereni-vzduchotesnosti-budov-v-ramci-programu-zelena-usporam\\_N2596](https://www.casopisstavebnictvi.cz/mereni-vzduchotesnosti-budov-v-ramci-programu-zelena-usporam_N2596)

### Internetové zdroje

- Administrativní centrum Prosek Point. archiweb.cz [online]. Copyright © Archiweb, s.r.o. 1997 - 2019 [cit. 14. 05. 2019]. Dostupné z: <https://www.archiweb.cz/b/administrativni-centrum-prosek-point>
- ASB-portal.cz | odborný portál | architektura, stavebnictví, byznys [online]. Copyright © JAGA GROUP, s. r. o. Všechna práva vyhrazena [cit. 10. 04. 2019]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/fasada/rastrove-a-modulove-fasady>
- Bezkontaktní zateplení fasády - OVATHERM Ostrava. Zateplení fasády domu, Ostrava, Orlová, Frýdek - Místek, Bohumín, Hlučín, Bílovec, Havířov [online]. Copyright © Copyright 2017 [cit. 5. 05. 2019]. Dostupné z: <http://www.ovatherm.cz/bezkontaktni-zatepleni/>
- Business Media One, s. r. o., 2007–2017 [online]. Copyright 2014 © [cit. 14. 03. 2019]. Dostupné z: [https://www.imaterialy.cz/rubriky/poruchy/zivotnost-vnejsich-tepelneizolacnich-kontaktnich-systemu\\_44460.html](https://www.imaterialy.cz/rubriky/poruchy/zivotnost-vnejsich-tepelneizolacnich-kontaktnich-systemu_44460.html)
- Dakobet - DAKOBrno.cz. [online]. Copyright © 2015 [cit. 5. 05. 2019]. Dostupné z: <http://www.dakobrno.cz/cs/sklovlaknobeton/fasady.html>
- Dům plný úspor o.p.s. [online]. Copyright 2014 - 2016 © [cit. 12. 03. 2019]. Dostupné z: <https://www.dumplnyuspor.cz/bd/starost-pece-o-fasadu-domu-je-nutnosti/>

- HOME - byt/dům/styl/zahrada [online]. Copyright © 2019 [cit. 17. 03. 2019]. Dostupné z: <https://homebydleni.cz/dum/rekonstrukce-domu/omitka-na-kazdy-zpusob/>
- Kovové profily, spol. s r. o. - trapézové plechy [online]. [cit. 5. 05. 2019] Dostupné z: <http://kovprof.cz/hlavni-stranka/sendvicove-panely/>
- Kwaczek [online]. Copyright © 2019, Zbigniew Kwaczek [cit. 17. 03. 2019]. Dostupné z: <https://www.zatepleni-kwaczek.cz/zateplovaci-omitky>
- Martin Škarbuška, stavební firma. [online] Copyright 2008 © [cit. 04. 05. 2019]. Dostupné z: <http://www.skabuska.cz/odborne-navoslovi?fbclid=IwAR2YAsYaTc2YsySICmMH9A4UEkJLOJNPgbX5Kv9GjPFu4volOSg3jLqyb90>
- Nové technologie výzkumné centrum, NTC – TTP [online]. Copyright © 2000 - 2019 [cit. 12. 03. 2019]. Dostupné z: <https://tpp.zcu.cz/cz/laboratore/tribologie/charakteristiky/odolnost-proti-opotrebeni>
- Petr Korviny [online]. © 2019 [cit. 5. 05. 2019]. Dostupné z: <https://korviny.cz/korviny/homepage/downloads;>
  - [https://korviny.cz/Korviny/soubory/teorie\\_mca.pdf](https://korviny.cz/Korviny/soubory/teorie_mca.pdf)
- Rastrové a modulové fasády | ASB Portal. ASB-portal.cz | odborný portál | architekta, stavebnictví, byznys [online]. Copyright © JAGA GROUP, s. r. o. [cit. 5. 05. 2019]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/fasada/rastrove-a-modulove-fasady>
- Společnost Baumit, spol. s r. o., [online]. Copyright © Technický list Baumit Termo omítka 02/2019 [cit. 17. 03. 2019]. Dostupné z: <https://baumit.cz/reseni/1575/tepelneizolacni-omitky>
- Společnost Baumit, spol. s r. o., [online]. Copyright © [cit. 17. 03. 2019]. Dostupné z: [https://baumit.cz/files/cz/pdf\\_files/pdbl\\_thermoextra.pdf?fbclid=IwAR2DIYihv8R\\_SOdg5WRjBc3n2sK7WOGydz\\_kgJOdRNrz2oVYLIK7INCdzYM](https://baumit.cz/files/cz/pdf_files/pdbl_thermoextra.pdf?fbclid=IwAR2DIYihv8R_SOdg5WRjBc3n2sK7WOGydz_kgJOdRNrz2oVYLIK7INCdzYM)
- Stavební firma Záhorovský [online]. Copyright © 2013 [cit. 17. 03. 2019] Dostupné z: <https://www.zahorovsky.cz/ceny/cena-zatepleni-fasady/jaky-je-rozdil-mezi-akrylatovou-silikatovou-a-silikonovou-omitkou/>

- Stavební hmoty Cemix [online]. Copyright © 2017 - 2019 [cit. 5. 03. 2019]. Dostupné z: <https://www.cemix.cz/produkty/jadrova-omitka-rucni-hruba#soubory> – Technické listy: TL Jádrová omítka ruční
- Topinfo s.r.o., [online]. Copyright © 2001-2019 [cit. 17. 03. 2019]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/beton-malty-omitky/7590-konec-sanace-vlhkeho-zdiva-jak-jsme-ji-doposud-znali>
- VLTAVA LABE MEDIA a.s., [online]. Copyright 2019 © [cit. 04. 05. 2019]. Dostupné z: [http://www.dumazahrada.cz/zahrada/1999/9/23/historie-a-soucasnost-fasad-v-cechach-i-v-zahranici/?fbclid=IwAR1phaBVL8DTaN13sVB4tgX2D7ZMU107ri4m2mn\\_Na0ZjzaQZO1lzlO\\_bks](http://www.dumazahrada.cz/zahrada/1999/9/23/historie-a-soucasnost-fasad-v-cechach-i-v-zahranici/?fbclid=IwAR1phaBVL8DTaN13sVB4tgX2D7ZMU107ri4m2mn_Na0ZjzaQZO1lzlO_bks)
- VLTAVA LABE MEDIA a.s., [online]. Copyright © 2019 [cit. 17. 03. 2019] Dostupné z: <http://www.dumazahrada.cz/stavba-rekonstrukce/stavba/23502-typ-omitky/>
- Vysoušení zdiva [online]. Copyright © 2010 [cit. 5. 05. 2019]. Dostupné z: <http://www.vysousenizdiva.com/sanace/hydrofobizovana-provzdusnena-omitka>
- Zofi fasády s.r.o. [online]. Copyright © 2011 [cit. 17. 03. 2019]. Dostupné z: <https://www.zatepleni-fasad.eu/vse-o-zatepleni/jaky-je-rozdil-mezi-akrylatovou-silikatovou-silikonovou-omitkou/>

### **Zdroje obrázků a tabulek**

- Administrativní centrum Prosek Point. archiweb.cz [online]. Copyright © Archiweb, s.r.o. 1997 - 2019 [cit. 14. 05. 2019]. Dostupné z: <https://www.archiweb.cz/b/administrativni-centrum-prosek-point>
- Agentura B.K.R. spol. s.r.o.
- ASB-portal.cz | odborný portál | architektura, stavebnictví, byznys [online]. Copyright © JAGA GROUP, s. r. o. [cit. 5. 05. 2019]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/fasada/rastrove-a-modulove-fasady>
- AZ PROJECT spol. s.r.o.
- Dakobet - DAKOBrno.cz. [online]. Copyright © 2015 [cit. 5. 05. 2019]. Dostupné z: <http://www.dakobrno.cz/cs/sklovlaknobeton/fasady.html>

- Dřevěné obklady fasád - až na 30 let | Parklex | G Trade. G TRADE - bezúdržbová fasáda na celý život [online]. Copyright © 2019, [cit. 5. 05. 2019]. Dostupné z: <https://www.gtrade.cz/fasadni-obklady-parklex>
- EA architekti s.r.o.
- Inoutic [online]. Copyright © 2019 [cit. 5. 05. 2019]. Dostupné z: <https://www.inoutic.cz/pvc-fasady-premium>
- Kovové profily, spol. s r. o. - trapézové plechy [online]. [cit. 5. 05. 2019] Dostupné z: <http://kovprof.cz/hlavni-stranka/sendvicove-panely/>
- Kwaczek [online]. Copyright © [cit. 17. 03. 2019]. Dostupné z: <https://www.zatepleni-kwaczek.cz/data/filecache/26/tepelne-a-izolacni-omitka.jpg>
- MAREČEK, J., KUBENKOVÁ, K., ŠINDEL, M., ČMIEL, F.; Pozemní stavitelství III., Ostrava 2006. ISBN 978-80-248-1470-4 [online]. © Jan Mareček, Kateřina Kubenková, Miloslav Šindel, Filip Čmiel © VŠB – Technická univerzita Ostrava [cit. 12. 03. 2019] Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/ps3/1.html>
- Moved Permanently [online]. Copyright © Kingspan Group [cit. 18. 05. 2019]. Dostupné z: <https://www.kingspan.com/cz/cs-cz/produkty/izolacni-sendvicove-panely/projekty-a-reference/clancy-radiators>
- OPTIMA spol. s.r.o.
- Provětrávané fasády. Návrh a realizace provětrávaných fasád, slunolamů a kovových podhledů. [online] [cit. 5. 05. 2019]. Dostupné z: <https://www.almonta.cz/vyrobky/fasadni-lamely-a-kazety/>
- Sipral. [online]. Copyright © 2019 Sipral [cit. 18. 05. 2019]. Dostupné z: <http://www.sipral.cz/cz/jednotka?uid=44>

### Zdroje příloh

- Administrativní centrum Prosek Point. archiweb.cz [online]. Copyright © Archiweb, s.r.o. 1997 - 2019 [cit. 14. 05. 2019]. Dostupné z: <https://www.archiweb.cz/b/administrativni-centrum-prosek-point> (Příloha č. 3)
- Agentura B.K.R. spol. s.r.o. (Příloha č. 1)
- EA architekti s.r.o. (Příloha č. 4)
- OPTIMA spol. s.r.o. (Příloha č. 2)
- AZ PROJECT spol. s.r.o. (Příloha č. 5)

# Seznam obrázků, tabulek, příloh

## Seznam obrázků

Obrázek č. 1 - Přenos zatížení obvodových plášťů.....	12
Obrázek č. 2 - Ochrana spár proti pronikání vody.....	14
Obrázek č. 3 - Příklady konstrukcí druhů DP1 až DP3 .....	18
Obrázek č. 4 - Jak funguje tepelně izolační omítka .....	29
Obrázek č. 5 - Skryté kotvení - mechanické .....	35
Obrázek č. 6 – Skryté kotvení - lepení.....	36
Obrázek č. 7 - Viditelné kotvení .....	36
Obrázek č. 8 – Ukázka kovové fasády.....	37
Obrázek č. 9 - Ukázka plastové fasády .....	39
Obrázek č. 10 - Ukázka dřevěné fasády .....	40
Obrázek č. 11 – Ukázka modulové fasády .....	43
Obrázek č. 12 - Ukázka rastrové fasády .....	44
Obrázek č. 13 - Sendvičové fasády střešní a stěnové .....	45
Obrázek č. 14 - Ukázka sendvičový fasáda .....	48
Obrázek č. 15 - Půdorys rodinného domu .....	61
Obrázek č. 16 - Pohled severo-západní rodinné domu .....	61
Obrázek č. 17 - Půdorys výrobní hala.....	66
Obrázek č. 18 - Pohled západní výrobní hala .....	66
Obrázek č. 19 – Půdorys administrativních budov .....	71
Obrázek č. 20 - Pohled severní administrativních budov .....	71
Obrázek č. 21 - Půdorys vila.....	76
Obrázek č. 22 - Pohled západní vila .....	76
Obrázek č. 23 - Půdorys bytový dům .....	81
Obrázek č. 24 - Pohled jiho-východní bytový dům .....	81

## Seznam tabulek

Tabulka č. 1 - Převod třídění stavebních výrobků a hmot ze stupňů hořlavosti na třídu reakce na oheň .....	17
--	----

Tabulka č. 2 - Část tabulky z ČSN 73 0802, požární odolnost stavebních konstrukcí a jejich druh. Pozn.: označení konstrukcí křížkem (+) znamená, že konstrukce musí být druhu DP1, pokud jde o požárně dělící konstrukce chráněných únikových cest.....	18
Tabulka č. 3 – Tabulka výsledných ohodnocení pro jednotlivé varianty a kritéria.....	60
Tabulka č. 4 – Tabulka Saatyho kriteriální matice (rodinný dům).....	62
Tabulka č. 5 – Tabulka porovnání variant dle vah kritérií (rodinný dům) .....	65
Tabulka č. 6 - Tabulka Saatyho kriteriální matice (výrobní hala) .....	67
Tabulka č. 7 – Tabulka porovnání variant dle vah kritérií (výrobní hala).....	70
Tabulka č. 8 - Tabulka Saatyho kriteriální matice (administrativní budova) .....	72
Tabulka č. 9 – Tabulka porovnání dle vah kritérií (administrativní budova).....	75
Tabulka č. 10 - Tabulka Saatyho kriteriální matice (vila) .....	77
Tabulka č. 11 – Tabulka porovnání dle vah kritérií (vila) .....	80
Tabulka č. 12 - Tabulka Saatyho kriteriální matice (bytový dům).....	82
Tabulka č. 13 – Tabulka porovnání dle vah kritérií (bytový dům).....	85

## **Seznam příloh**

**Příloha č. 1 - Rodinný dům (půdorys a severozápadní pohled)**

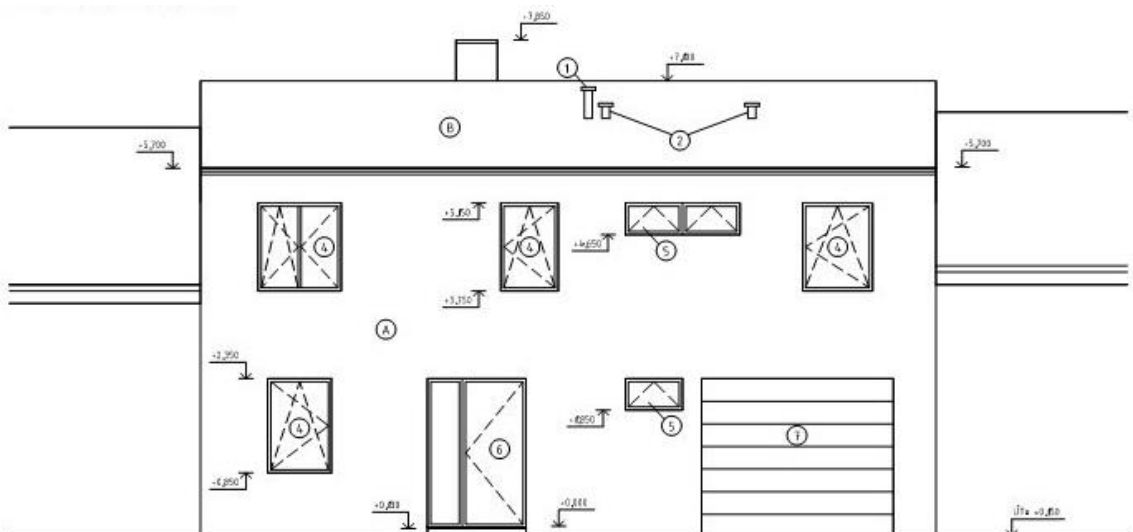
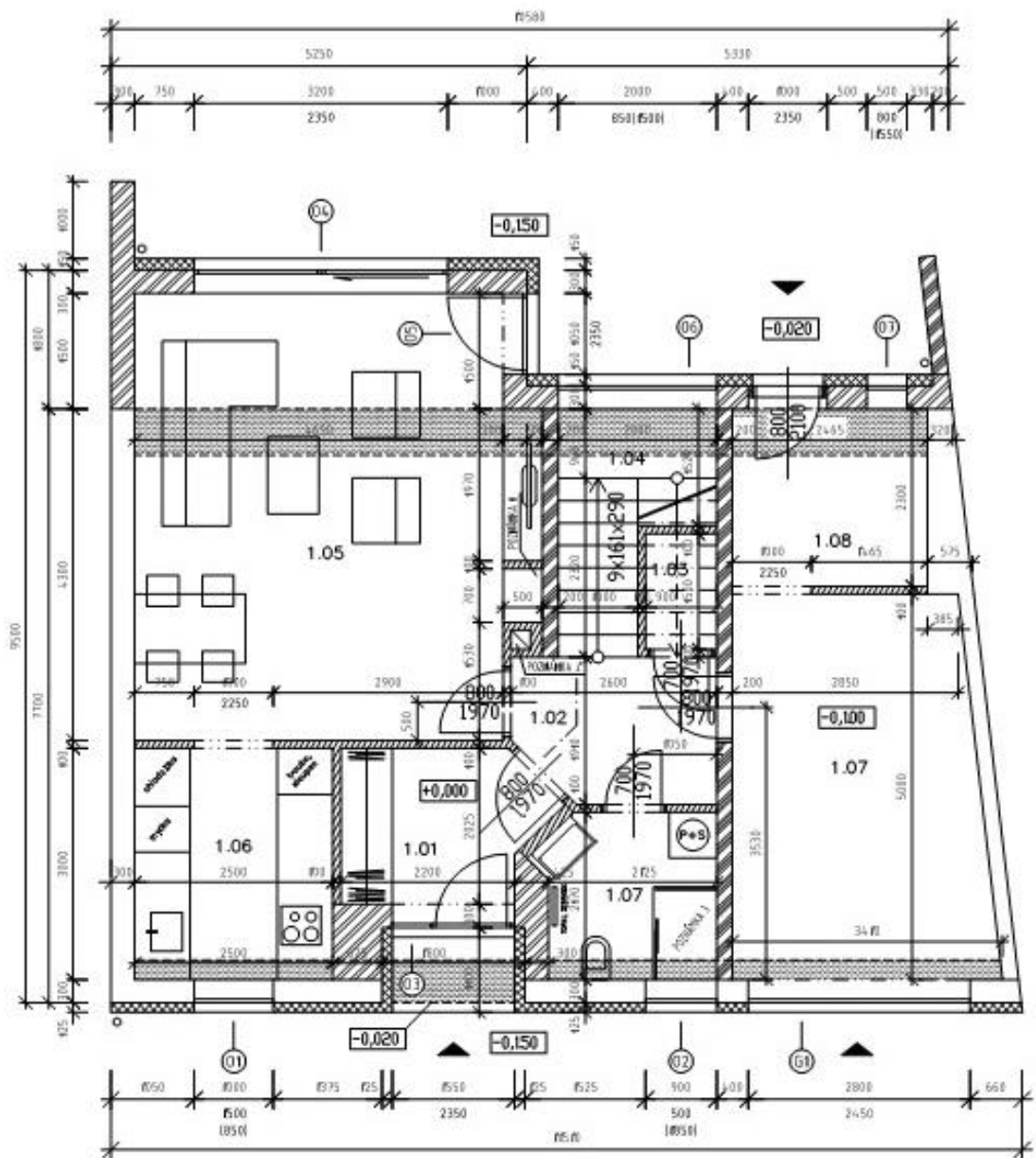
**Příloha č. 2 - Výrobní hala (půdorys a západní pohled)**

**Příloha č. 3 - Administrativní budova (půdorys a severní pohled)**

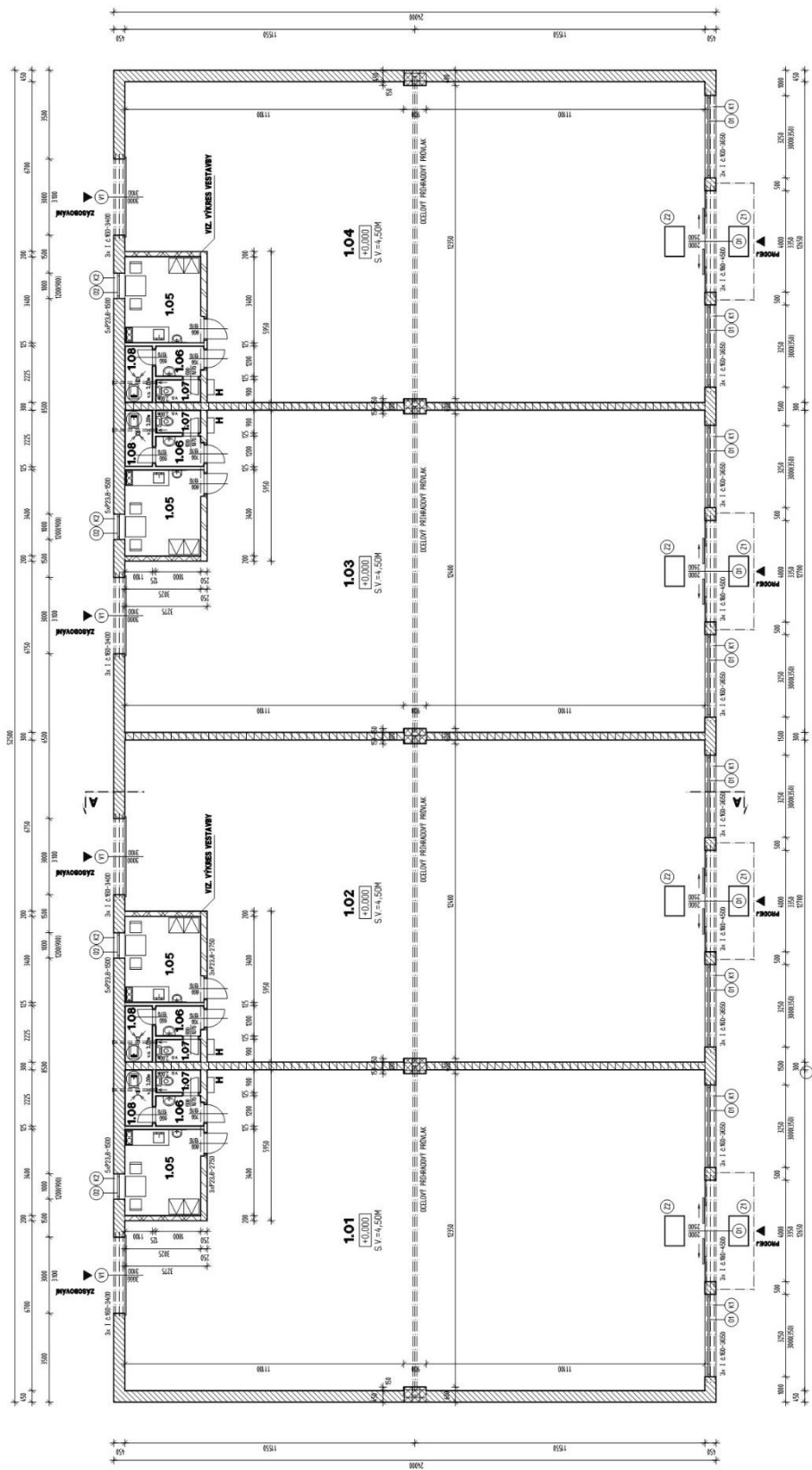
**Příloha č. 4 – Vila (půdorys západní pohled)**

**Příloha č. 5 - Bytový dům (půdorys a jihovýchodní pohled)**

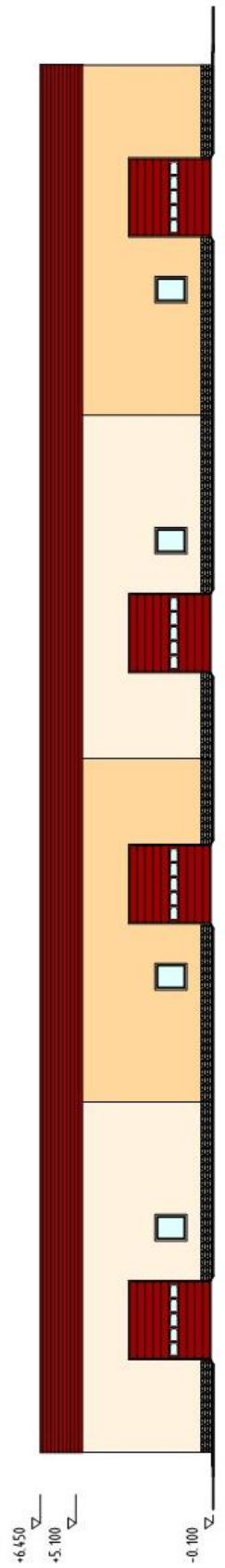
Příloha č. 1 - Rodinný dům (půdorys a severozápadní pohled)



Príloha č. 2 - Výrobní hala (půdorys a západní pohled)



**POHLED ZÁPADNÍ**



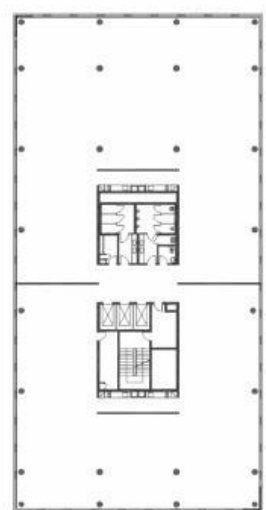
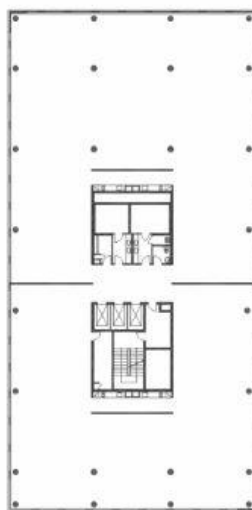
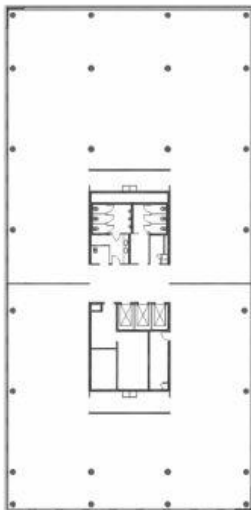


*Příloha č. 3 - Administrativní budova (půdorys a severní pohled)*

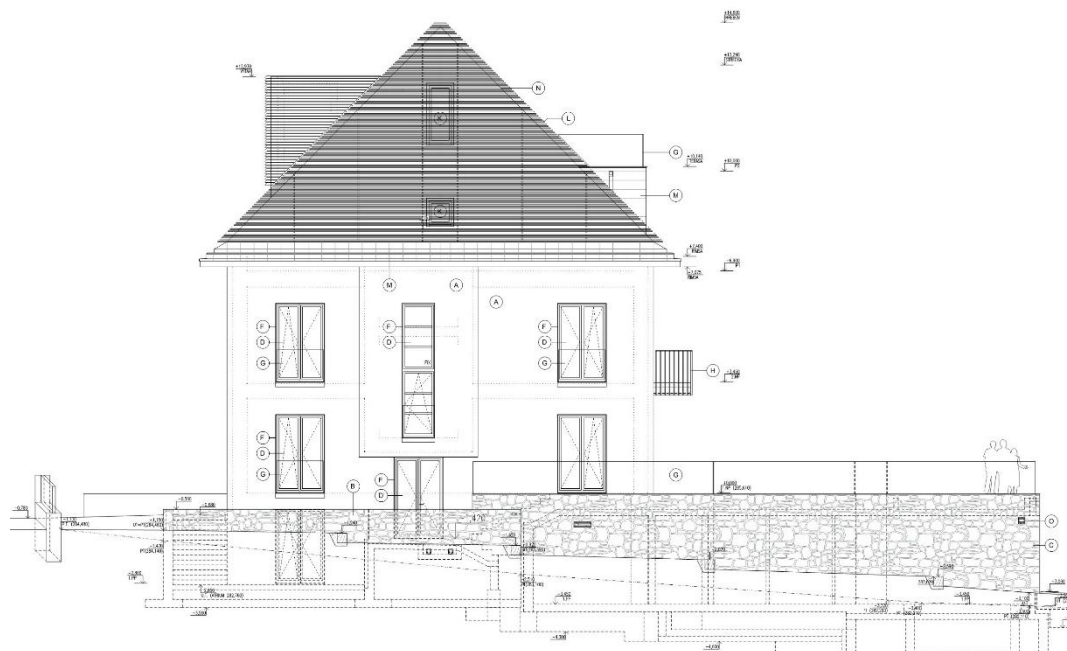
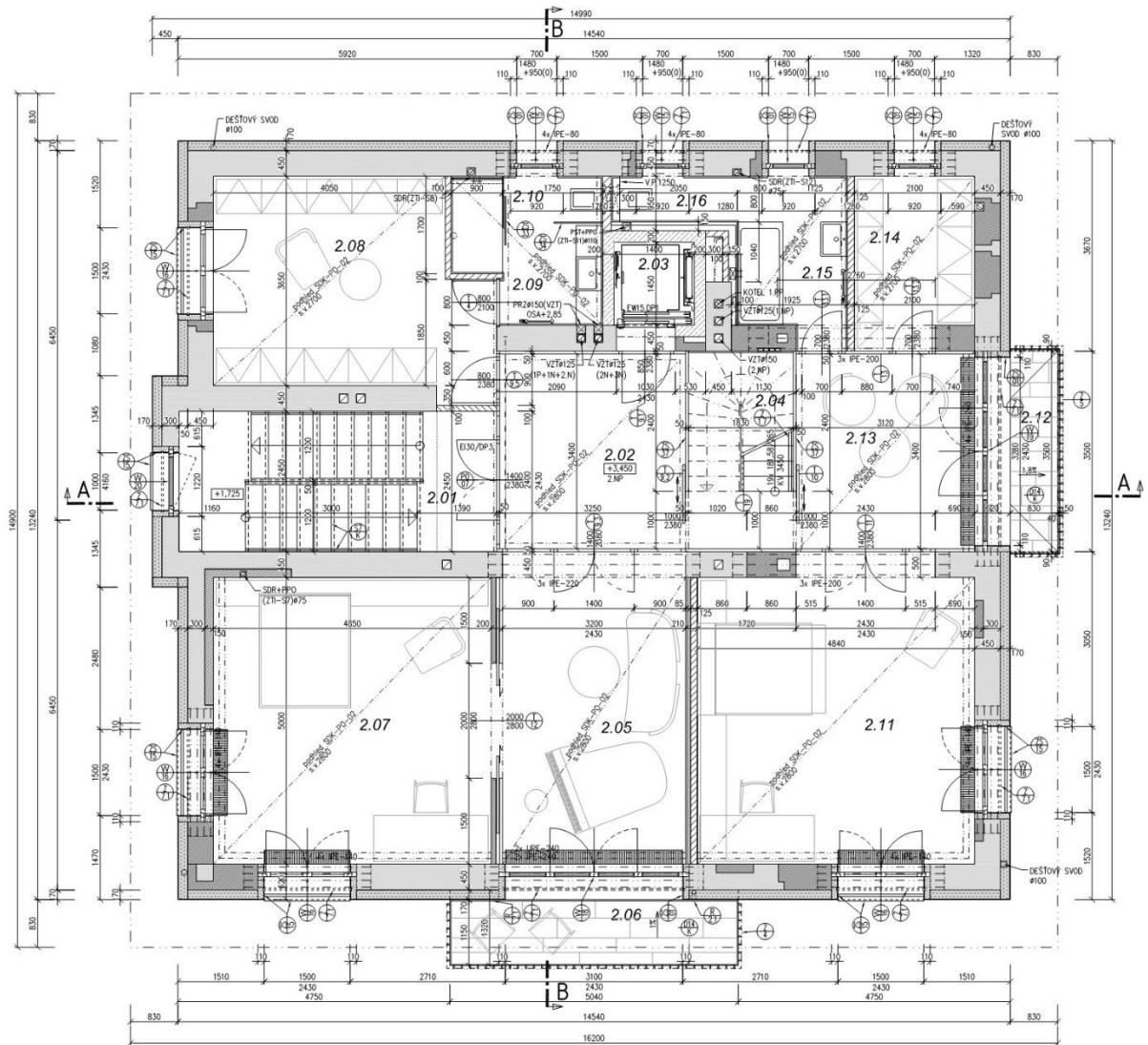
POHLED SEVERNÍ



PŮDORYS 5. NP



Příloha č. 4 Vila (půdorys západní pohled)



Příloha č. 5 - Bytový dům (půdorys a jihovýchodní pohled)

PRŮČELÍ JIHOVÝCHODNÍ

