

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD**  
**KATEDRA MECHANIKY- ODDĚLENÍ STAVITELSTVÍ**

## **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Stavební řešení muzea – problematika nosných konstrukcí,  
fyzikálních parametrů, bezpečnosti a estetiky**

Vypracoval:

**Bc. Marek Soukup**

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Luděk Vejvara, Ph.D.**

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Stavební řešení muzea – problematika nosných konstrukcí, fyzikálních parametrů, bezpečnosti a estetiky, vypracoval samostatně pod odborným dohledem vedoucího diplomové práce za použití odborné literatury, uvedené v seznamu.

V Plzni dne 01. 03. 2015

.....

Bc. Marek Soukup

## **Poděkování**

Především bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce panu Ing. Luďkovi Vejvarovi, Ph.D. za cenné rady, připomínky a čas, který mi věnoval při konzultacích. Dále bych rád poděkoval dalším členům katedry mechaniky a oddělení stavitelství za získané znalosti ve stavebním oboru. A v neposlední řadě své rodině za podporu v průběhu studia.

V Plzni dne 01. 03. 2015

Bc. Marek Soukup

## **Anotace**

Tato diplomová práce se zabývá stavebním řešením muzea z hlediska problematiky nosných konstrukcí, fyzikálních parametrů, bezpečnosti, estetiky a to vše s přihlédnutím na výskyt velkého počtu lidí, zajištění dostatečného osvětlení, vytvoření vhodného klimatu a umístování hodnotných i nemalých exponátů.

Výše zmíněné parametry jsou v této práci rozebírány a řešeny jak obecně, tak na konkrétních příkladech i na mnou navrženém muzeu.

Můj návrh muzeum má tři nadzemních podlaží, ve kterých se nachází výstavní prostory, recepce, haly, sociální a hygienické zázemí, depozitář, kanceláře, zasedací místnost, kuchyňka, místnosti pro zaměstnance, skaldy, schodiště atd. V podzemním podlaží objektu jsou umístěny technické místnosti, strojovny výtahů a další prostory zajišťující chod muzea. Toto podlaží není obsahem projektové dokumentace.

Součástí práce je také statický výpočet základních konstrukcí objektu tj. průvlastku, sloupu a železobetonové základové patky. Tento výpočet byl proveden za pomoci výpočtového programu Dlubal RFEM. Výkresová dokumentace je vytvořena v programu AutoCAD 2009.

## **Klíčová slova**

muzeum, nosné konstrukce, projektová dokumentace, statický výpočet, průvlastek, sloup, železobetonová základová patka

## **Annotation**

This Master's thesis aims to design a new museum building with focus on main construction members, physical parameters, safety, aesthetics considering gathering of a large number of people there, providing of sufficient lighting, creating of suitable interior climate and placing of valuable and spacious exhibits.

Aforesaid parameters are theoretically analysed and practically used in the museum design.

Designed museum has three upper ground floors with exposition halls, reception, toilet facilities, depository, offices, boardroom, kitchen, rooms for employees, stocks, staircase etc. On the lower ground floor there are rooms for technical facilities, elevator machine room and other rooms for museum facilities. The lower ground floor is not a part of the design documentation.

Structural analysis and design of main construction members such as girder, column and reinforced concrete pad foundation is also a part of the Master's thesis. For the structural analysis and design was used engineering software Dlubal RFEM. Drawings have been created in AutoCAD 2009.

## **Keywords**

museum, bearing construction, design documentation, structural analysis, girder, column, reinforced concrete pad foundation

**OBSAH:**

<b>Úvod</b> .....	1
<b>1. Vznik a vývoj muzeí</b> .....	2
1.1 Sbírký.....	2
1.2 Muzea.....	2
<b>2. Objekt muzea z hlediska architektury</b> .....	5
<b>2.1 Typologie jednotlivých prostor daného objektu</b> .....	5
2.1.1 Provozní vazby v muzeích.....	5
2.1.2 Orientace prostor ke světovým stranám.....	5
2.1.3 Výstavní prostor.....	6
2.1.4 Vstup, hala.....	8
2.1.5 Sociální a hygienické zázemí.....	9
2.1.6 Kanceláře.....	12
2.1.7 Depozitář.....	14
<b>2.2 Stavebně technické požadavky</b> .....	17
2.2.1 Komunikace pro návštěvníky muzea.....	17
2.2.2 Schodiště a vyrovnávací stupně.....	17
2.2.3 Výtahy.....	17
2.2.4 Hygienická zařízení.....	18
<b>2.3 Typologie a užívání objektů muzeí s osobami se sníženou schopností pohybu a orientace</b> .....	20
2.3.1 Typy omezení, užívané piktogramy a organizační schémata.....	20

2.3.2 Vyhláška č. 398/2009 Sb. a její základní ustanovení.....	22
2.3.3 Muzejní prezentace z hlediska bezbariérovosti.....	23
2.3.4 Bezbariérové rampy.....	23
2.3.5 Dveřní otvory.....	24
2.3.6 Okenní otvory.....	24
2.3.7 Hygienické místnosti a zařízení pro imobilní osoby.....	25
<b>3. Objekt muzea z hlediska nosné konstrukce.....</b>	<b>27</b>
<b>3.1 Vliv dispozice na nosné konstrukce.....</b>	<b>27</b>
<b>3.2 Varianty a řešení nosných konstrukcí.....</b>	<b>29</b>
3.2.1 Stěnové systémy.....	29
3.2.2 Skeletové (sloupové) systémy.....	31
3.2.3 Superkonstrukce.....	34
3.2.4 Halové konstrukční systémy.....	35
<b>3.3 Používané materiály.....</b>	<b>40</b>
3.3.1 Dřevěné konstrukce.....	40
3.3.2 Zděné konstrukce.....	41
3.3.3 Ocelové konstrukce.....	41
3.3.4 Železobetonové konstrukce.....	42
3.3.5 Spřažené ocelobetonové konstrukce.....	42
<b>4. Stavební řešení mnou navrženého muzea.....</b>	<b>43</b>
<b>5. Návrh a posouzení nosné konstrukce v mém projektu.....</b>	<b>54</b>
5.1 Výpočet zatížení dle ČSN EN 1991.....	56
5.2 Návrh železobetonové křížem vyztužené desky.....	66

<b>5.3 Návrh a posouzení průvlastku</b> .....	67
<b>5.4 Návrh a posouzení sloupu</b> .....	72
<b>5.5 Návrh železobetonové základové patky</b> .....	85
<b>6. Stavebně – fyzikální požadavky</b> .....	90
<b>6.1 Stavební akustika (zvuk)</b> .....	90
6.1.1 Zvuk šířící se v objektech muzeí.....	90
6.1.2 Zvuk šířený vzduchem.....	90
6.1.3 Zvuk šířený konstrukcí muzea.....	91
6.1.4 Požadavky na zvukovou izolaci.....	93
<b>6.2 Stavební světelná technika (denní světlo)</b> .....	96
6.2.1 Vymezení pojmu denní osvětlení.....	96
6.2.2 Význam denního osvětlení a základní požadavky na jeho navrhování.....	96
6.2.3 Kritéria a limity denního osvětlení.....	97
6.2.4 Osvětlovací systémy.....	98
6.2.5 Požadované hodnoty činitele denní osvětlenosti.....	99
6.2.6 Denní osvětlení muzejních prostor.....	100
<b>6.3 Teplota a vlhkost v muzeích</b> .....	103
6.3.1 Součinitel prostupu tepla a jeho požadavky.....	103
6.3.2 Pokles dotykové teploty podlahy.....	113
6.3.3 Relativní vlhkost vzduchu v muzeích.....	114
<b>7. Zabezpečovací systémy</b> .....	115
<b>7.1 Kamerový bezpečnostní systém</b> .....	116
<b>7.2 Vnitřní detektory pohybu</b> .....	117



<b>7.3 Speciální detektory</b> .....	118
<b>7.4 Požární hlásiče</b> .....	120
<b>7.5 Dálkové ovládání rolet</b> .....	120
<b>8. Shrnutí a vyhodnocení dané problematiky</b> .....	122
<b>9. Závěr</b> .....	124
<b>10. Seznam použité literatury a jiných zdrojů</b> .....	125
<b>10.1 Seznam použité literatury</b> .....	125
<b>10.2 Internetové zdroje</b> .....	125
<b>11. Seznam použitého softwaru</b> .....	126
<b>12. Seznam tabulek a obrázků</b> .....	127
<b>12.1 Seznam tabulek</b> .....	127
<b>12.2 Seznam obrázků</b> .....	128
<b>Příloha D.1.1 Architektonicko – stavební řešení</b> .....	133

## Úvod

V této diplomové práci se budu zabývat stavebním řešením objektu muzea z hlediska problematiky nosných konstrukcí, fyzikálních parametrů, bezpečnosti a estetiky.

K výběru objektu muzea jakožto tématu mé práce vedla celkem trnitá cesta a to z několika důvodů. Jedním z prvních bylo zjištění, že se jedná o poměrně nové budovy, kterých na našem území nebylo mnoho postaveno. Další překvapení nastalo po několika návštěvách knihoven, studoven, webových stránek a to, že k tomuto typu objektu nebylo sepsáno mnoho publikací. Po spojení těchto dvou skutečností jsem nejprve stál na rozcestí, zda vůbec zůstat u původního tématu mé práce nebo se věnovat jinému typu stavby, ke kterému existuje spousta článků, vyhlášek a knih.

Po mnoha úvahách jsem došel k závěru, že toto téma bude pro mě zajímavé a to především z té skutečnosti, že se budu věnovat něčemu, nad čím se třeba přede mnou ještě mnoho lidí nepozastavilo.

V úplném úvodu této práce bude zmíněno něco z historie a vývoje muzeí. Další část je zaměřena na navrhování jednotlivých prostor s přihlédnutím na výskyt velkého počtu lidí. V návaznosti na předchozí problematiku následuje rozbor nosné konstrukce, stavebně-fyzikálních požadavků a zabezpečovacích systémů.

Součástí této práce je i můj návrh muzea, tento objekt obsahuje 3 nadzemní podlaží, ve kterých se nachází výstavní prostory, recepce, haly, sociální a hygienické zázemí, depozitář, kanceláře, zasedací místnost, kuchyňka, místnosti pro zaměstnance, skaldy, schodiště atd. V podzemním podlaží objektu jsou umístěny technické místnosti, strojovny výtahů a další prostory zajišťující chod muzea. Toto podlaží není obsahem projektové dokumentace.

Navržený objekt je tvořen železobetonovým monolitickým systémem. Na obvodový plášť jsou použity tvárnice LIVETHERM TOL + N Z400/Lep198 – P10 v kombinaci s prosklenou fasádou a bednicí dílce LIVETHERM v části pod upraveným terénem. Stropy jsou provedeny pomocí křížem vyztužených železobetonových desek. Stabilitu objektu zajišťují monolitická jádra a monolitická schodiště.

# 1. Vznik a vývoj muzeí

## 1.1 Sbírky

Nalézání a sbírání různých předmětů, věcí, přírodnin je přirozené pro všechny kultury na celém světě. Naši předkové si uchovávali vše, co bylo pro ně výjimečné, vzácné nebo jim to připomínalo jejich minulost. V ojedinělých případech se tyto sbírky dochovali dodnes, většinou však byly v průběhu předávání z pokolení na pokolení rozprodány, rozdány popřípadě zničeny.

Předchůdcem muzeí byly sbírky. Jednalo se například o sbírky antických chrámových pokladnic, královské a městské poklady a samozřejmě soukromé sbírky. Nejcennějšími nálezy a výrobky byly předměty z drahých kovů a kamenů.

V souvislosti s osvícenstvím se začaly sbírky zpřístupňovat veřejnosti až od poloviny 18. století. Jako úplně první se začaly vystavovat sbírky umělecké.

## 1.2 Muzea

Muzea jsou instituce, která sbírky shromažďují, chrání, třídí, ale především je nechávají zpřístupňovat lidem. Tyto instituce začaly vznikat na počátku 19. století. V této době se především v Evropě objevuje myšlenka národního uvědomění, která souvisí s pěstováním národního jazyka, dějin a kultury národa. Každý národ se snažil a chtěl dokladovat svoji zajímavou minulost. K tomuto bylo zapotřebí shromáždit sbírky a odborníky, kteří je budou studovat a postupně zpřístupňovat veřejnosti. Proto vznikají v této době muzea a národní knihovny.

Úplně první muzea v českých zemích začala vznikat na konci 18. století. Muzeum výtvarného umění „Národní galerie v Praze“ je ze současných muzeí nejstarší, jeho historie sahá až do posledního desetiletí 18. století.

Historie českého muzejnictví však začíná až založením přírodovědného muzea v Opavě r. 1814, Moravského muzea v Brně v r. 1817 (přírodovědně a vlastivědně zaměřené) a poté v r. 1818 Národního muzea v Praze (taktéž původně přírodovědně zaměřeno).

Na konci 19. století se stal rozvoj muzeí velkým hitem, v této době mělo každé město i větší obec muzeum. Většina těchto muzeí byla vlastenecky zaměřena a obsahovala nějakou specializovanou sbírku, kterou jim odkázal většinou místní sběratel nebo rodák.

Co se týče světového muzejnictví, úplně nejstarším muzeem na světě, které bylo zpřístupněno veřejnosti, je Britské muzeum v Londýně. Bylo založeno roku 1753 pro rozsáhlé sbírky lékaře sira Hanse Sloana.

Budova muzea byla navržena architektem sirem Robertem Smirkem v roce 1823. Jednalo se o čtyřúhelník se čtyřmi křídly: severní, východní, jižní a západní. Na vzhledu jižního vstupu je patrné, že si autor této stavby vybral za vzor klasickou řeckou architekturu. Důkazem je řešení 44 ionských sloupů, schodiště s kolonádou a zdobným trojúhelníkovým štítem. Myšlenkou tohoto vzhledu muzea bylo prý odrážet účel budovy.



Obr. č. 1.1 – Jižní vstup Britského muzea (zdroj: foto: cs.wikipedia.org)

Z hlediska stavebního řešení byl objekt postaven na betonovou desku, rám budovy byl tvořen z litiny a vyplněn cihlami. Vnější strana objektu byla pokryta vrstvou portlandského kamene.

Z novodobějších stavebních úprav budovy Britského muzea mne zaujala velká dvorana Alžběty II, která je situována v centru objektu. Tato dvorana byla otevřena v roce 2000 a je největším zastřešeným prostorem v Evropě. Střecha je tvořena za pomoci kovové konstrukce, která je vyplněna 1656 skleněnými panely.



Obr. č. 1.2 – dvorana Alžběty II (zdroj: foto: cs.wikipedia.org)

## **2. Objekt muzea z hlediska architektury**

### **2.1 Typologie jednotlivých prostor daného objektu**

#### 2.1.1 Provozní vazby v muzeích

Dispozici všech muzeí ovlivňuje hlavně velikost a typ vystavovaných předmětů (exponátů) a intenzita návštěvnosti neboli provozu (nepřetržitý, velký a malý).

V objektech tohoto typu může být pro zlepšení provozu a pohybu zaveden např. jednosměrný provoz, ten se využívá hlavně u muzeí s nepřetržitým a velkým provozem. To znamená, že návštěvníci muzea se po skončení prohlídky nevracejí zpět do vstupního prostoru, ale pokračují do předsálí k východu. V případě, že by byly v muzeu umístěny u vstupu šatny, musel by být u východu situován výdejní pult. Tímto způsobem by bylo zabezpečeno oddělení přicházejících a odcházejících návštěvníků muzea.

V muzeích, kde se nepočítá až tak s velkým provozem nebo je k tomuto typu provozu uzpůsobené dispozice se používá standardní tzv. zpětný provoz. U tohoto typu provozu návštěvníci vycházejí tím vstupním prostorem, kterým do objektu přišli.

#### 2.1.2 Orientace prostor ke světovým stranám

Hlavním předpokladem pro zajištění příjemného vnitřního prostředí a klimatu je orientace ke světovým stranám.

Každá světová strana má rozdílné vlastnosti, které se prokazují hlavně osvětlení daných prostor a přirozené teplotě prostředí.

V našem podnebném pásu se orientují místnosti v interiéru tak, že prostory, ve kterých se tráví většina dne, by měly být umístěny na stranu slunnou, kde bude po celý den příjemné klima. Naopak prostory studené se situují na stranu neslunnou.

V případě muzeí je orientace podle světových stran z hlediska zajištění příjemného vnitřního klimatu složitou záležitostí, protože se jedná většinou o rozsáhlé stavby, po kterých se lidé pohybují volně a netráví mnoho času na jednom místě. Proto se u těchto typů staveb zaměřujeme především na dostatečné přírodní osvětlení díky správné orientaci a umístění objektu ke světovým stranám.

Orientací a jí daným přírodním osvětlením se nezabýváme jen z hlediska zajištění vhodné zrakové pohody pro návštěvníky muzea, ale také z důvodu vytvoření přijatelného prostředí pro vystavované exponáty.

Z tohoto hlediska je umístění exponátů v interiéru muzea dle mého názoru velmi složitou záležitostí, a to z té skutečnosti, že přímým slunečním zářením vzniká spousta nežádoucích faktorů, jedná se jak o odrazy od skleněných ploch, ve kterých jsou předměty umístěny, tak možná degradace vzácných exponátů (obrazů, starých oděvů, knih atd.).

Z výše uvedených skutečností bych proto muzeum a především výstavní prostor orientoval tak, aby se přímé sluneční záření dostávalo do interiéru co v nejmenším množství.

### 2.1.3 Výstavní prostor

Účel výstavních prostorů:

- a) musí chránit exponáty před krádeží, poškozením, sluncem, vlhkostí, suchem a prachem.
- b) slouží pro výstavu a ukázkou exponátů

Pro lepší přehlednost se vystavované objekty dělí na:

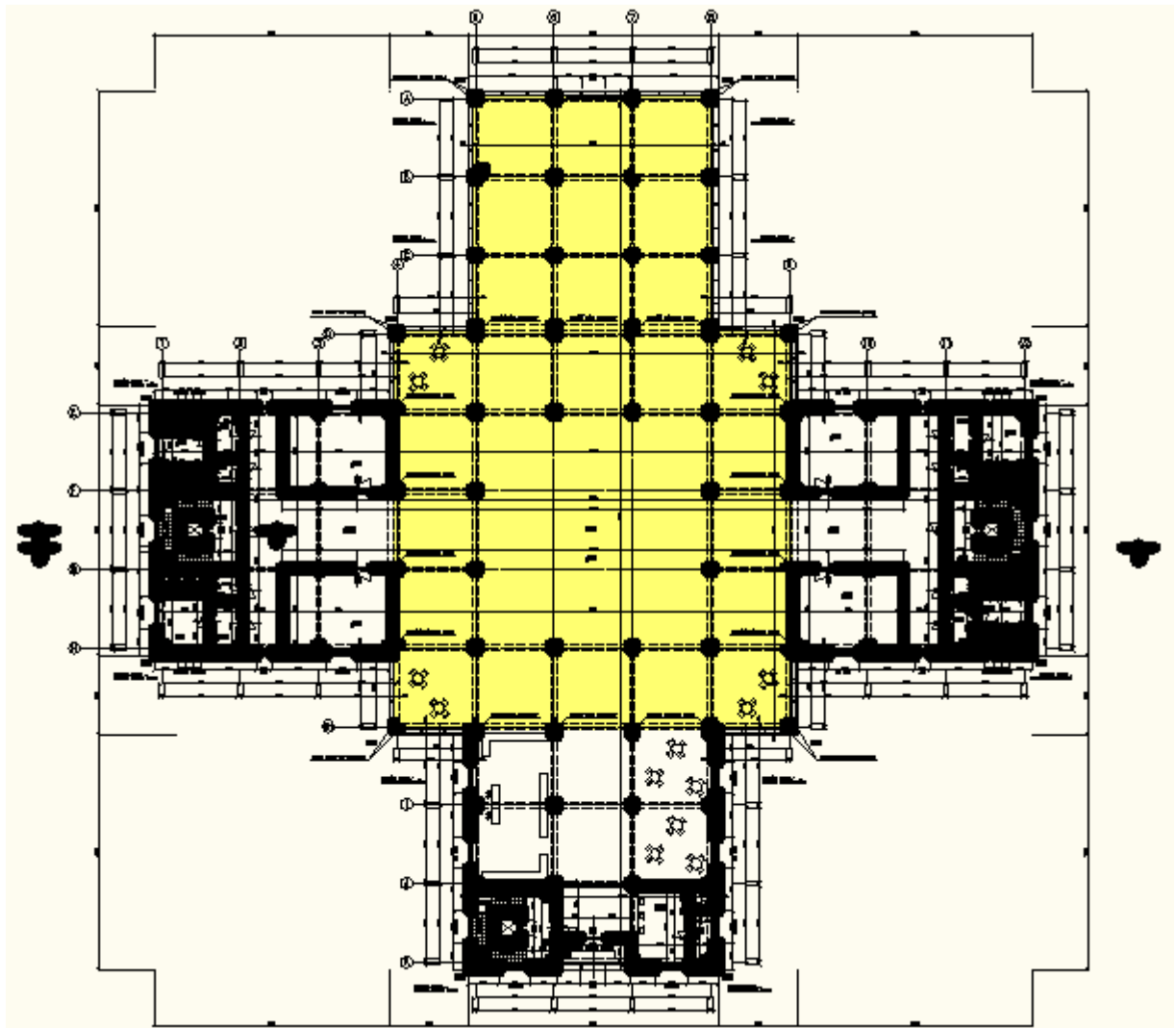
- 1) Předměty pro studium (např. mědirytiny, kresby atd.). Tyto objekty se uchovávají v deskách, které se ukládají do skříní, hloubky 800mm, výšky 1600mm.
- 2) Předměty pro veřejnost (např. nástěnné malby, olejomalby, obměňované výstavy atd.)

Aby si návštěvníci mohli prohlédnout exponáty úplně a bez únavy, musí být zajištěno výborné uspořádání, střídání vystavovaných předmětů a samozřejmě tvar a sled výstavních místností.

Například pro muzea, kde jsou vystavovány obrazy, by měla být pro každou skupinu obrazů vymezena jedna místnost a pro každý obraz ze skupiny vlastní stěna. Toto uspořádání vyžaduje spíše, aby místnosti pro vystavované obrazy byly v místnostech s větší plochou stěn v poměru k půdorysu, samozřejmě především záleží na velikosti vystavovaných obrazů.

V neposlední řadě se nesmí při navrhování výstavních prostor zapomenout na dostatečné osvětlení vystavovaných předmětů. V dnešní době se stává modernější umělé osvětlení, protože denní (přírodní) světlo je nestálé.

Pro dostatečné osvětlení přírodním světlem se používají ve střešní konstrukci prosklené světlíky.



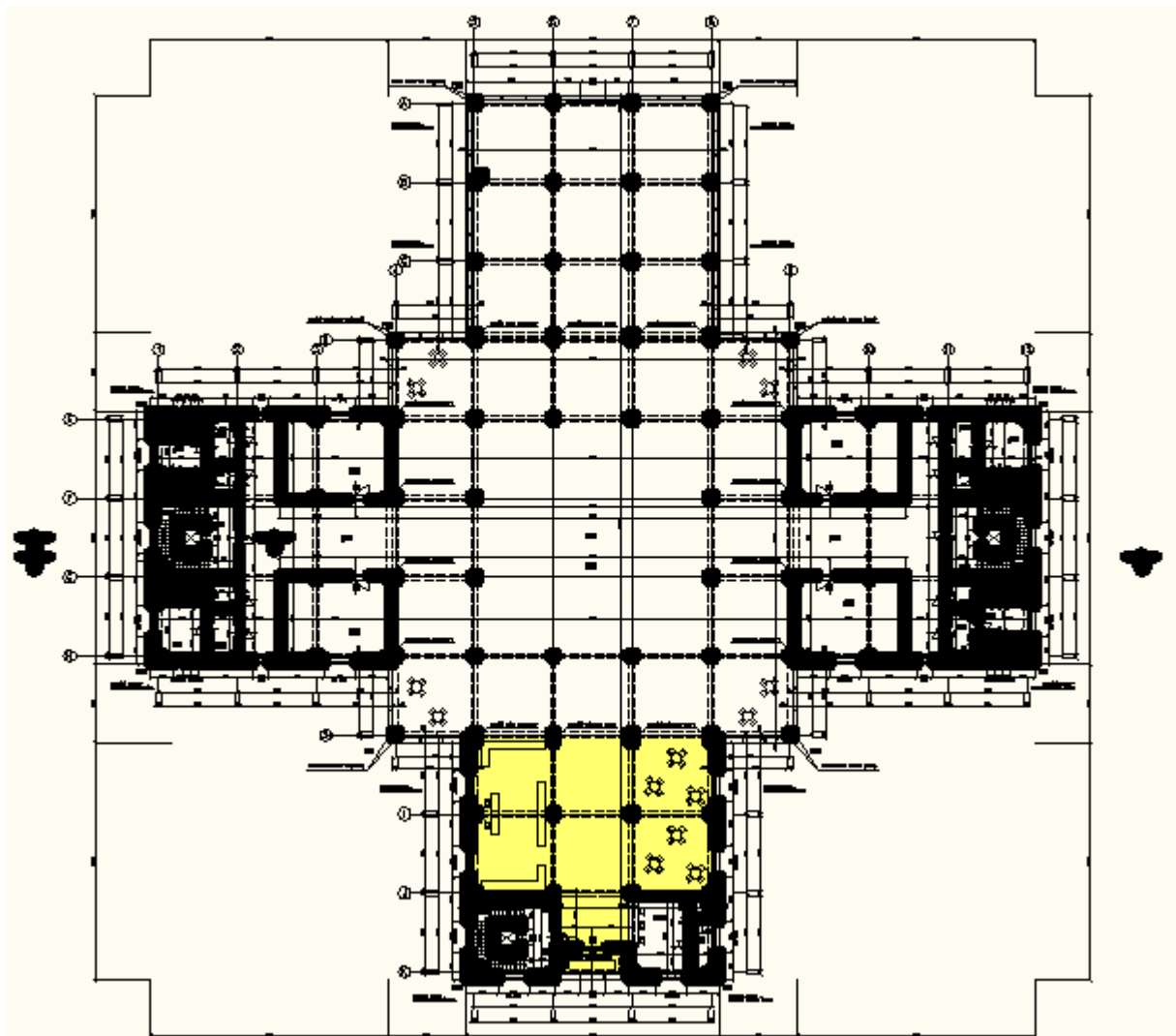
Obr. č. 2.1 – Ukázka situování hlavního výstavního prostoru v 1.NP u mnou navrženého muzea (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)



### 2.1.4 Vstup, hala

Ke vstupním prostorům muzea patří zádveří, vstupní hala, recepce popřípadě můžou být v některých muzeích umístěné v tomto prostoru i šatny, skříňky atd. Vstupní hala takového typu objektu by neměla plnit funkci pouze komunikační, ale měla by návštěvníkům poskytnout i možnost získání informací o všech službách v daném muzeu.

Samozřejmě musí být vstupní prostor dostatečně prosvětlen, jak přírodním světlem (okny), tak umělým (zářivkami). Dalšími důležitými a asi nejdůležitějšími požadavky na tento prostor je dostatečná velikost a zajištění značení pomocí organizačních schémat, aby zde nedocházelo ke kolizím mezi přicházejícími a odcházejícími návštěvníky při tzv. zpětném provozu viz výše.



Obr. č. 2.2 – Ukázka situování vstupu a haly v 1.NP u mnou navrženého muzea (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

## 2.1.5 Sociální a hygienické zázemí

### Návrh hygienických místností

Při navrhování hygienických místností v objektech s výskytem velkého počtu lidí musíme dodržovat platné normy ČSN, související právní předpisy a směrnice.

K nejdůležitějším zásadám, které jsou uvedené ve výše zmíněných publikacích, patří:

- komplexnost řešení hygienických místností
- umístění hygienických místností v objektu
- určení potřebného počtu zařizovacích předmětů
- dispoziční uspořádání jednotlivých zařizovacích předmětů a volba rozměru místnosti
- soustředění instalací
- výběr vhodných zařizovacích předmětů
- návrh zdravotnických armatur
- odvětrání hygienických místností

Minimální rozměry jednotlivých hygienických místností v objektech muzeí vychází z navrženého počtu a druhu zařizovacích předmětů a jejich vzájemné poloze.

Při projektování jednotlivých hygienických místností je nutné dodržovat níže uvedené zásady:

- hygienická místnosti se projektují odděleně na mužské a ženské
- výškové osazení zařizovacích předmětů musí být dle ČSN 73 4108 (viz hygienické zařízení str. 18)

Okna v jednotlivých hygienických místnostech musí mít křídlo ovladatelné z podlahy. Zda bude okno umístěné méně jak 1800mm od podlahy, musí být neprůhledně zasklené.

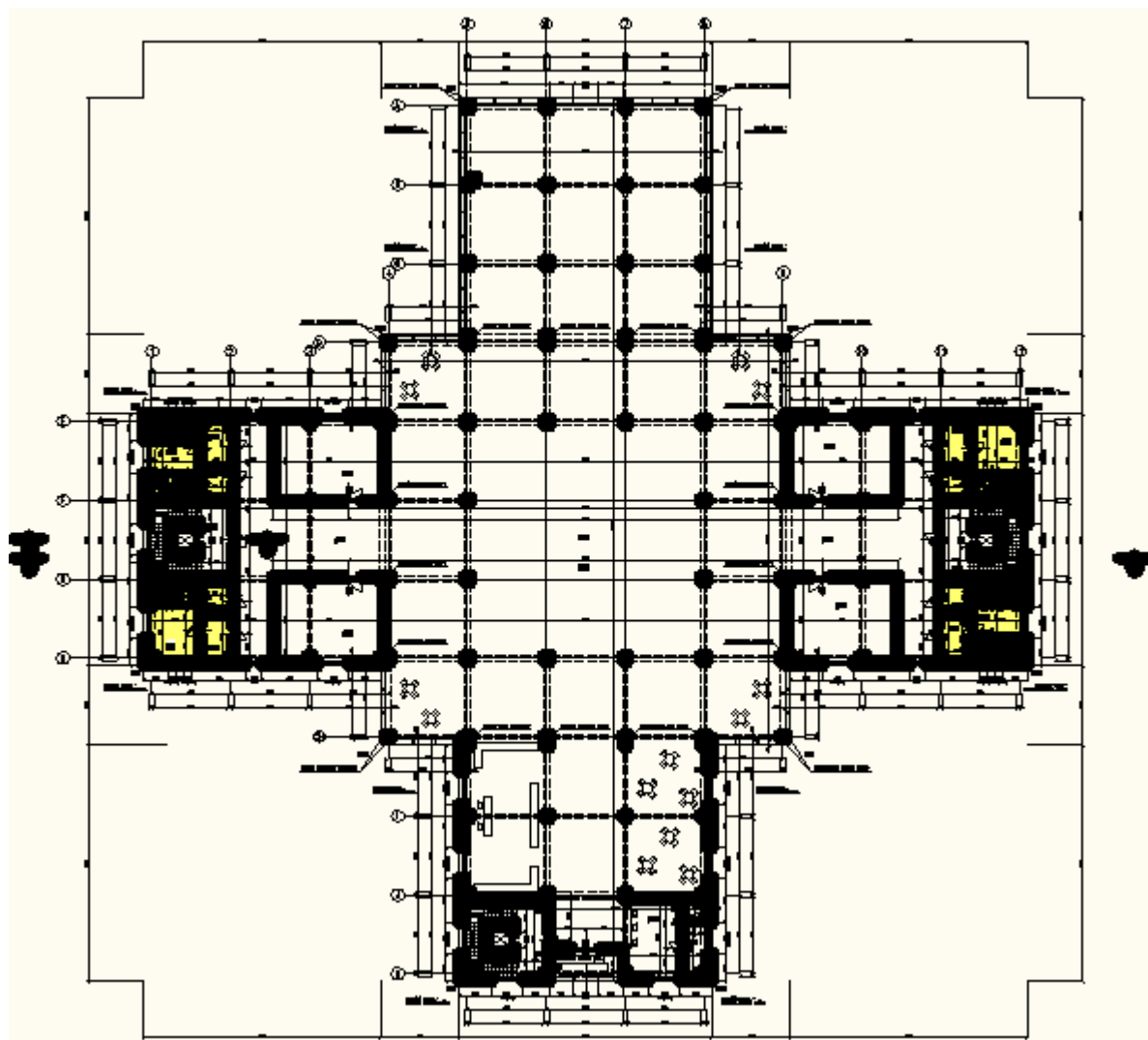
Vstupní dveře do hygienických místností musí být opatřeny samouzavíracím zařízením. Dále mají být řešeny takovým způsobem, aby bylo zabráněno přímému pohledu dovnitř.

Další prostory sociálního a hygienického zázemí

Mimo hygienické místnosti by měl být objekt vybaven vedlejšími prostory, jakou jsou šatny, oddechové místnosti pro zaměstnance jak kanceláří, tak úklidu, čajové kuchyňky atd.

## Čajové kuchyňky

- umístěny na každém podlaží s pracovnými (kanceláři)
- vybaveny: sporákem nebo vařičem, pracovní deskou, chladničkou, dřezem, který musí být opatřen teplou i studenou vodou
- oddechové místnosti pro zaměstnance by měly být v blízkosti kuchyněk (nejméně 5 sedadel na 100 zaměstnanců)



Obr. č. 2.3 – Ukázka situování hygienického zázemí v 1.NP u mnou navrženého muzea  
(zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

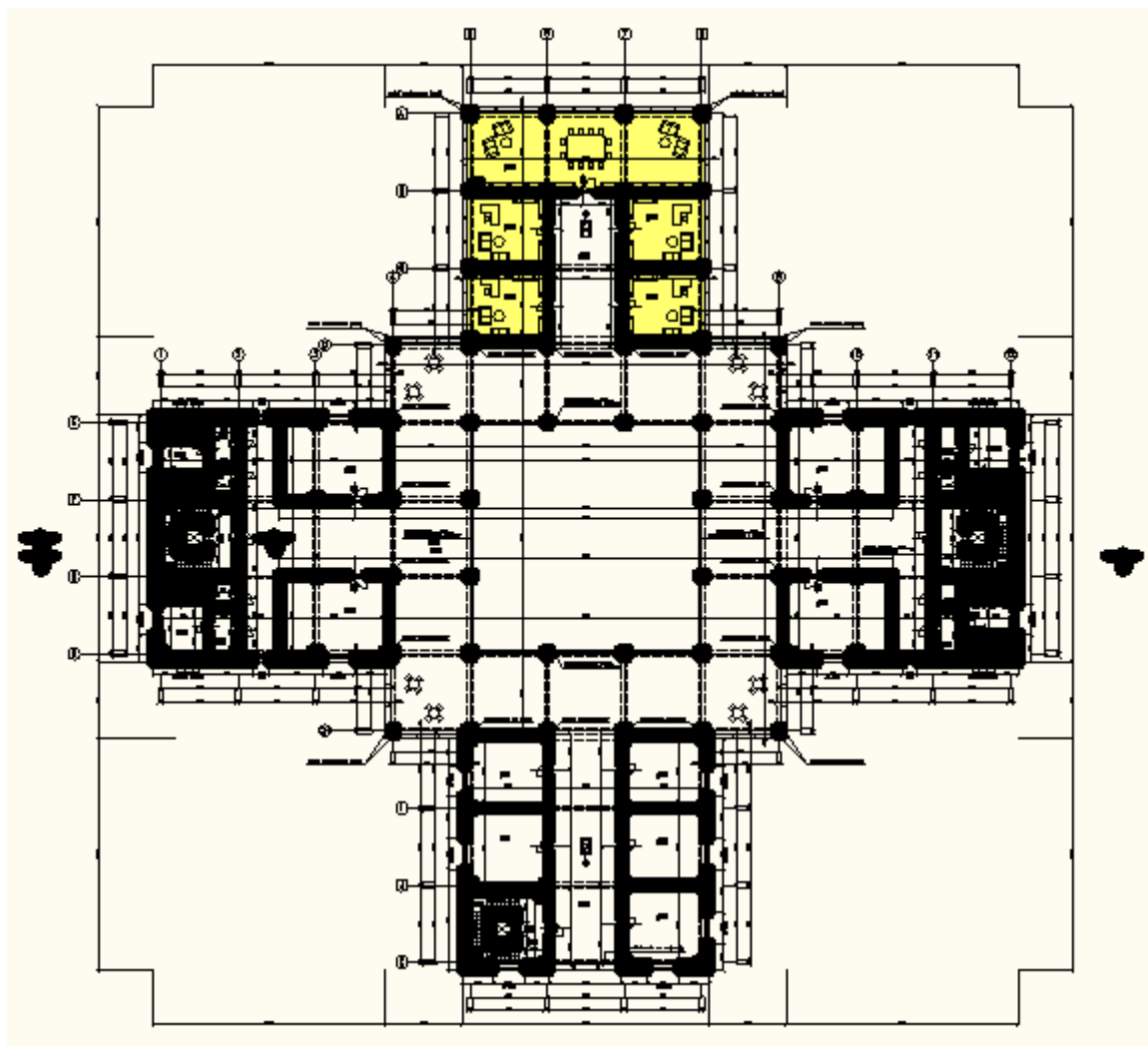
### 2.1.6 Kanceláře

V objektech muzeí jsou místnosti kanceláří určené pro zaměstnance, management a vedení muzea. Z hlediska navrhování tohoto typu objektu záleží i na těchto místnostech.

Prosvětlení a velikost těchto prostor výrazně ovlivňuje radost z práce.

Druhy kancelářských prostor:

- a) kanceláře buňkové – tyto kanceláře se používají pro samostatnou a vysoce koncentrovanou práci, popřípadě maximálně pro 3 osoby, jakožto pracovní skupinu.
- b) skupinové kanceláře – tyto typy kanceláří se používají pro větší skupiny max. do 20 osob.
- c) velkoprostorové (halové) kanceláře – tento typ se využívá pro velké skupiny lidí, ale ne v případě muzeí.



Obr. č. 2.4 – Ukázka situování kancelářských prostor ve 3.NP u mnou navrženého muzea (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

### 2.1.7 Depozitář

Depozitáře jsou umístěny v muzeích z důvodu uložení sbírkových předmětů, k zajištění jejich bezpečnosti a k zamezení možnému vzniku poškození vzácných exponátů.

Základní parametry depozitárního systému:

- musí být vhodně zvolené prostory pro umístění depozitáře
- bezpečnostní jištění sbírek a samozřejmě i jejich protipožární ochrana
- v depozitáři musí být dostatečné vybavení pro uložení vzácných předmětů
- nutno zajistit optimální klimatické podmínky
- vhodný prostor, kde je jistá nepřítomnost biologických škůdců
- jasně dané zásady v depozitáři (hygienické zásady a vhodná manipulace s uschovanými předměty)

Obecné zásady pro depozitární prostory:

Prostory pro depozitář by měly být dostatečně velké vzhledem ke stávající sbírce s předpokladem jejího rozšíření na dalších 10 let.

Umístění depozitáře:

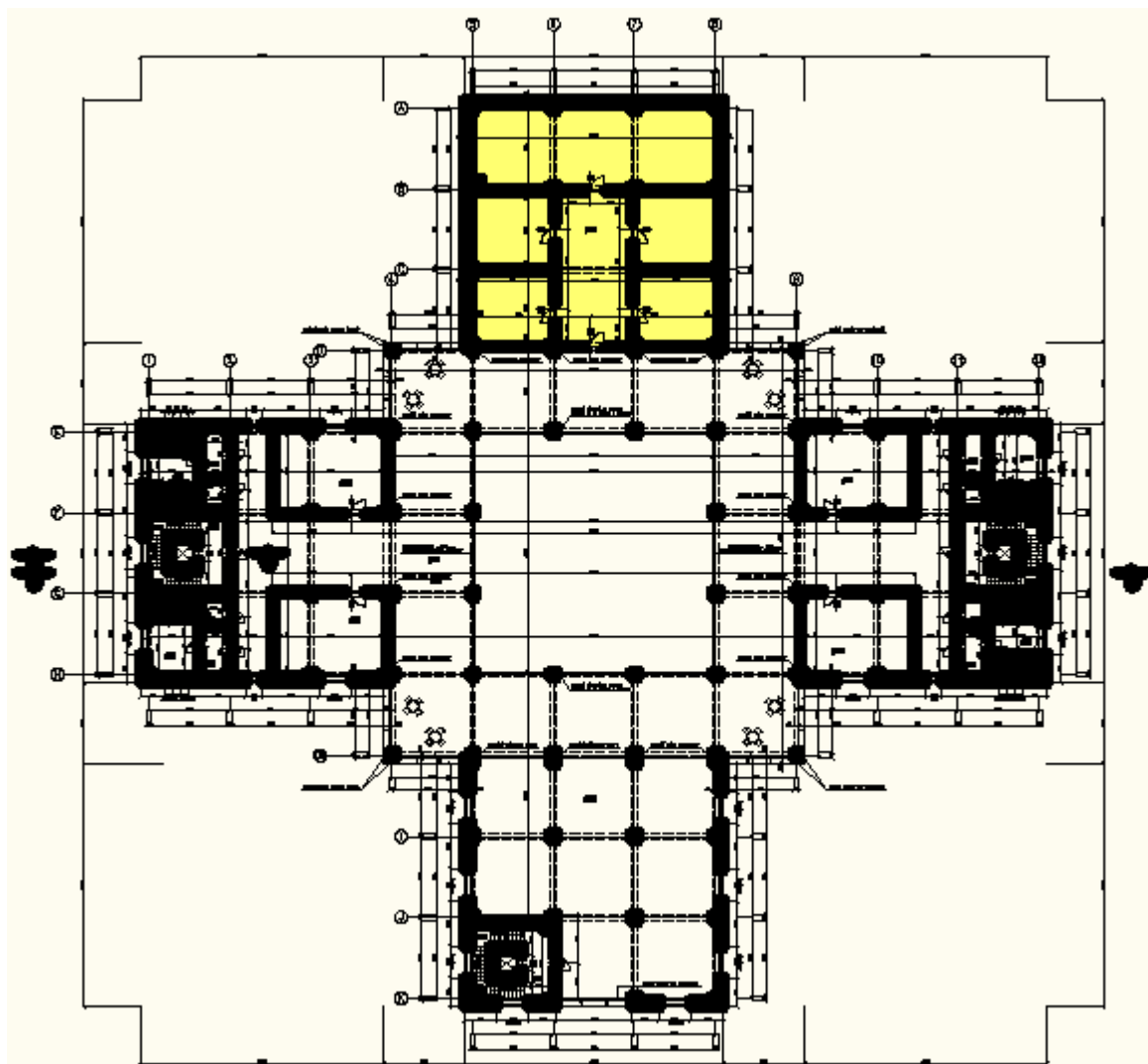
- celé stavba muzea s depozitářem musí být umístěna mimo záplavovou oblast
- k usnadnění přepravy předmětů je vhodné umístit depozitář na přístupovou komunikaci
- objekt muzea a depozitáře by měl být umístěn v dostatečné vzdálenosti od nádraží, letišť, frekventovaných komunikací z hlediska bezpečnosti sbírek umístěných v tomto typu objektu
- z hlediska velkého zatížení objektů muzea jak těžkými exponáty, tak velkým počtem lidí, by měly být postaveny na únosných základových půdách
- depozitář s muzeem musí být postaven v dostatečné vzdálenosti od hlučných a prašných míst

Stavebně – technické řešení depozitáře:

- Pro objekty muzeí a depozitářů se v dnešní době nejčastěji využívá železobetonových skeletových konstrukcí s použitím vícevrstvého obvodového pláště, který zajišťuje dostatečné tepelně izolační vlastnosti.

- Vhodné rozvržení depozitních prostor do jednotlivých celků
  - příjmový depozitář (příjem sbírkových předmětů)
  - prostor pro ošetření sbírek
  - prostor pro zpracování sbírek
  - depozitář (vhodně oddělen od ostatních prostory)
  - ostatní prostory
  
- Konstrukční řešení muzea a depozitáře musí odpovídat zatížení, které je dáno velikostí a tíhou exponátů.
- V prostoru depozitáře musí být pečlivě rozmyšleno klimatizační zařízení a možnost přírodního větrání.
- V depozitáři by mělo být zabráněno přímému osvětlení, v nejlepším případě navrhovat depozitář bez oken, popř. intenzitu osvětlení a UV záření omezit umístěním oken se zesíleným sklem, žaluziemi, roletami apod. Umělé osvětlení zářivkami vybírat s min. podílem UV záření, intenzita do 200 lux.
- Z důvodu vzniku havárie nesmí depozitářem procházet inženýrské instalace, vytápění, vzduchotechniky atd.
- Pro lepší a bezpečnější přepravu exponátů do prostoru depozitáře by dvevní otvory neměly mít osazené prahy.





Obr. č. 2.5 – Ukázka situování depozitáře a místností k němu přiléhajících ve 2.NP u mnou navrženého muzea (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

## **2.2 Stavebně technické požadavky**

### 2.2.1 Komunikace pro návštěvníky muzea

Hlavní komunikace objektu by měla mít rozměry takové, aby se v ní daly přepravovat předměty rozměrů 1950x1950x800mm. Samozřejmě v případě muzeí, musí být hlavní komunikace o mnoho větších a otevřenějších rozměrů a to z několika důvodů, velký počet lidí na jednom místě, přeprava případných velkých exponátů, prosvětlenost prostoru, evakuace velkého množství osob v případě vzniku požáru nebo jiné další havárie.

Výškové rozdíly na komunikacích, které jsou menší než 400mm, musí být vyrovnány rampami se sklonem nejvýše 1:12.

### 2.2.2 Schodiště a vyrovnávací stupně

Schodiště v muzeích nebo budovách pro shromažďování osob, určená pro únik více jak 50 osob, musí mít sklon schodišťových ramen v rozmezí 25° - 35°. Schodiště v těchto objektech musí mít podestu nejvýše po 15 stupních. Podesta musí být široká tak, aby při otevření dveří na podestu nedošlo k zúžení spočítané šířky únikové cesty. Schodišťové stupně musí mít protiskluznou povrchovou úpravu, aby nedošlo v deštivém nebo zimním období k úrazu.

### 2.2.3 Výtahy

V objektech s velkým pohybem osob, do kterých spadají i budovy muzeí musí být výtahy pro dopravu osob mezi jednotlivými podlažími, pro převoz exponátů, pro evakuaci osob a dopravu nemocných.

Výtahy jsou zařízení s dlouhou životností, určuje se cca 25 – 40 let. Při navrhování typu výtahu do objektu je nutné zjistit dopravní poměry. Výtahy se většinou umísťují poblíž schodišťových ramen.

Pohony výtahů, které lze použít:

- elektrický
- hydraulický
- pneumatický

Rozdělení výtahů, které lze využít v objektu muzea:

- 1) pro dopravu osob nebo nákladu
  - samoobslužné
  - s řidičem
- 2) nákladní
  - se zákazem vstupu osob
  - s povoleným vstupem osob při nakládce

#### 2.2.4 Hygienická zařízení

Hygienické zařízení musí být v budovách s velkým počtem lidí vždy odděleno dle pohlaví. Zaměstnanci a personál muzea musí mít taktéž oddělené hygienické zařízení od zařízení pro návštěvníky (veřejnost).

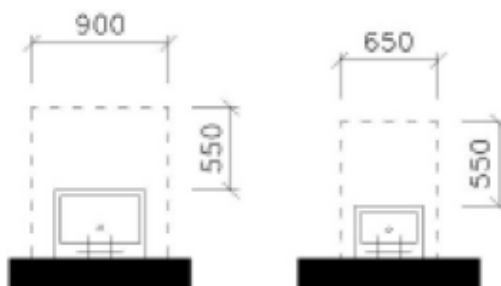
Co se týče počtu daného zařízení, musí být u staveb s velkým počtem lidí pro 50 žen a 100 mužů k dispozici alespoň jedna samostatná kabinka se záchodovou mísou. Pro 50 mužů jedno pisoárové stání nebo mušle.

Mezi jednotlivými kabinkami by měla být umístěna příčka. Doporučuje se, aby příčky s dveřmi a mezi kabinkami měly horní hranu ve výšce 1950mm a spodní hranu 150mm od podlahy.

Výškové osazení jednotlivých zařizovacích předmětů:

Výška horní hrany umyvadla musí být od podlahy:

- 800 – 850mm pro dospělé
- 400 – 430mm pro děti do 3 let
- 500mm pro děti do 6 let
- 600 – 750mm pro děti školního věku



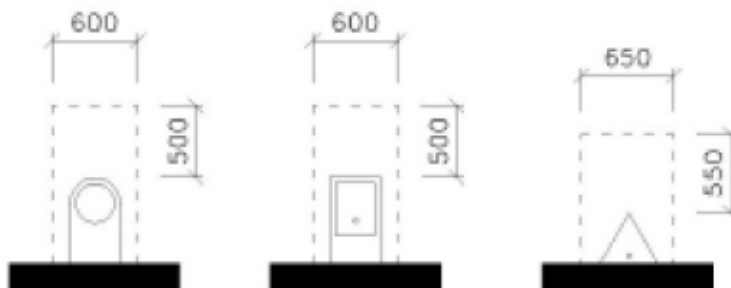
Obr. č. 2.6 – Minimální manipulační plocha u zařizovacích předmětů umýváren (zdroj: Norma ČSN 73 4108 – Hygienická zařízení a šatny)

a) umyvadlo

b) umývátko

Výška horní hrany záchodové mísy (včetně sedátka) by měla být od podlahy:

- 425mm pro dospělé
- 300 – 340mm – pro děti předškolního věku



Obr. č. 2.7 – Minimální manipulační plocha u zařizovacích předmětů záchodů (zdroj: Norma ČSN 73 4108 – Hygienická zařízení a šatny)

## 2.3 Typologie a užívání objektů muzeí osobami se sníženou schopností pohybu a orientace

### 2.3.1 Typy omezení, používané piktogramy a organizační schémata

Při navrhování staveb musíme dbát zejména na osoby se zdravotním omezením z hlediska pohybu a orientace v prostoru.

Základní omezení jsou:

- omezení smyslového vnímání vizuálního
- omezení smyslového vnímání sluchového
- omezení pohybové

#### Omezení smyslového vnímání vizuálního



Obr. č. 2.8 – Symbol zařízení nebo prostoru pro znakově postižené osoby (zdroj: Vyhláška 369/2001 Sb.)

Člověk s tímto omezením má vždy v neznámém objektu největší problémy s orientací. Informace o stavbě musí získávat pouze hmatem (pomocí dlouhé bílé hole) nebo akusticky (sluchem).

Úpravy objektů pro osoby s úplnou ztrátou zraku:

- v muzeích musí být zajištěno předávání informací jiným způsobem než vizuálním (v tomto případě především akustickým způsobem)

- zajištění vodících linií, prvků vnímatelných holí a speciálním nášlapem umístěným v rovině komunikace (jedná se např. o speciální dlažby, jejichž povrch se liší od ostatního povrchu a je hmatatelně odlišný)
- identifikace blížící se překážky (např. schodiště, lávek atd.)

#### Úpravy objektů pro osoby s částečnou ztrátou zraku

- užití krátkých a lehký srozumitelných nápisů, psané velkými písmeny (tomto případě se jedná především o popisky exponátů, východů atd.)
- plány objektu by měly být čitelné z velmi malé vzdálenosti a vytvořeny srozumitelným a jednoduchým způsobem
- používání nereflexních značek se silným barevným kontrastem

#### Omezení smyslového vnímání sluchového



Obr. č. 2.9 – Mezinárodní symbol hluchoty (zdroj: Vyhláška 369/2001 Sb.)

Pro osoby s tímto typem omezení by měl být v objektech, hlavně jako jsou muzea nebo jiné velké veřejné budovy, zajištěn především jiný způsob předávání informací než akustický (rozhlasový). Netýká se to jen exponátů, ale v první řadě informací provozních.

Pro zkvalitnění orientace těchto osob napomůžou tato opatření:

- zavedení vizuálních informačních a orientačních systémů, ve vstupní hale, výstavním prostoru apod.
- zavedení systému varovného opatření – světelná signalizace
- vybavení všech exponátů, obrazů atd. hovorovým systémem pro nedoslýchavé

Omezení pohybové

Obr. č. 2.10 – Mezinárodní symbol přístupnosti (zdroj: Vyhláška 369/2001 Sb.)

Pro člověka s tímto omezením, je překonávání jakékoliv překážky velmi namáhavé a složité. Jedná se zejména o překonání kteréhokoliv výškového stupně, nerovnosti nebo sklonu pochozí plochy.

Proto tedy musí být úpravy objektů zaměřeny především na:

- výškové rozdíly a jejich eliminaci
- dodržení maximálních podélných a příčných podélných a příčných sklonů pochozích ploch
- zprostředkování dostatečných průjezdů a manipulačních prostor
- umístění ovládacích prvků v dosahové vzdálenosti osoby připoutané na invalidní vozík

### 2.3.2 Vyhláška č. 398/2009 Sb. a její základní ustanovení

Tato vyhláška o obecných technických požadavcích zabezpečující bezbariérové užívání staveb nahradila 5. listopadu 2009 vyhlášku č. 369/2001 Sb.

Vyhláška č. 398/2009 Sb. stanovuje obecné technické požadavky na stavby a jejich části tak, aby bylo zabezpečeno jejich užívání osobami se sluchovým, zrakovým, pohybovým a mentálním postižením, osobami pokročilého věku, těhotnými ženami, osobami, které doprovázejí dítě v kočárku nebo dítě do tří let.

Projektování staveb s bezbariérovým provozem pro osoby s omezenou schopností pohybu vychází z dispozic, možností a potřeb osob na vozíku.

Pro otáčení vozíku do různých směrů je stanoven minimální manipulační prostor v rámci úhlu, který je větší než  $180^\circ$ , je kruh o průměru 1500mm a nejmenší prostor pro otáčení vozíku o  $90^\circ$  až  $180^\circ$  je dán obdélník o rozměrech 1200mm x 1500mm.

Povrch pochozích ploch by měl být ve stavbách navrhovaných i pro bezbariérový přístup rovný, pevný a upravený proti skluzu.

Nášlapná vrstva by měla mít:

- a) součinitel smykového tření nejméně 0,5, nebo
- b) hodnotu výkyvu kyvadla nejméně 40, nebo
- c) úhel kluzu nejméně  $10^\circ$ .

### 2.3.3 Muzejní prezentace z hlediska bezbariérovosti

Z hlediska bezbariérovosti se při navrhování muzeí a jiných veřejných staveb zabýváme především pohybem a dostatečným prostorem pro hendikepované osoby.

Další taková bariéra, které pro lidi s postižením může v nedomyšlených objektech nastat je architektura exteriéru a především toho kvůli čemu lidé do muzeí vlastně chodí. V mnoha případech se nemyslí na to, že lidé sedící na invalidním vozíku nevidí tak vysoko jako lidé stojící. Proto je nutno při navrhování a rozmisťování exponátů, popisek, panelů, sluchátek, vypínačů, displejů a dalších věcí používaných v těchto objektech umisťovat tak, aby byly dostatečně přístupné a viditelné osobami menšího vzrůstu nebo osobami sedícími.

### 2.3.4 Bezbariérové rampy

Bezbariérové rampy by měly být opatřeny minimální šířkou 1500mm a sklonem maximálně 1:16 (6,25%) a příčným sklonem maximálně v poměru 1:100 (1,0%).

Rampy delší než 9000mm musí mít vloženou podestu o délce minimálně 1500mm. Podesty bezbariérových ramp musí být opatřeny sklonem pouze v jednom směru a maximálně v poměru 1:50 (2,0%).



Nájezd i výjezd z bezbariérové rampy na navazující komunikaci musí být bez výškových rozdílů.

Rampy pro bezbariérový přístup by měly být opatřeny madly ve výšce 900mm, druhé madlo se doporučuje umístit ve výšce 750mm, které musí přesahovat nejméně o 150mm začátek a konec šikmé rampy.

### 2.3.5 Dveřní otvory

#### Řešení pro osoby s omezenou schopností pohybu

- dveře musí mít zajištěnou minimální šířku 800mm
- dveřní křídla musí mít ve výšce 800 – 900mm vodorovná madla přes celou jejich šířku, madla umístěna na straně opačné než závěsy s výjimkou automaticky ovládaných dveří
- v případě zasklení dveří od země by museli být chráněny proti mechanickému poškození vozíkem nebo zasklení dveří provádět až od výšky 400mm

#### Řešení pro osoby s omezenou schopností orientace (omezení smyslového vnímání vizuálního)

- dveře se zasklením, které zasahuje níže než 800mm nad podlahu, musí být ve výšce 800 – 1000mm a zároveň ve výšce 1400 – 1600mm kontrastně označeny oproti pozadí, musí být zejména opatřeny výrazným pruhem šířky minimálně 50mm nebo pruhem ze značek o průměru minimálně 50mm vzdálenými od sebe maximálně 150mm, zřetelně viditelnými oproti pozadí

### 2.3.6 Okenní otvory

#### Řešení pro osoby s omezenou schopností pohybu

- okna s parapetem umístěným níže než 500mm a prosklené stěny musí mít spodní část do výšky 400mm nad podlahu opatřeny proti možnému mechanickému poškození

Řešení pro osoby s omezenou schopností orientace (omezení smyslového vnímání vizuálního)

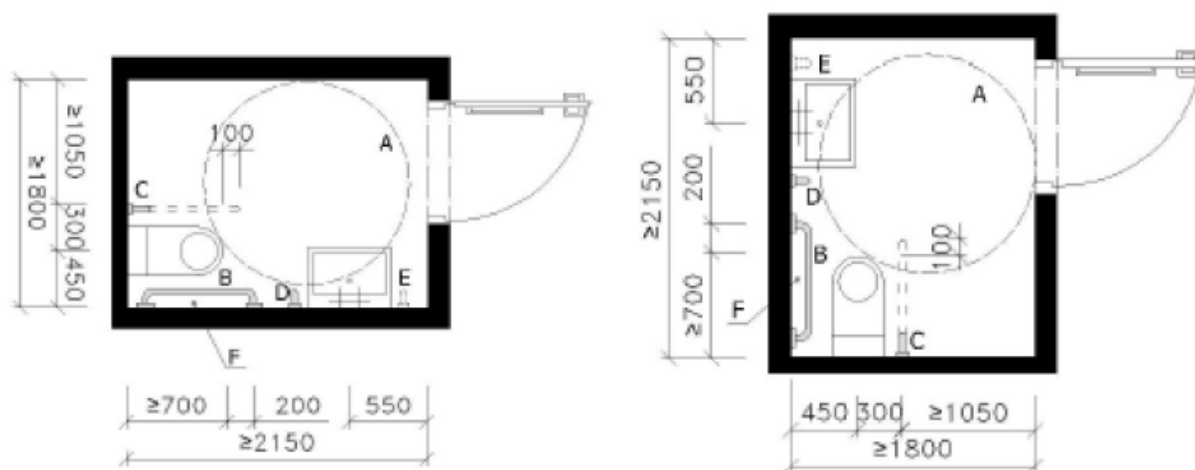
- okna s parapetem umístěným níže než 500mm a prosklené stěny musí mít spodní část do výšky 400mm nad podlahu opatřeny proti možnému mechanickému poškození
- ve výšce 800 – 1000mm a zároveň ve výšce 1400 – 1600mm kontrastně označeny oproti pozadí, musí být zejména opatřeny výrazným pruhem šířky minimálně 50mm nebo pruhem ze značek o průměru minimálně 50mm vzdálenými od sebe maximálně 150mm, zřetelně viditelnými oproti pozadí

2.3.7 Hygienické místnosti a zařízení pro imobilní osoby

Ve stavbách sloužících pro větší množství lidí, kterých jsou záchody určeny pro užívání veřejností, musí být umístěna nejméně jedna kabinka v oddělení pro ženy a jedna v oddělení pro muže v souladu s požadavky na bezbariérové užívání.

Minimální půdorysné rozměry místnosti:

- bez asistence 1800 x 2150mm



Obr. č. 2.11 – Bezbariérová záchodová kabinka (zdroj: Norma ČSN 73 4108 – Hygienická zařízení a šatny)

a) vstup na kratší straně

b) vstup na delší straně

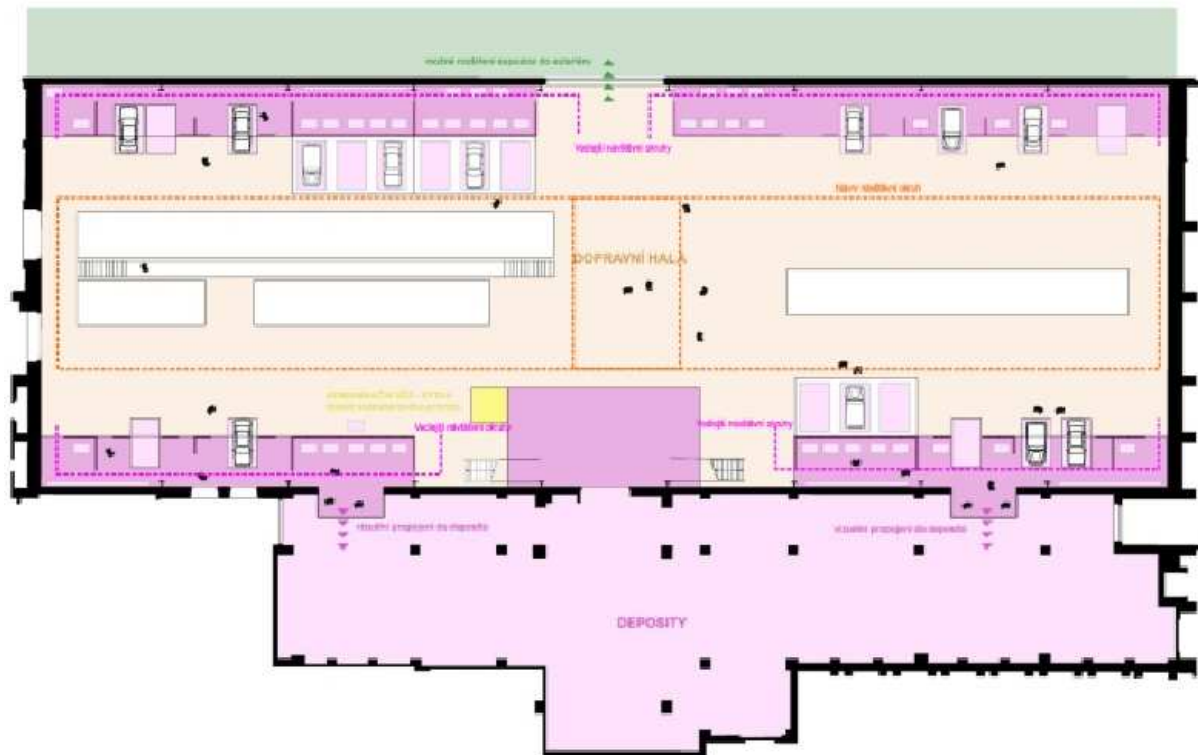


### 3. Objekt muzea z hlediska nosné konstrukce

#### 3.1 Vliv dispozice na nosné konstrukce

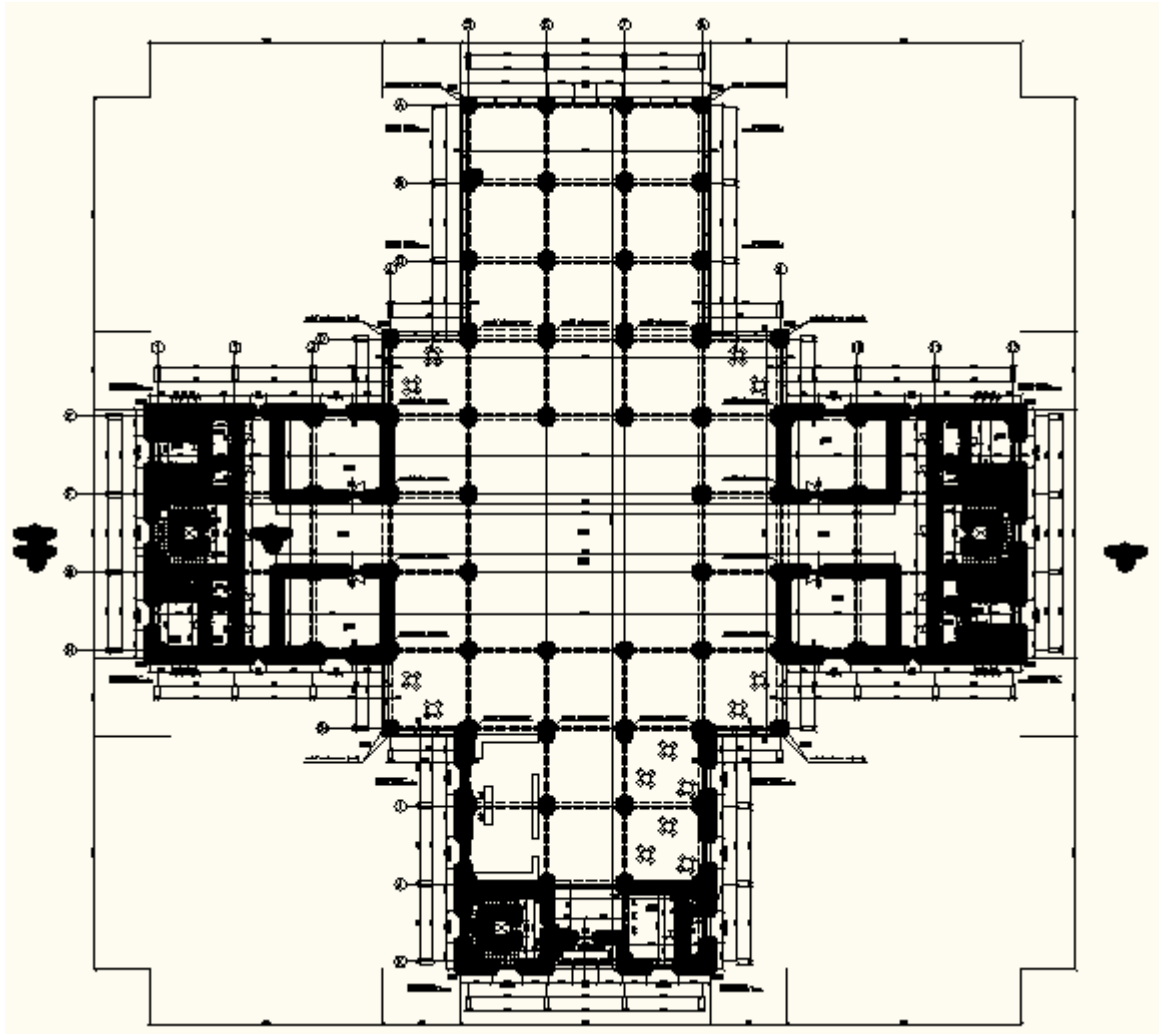
Základním předpokladem dispozice muzeí je otevřený a prosvětlený prostor, nikdo by asi nenavštěvoval muzeum, které by bylo tmavé a uzavřené. Na výše zmíněné požadavky musí být proto při navrhování nosných konstrukcí kladen důraz. Na otevřený prostor se nenahlíží pouze z hlediska prosvětlení, ale má své opodstatnění i z důvodu exponátů, které nemají vždy jen malé rozměry.

Při sestavování dispozice a nosné konstrukce objektu muzea by mělo být předem jasné, k čemu bude muzeum sloužit a jak by mělo vypadat. Pokud by se jednalo například o letecké či dopravní muzeum, dispozici bych spíše v tomto případě směřoval do halových popřípadě velkorozponových objektů. Jedním z hlavních důvodů této úvahy je, aby prostor, který je potřebný pro manipulaci a případný pohyb s exponáty typu (letadel, nákladních aut atd.) byl dostatečně velký.



Obr. č. 3.1 – Dispozice halového objektu – Národní technické muzeum v Praze (zdroj: [www.gla.cz](http://www.gla.cz) – koncepce expozice dopravní haly NTM v Praze)

Samozřejmě v případě požadavku muzea, které má být situováno do vícepodlažní budovy, se většinou na nosné konstrukce používají skeletové systémy. V tomto případě už je dispozice z části omezena a to právě nosnými sloupy. Ale i v tomto případě je v dnešní době možno docílit velkých rozponů mezi sloupy, tak aby i u tohoto typu nosné konstrukce bylo možno umístit exponáty větších rozměrů.



Obr. č. 3.2 – Dispozice skeletového systému mnou navrženého muzea (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

Vzhledem k požadavkům, které jsou výše uvedeny, bych asi jiný typ, než jsou halové popřípadě velkorozponové a skeletové objekty na budovu muzea, kde je předpokladem výstava exponátů větších rozměrů, nepoužil.

## 3.2 Varianty a řešení nosných konstrukcí

V kapitole 3.1 jsem se zabýval nosnou konstrukcí z hlediska vytvoření co největšího prostoru a přístupu dostatečného množství přírodního světla do dispozice daného objektu muzea.

Samozřejmě ne vždy je zapotřebí velkého prostoru, existují muzea, kde jsou vytavovány pouze obrazy nebo jiná díla menších rozměrů. Proto se tedy na objekty muzeí může použít i jiný systém nosných konstrukcí, než které jsem uváděl v kapitole 3.1.

Konstrukční systémy dělíme na:

- stěnové systémy
- skeletové (sloupové) systémy
- kombinované systémy (stěna + sloup)
- superkonstrukce
- jednopodlažní halové
- stávající objekty různých konstrukčních systémů, do kterých se muzea umisťují (např. v dnešní době už nevyužívané haly atd.)

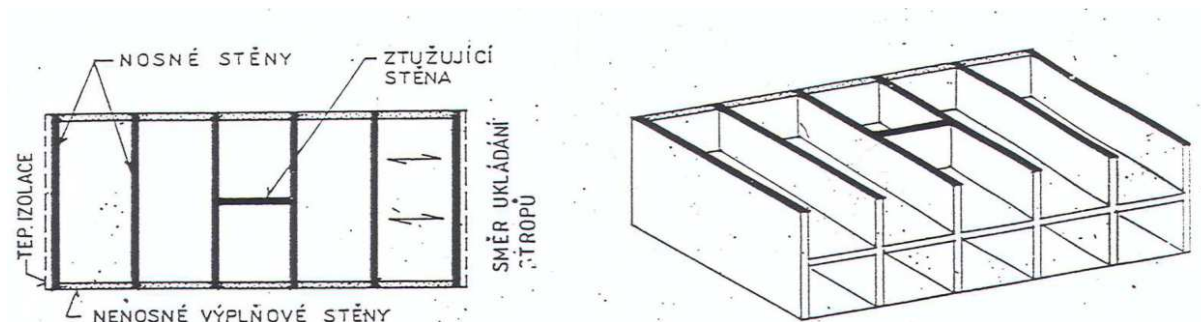
### 3.2.1 Stěnové systémy

Členění dispozice u stěnových systémů je závislé na rozponu použitých stropních konstrukcí. Prostorová tuhost se v tomto případě zajišťuje buď použitím tuhé nosné stěny + tuhé stropní konstrukce nebo pomocí ztužujících stěn, které se umisťují zpravidla kolmo k nosným stěnám.

Stěnové systémy se dělí na:

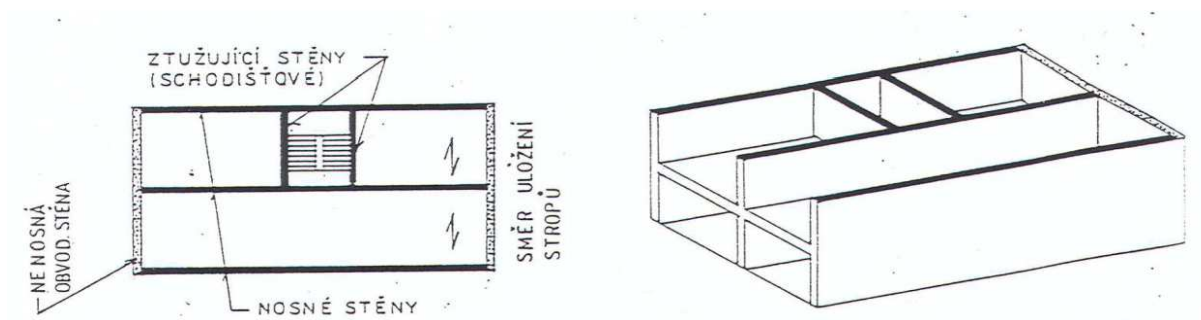
- stěnový příčný systém
- stěnový podélný systém
- stěnový obousměrný (kombinovaný) systém

Na obr. č. 3.3 je vidět, že při použití tohoto systému na objekt muzea by byla dispozice značně omezena. Možno použít spíše na menší obrazárny apod.



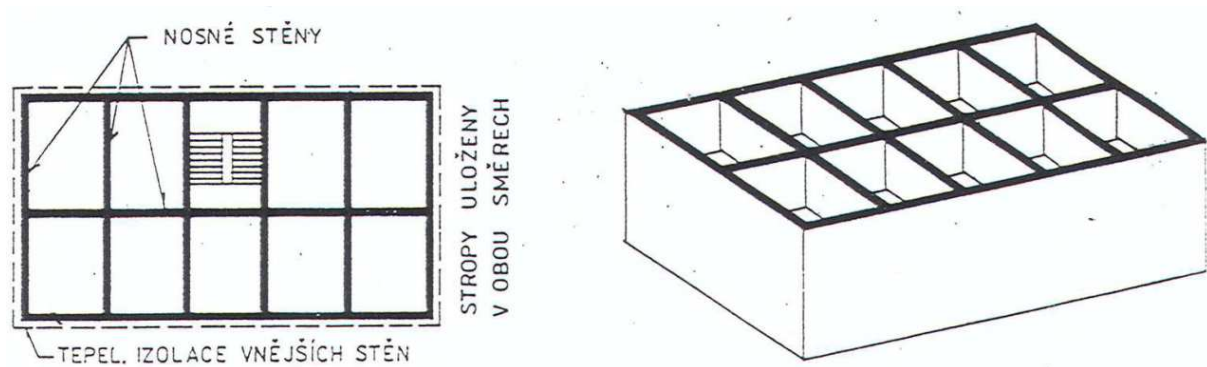
Obr. č. 3.3 – Stěnový příčný systém (zdroj: pockmat.hopto.org )

Na obr. č. 3.4 je k vidění ukázka stěnového podélného systému, v tomto případě je zřetelné větší otevření dispozice. Příčné ztužující stěny, které je nutno u tohoto typu systému použít, nám dispozici často znovu omezují. Vhodnější by bylo volit trakty s větším rozpětím. Možno vidět u starších muzeí a obrazáren z dřívější doby.



Obr. č. 3.4 – Stěnový podélný systém (zdroj: pockmat.hopto.org )

Dle mého názoru kombinovaný stěnový systém, který je zobrazen na obr. č. 3.5, je pro objekty muzea možné použít jen při větším rozpětí stěn. Dispozice je v tomto případě omezena značným způsobem, vznikají buňkové prostory. Tento typ stěnového systému je možné spíše vidět u řešení muzeí z minulých století.



Obr. č. 3.5 – Stěnový kombinovaný systém (zdroj: pockmat.hopto.org )

### 3.2.2 Skeletové (sloupové) systémy

Tento systém je u novostaveb muzeí velmi oblíbený a to především z důvodu uvolnění dispozice sloupy.

Skeletové (sloupové) systémy dělíme podle uspořádání svislých nosných konstrukcí na:

- skeletový příčný systém
- skeletový podélný systém
- skeletový obousměrný (kombinovaný) systém

Dále se dělí skeletové systémy podle vodorovných nosných prvků na:

- rámové (průvlakové) skelety
- hlavicové skelety
- deskové skelety (bezprůvlakové)
- kombinované skelety



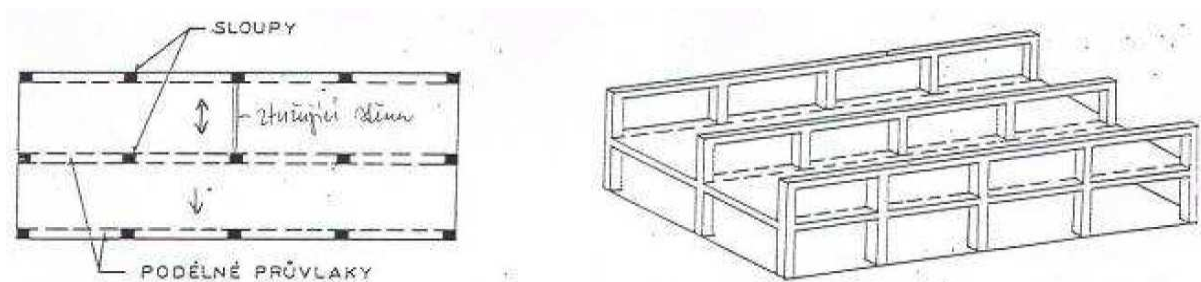
### Rámové průvlakové skelety

Stabilitu budovy u tohoto typu skeletu zajišťuje sloup + průvlak = rám.

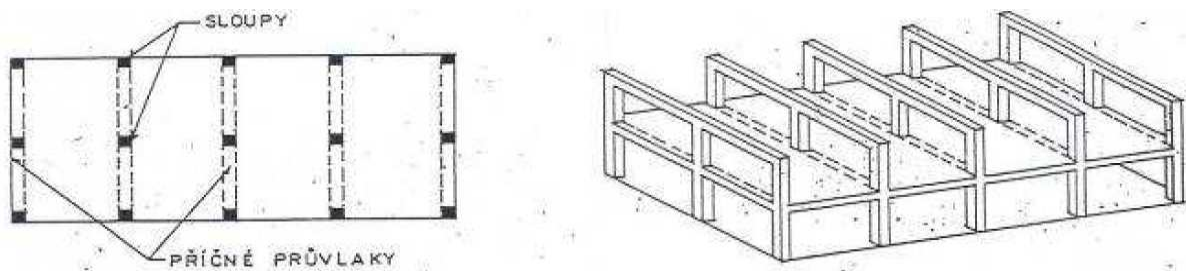
Na obr. č. 3.6 je zobrazeno schéma skeletového systému s podélnými rámy. U tohoto typu se povoluje rozpon mezi jednotlivými poli 4,5 – 6m, do výšky 4 – 6 podlaží. Tuhost v příčném směru se většinou zajišťuje ztužujícími stěnami, vnitřním jádrem apod.

Na obr. č. 3.7 je skeletový systém s příčnými rámy, rozpon je v tomto případě totožný jako u systému s podélnými rámy, výška objektu je u tohoto typu stanovena na 5 – 6 podlaží. Systém opět doplněn o ztužující prvky ve formě stěn, jader atd.

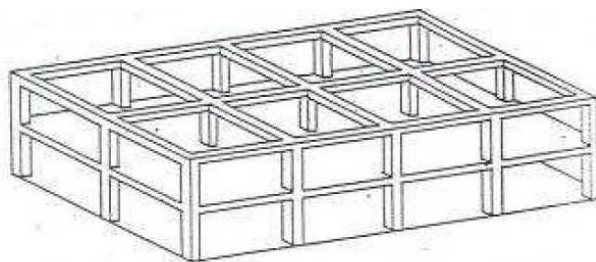
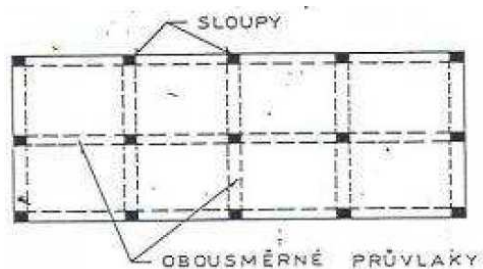
Na obr. č. 3.8 je naznačen skeletový systém s obousměrnými rámy. V tomto případě je zajištěna dostatečná tuhost objektu v obou směrech.



Obr. č. 3.6 – Skeletový systém s podélnými rámy (zdroj: pockmat.hopto.org )



Obr. č. 3.7 – Skeletový systém s příčnými rámy (zdroj: pockmat.hopto.org )

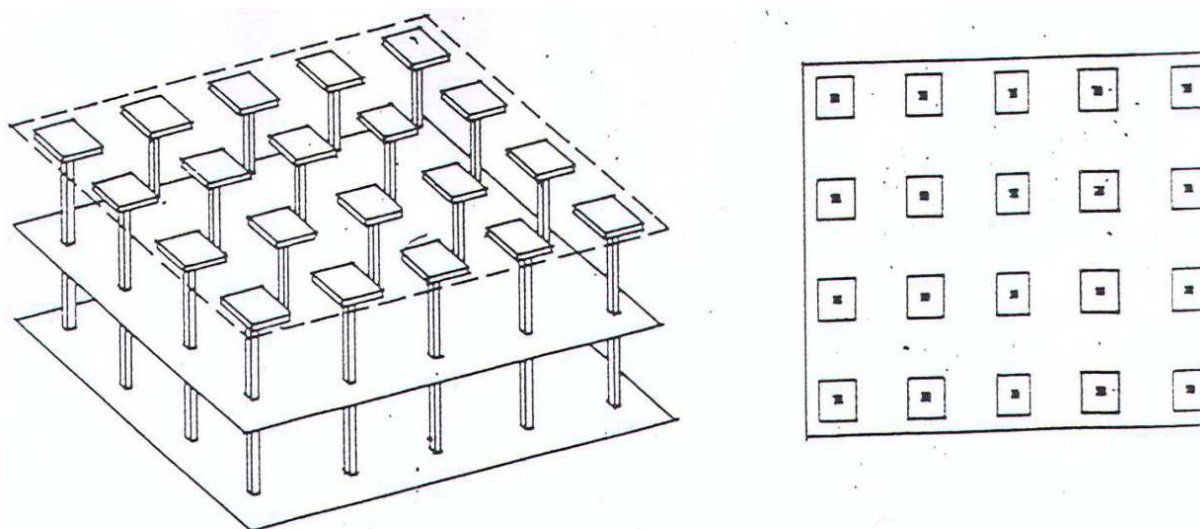


Obr. č. 3.8 – Skeletový systém s obousměrnými rámy (zdroj: pockmat.hopto.org )

Všechny typy rámových průvlakových skeletů by byly dle mého názoru dobrou volbou pro objekt muzea. Myslím, že rozpon 6 metrů je dostatečný i pro umístění větších exponátů. Malé omezení dispozice by nejspíše nastalo u podélných a příčných ráků, z důvodu nutného umístění ztužujících stěn.

### Hlavicové skelety

U tohoto typu skeletu jsou průvlaky nahrazeny silně vyztuženými prvky – hlavicemi uloženými na sloupech. Schéma hlavicového skeletu je znázorněno na obr. č. 3.9. Velkou výhodou těchto skeletů je rozpon, který se pohybuje v rozmezí 6 – 9m.

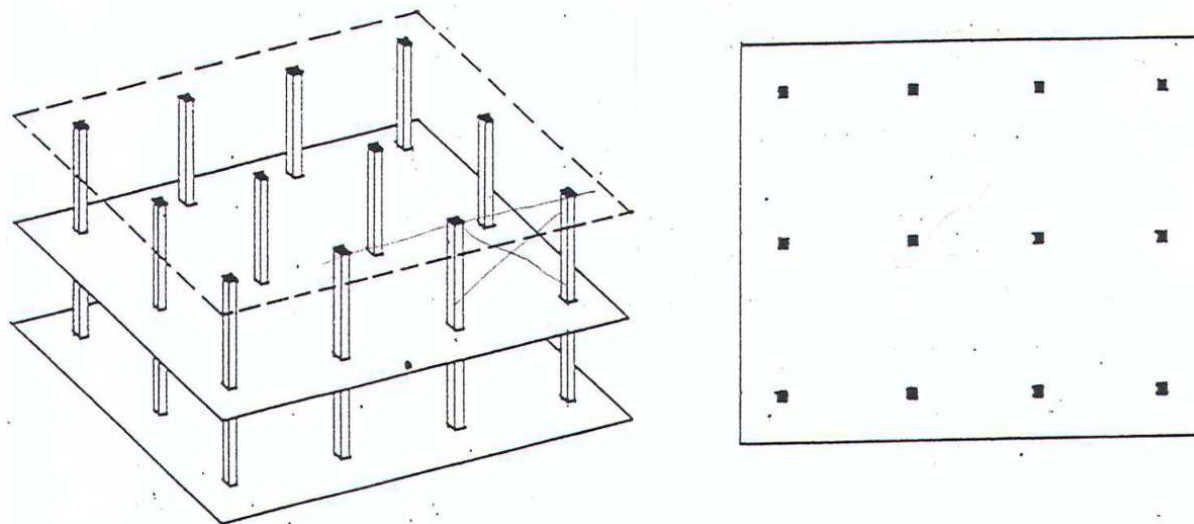


Obr. č. 3.9 – Hlavicové skelety (zdroj: pockmat.hopto.org )

Tento typ skeletu má velmi vysokou únosnost, jeho využití bych spíše směřoval pro objekty skladování nebo výroby. Ale z důvodu velkého rozponu mezi sloupy a únosnosti, by to také nebyla špatná volba nosné konstrukce pro muzea, ve kterých by byl předpoklad umístění velkých a těžkých exponátů.

### Deskové skelety (bezprůvlakové)

Tento druh skeletu je zatížení přenášeno ze stropu přímo do sloupů formou skrytých průvlaků tzv. bodově podepřenou deskou. Schéma tohoto typu skeletu je naznačeno na obr. 3.10. Rozpon se u těchto skeletů udává max. do 6m.



Obr. č. 3.10 – Deskové skelety (zdroj: pockmat.hopto.org )

Dle mého názoru by tento typ skeletu nebyl úplně vhodnou volbou pro objekt muzea. K tomuto závěru mne přivádí jak menší rozponu mezi jednotlivými sloupy, tak malá tuhost tohoto systému. Tento typ skeletu by bylo vhodné použít spíše pro objekty s malým užitným zatížením.

### 3.2.3 Superkonstrukce

Nosná konstrukce je u tohoto systému tvořena primární částí (např. superrámy na výšku několika podlaží) + sekundární část (subtilnější prvky s možností výměny).

Typy nosných superrámů:

- skelet velkých rozměrů
- mohutné centrální jádro s konzolami
- zvláštní konstrukce

Typy sekundárních rámců:

- skeletový
- stěnový
- závěsný systém

Tento systém by určitě mohl tvořit nosnou konstrukci muzea, ale spíše bych jeho použití směřoval k výstavbě výškových budov (pro objekty muzeí je většinou spíše zapotřebí převažující půdorysný rozměr nad výškovým), objektů v obtížných podmínkách, budov v seizmických podmínkách atd.

Při použití tohoto systému by se stavba muzea dle mého názoru zbytečně značně prodražila, a pokud nebude zapotřebí výstavba v oblastech či podmínkách, které jsou zmíněné výše, bych pravděpodobně tuto konstrukci na objekt muzea nepoužil.

### 3.2.4 Halové konstrukční systémy

Tyto systémy jsou u muzeí velmi oblíbené a to z důvodů, které jsou uváděné v kapitole 3.1, viz výše.

Dělení halových konstrukčních systémů:

Ohýbané konstrukční systémy

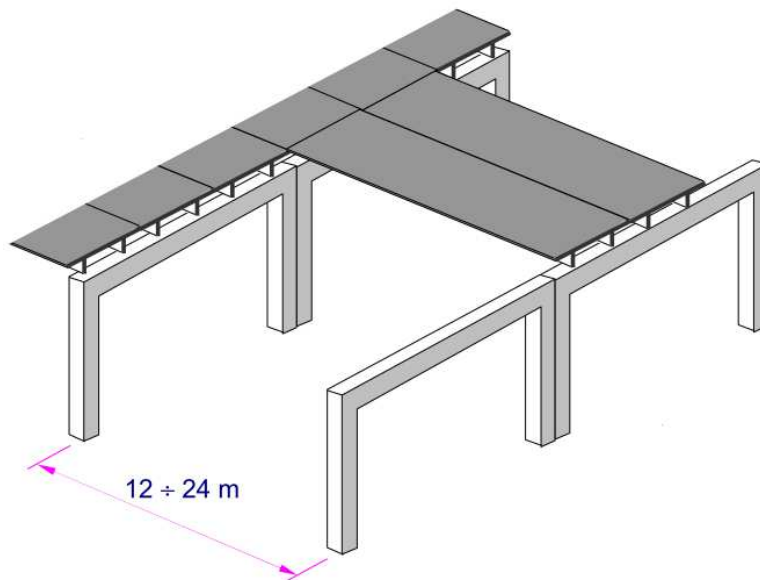
- deskové soustavy (ukázka na obr. č. 3.11)
- vazníkové soustavy (ukázka na obr. č. 3.12)
- rámové soustavy (ukázka na obr. č. 3.13)

Konstrukční systémy převážně tlačené

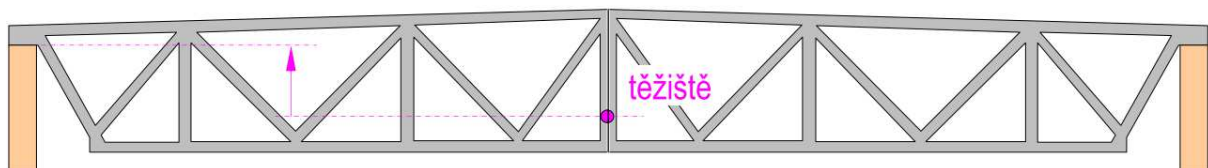
- obloukové soustavy (ukázka na obr. č. 3.14)
- plošně tlačené konstrukce
- prutové a lomenicové strukturální soustavy (ukázka na obr. č. 3.15)

## Konstrukční systémy převážně tažené

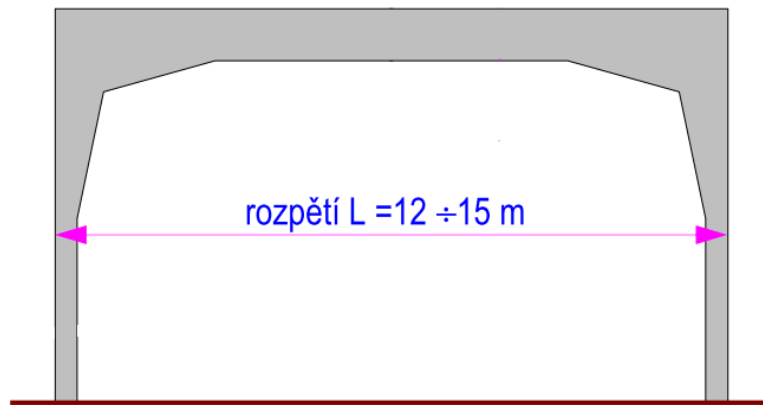
- visuté soustavy
- pneumatické soustavy
- zavěšené soustavy



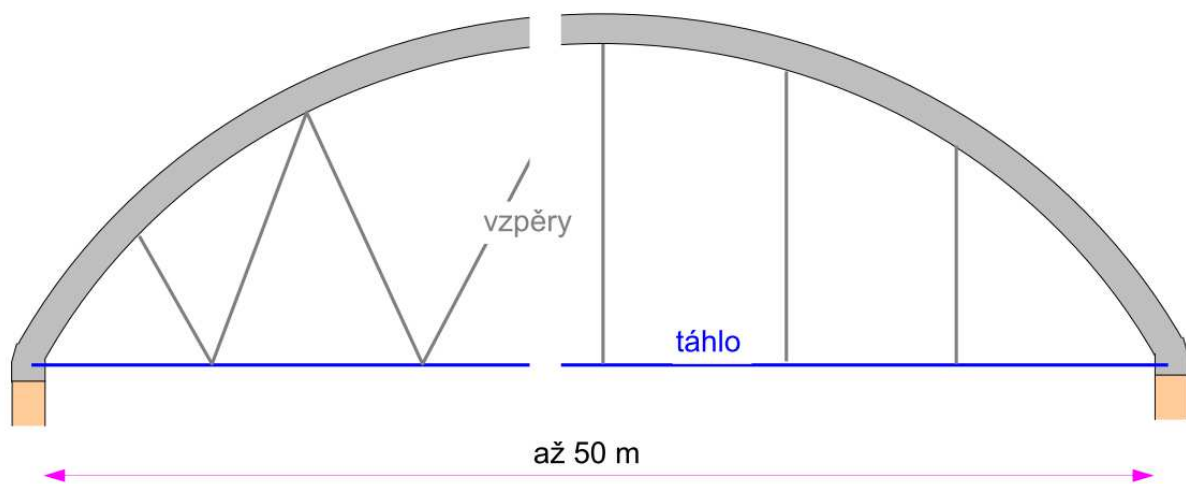
Obr. č. 3.11 – hýbaný konstrukční systém - desková soustava (zdroj: Konstrukce pozemních staveb 10, Nosné konstrukce I FSv ČVUT, 2002 – Doc. Ing. Petr Hájek, Csc. a kol.)



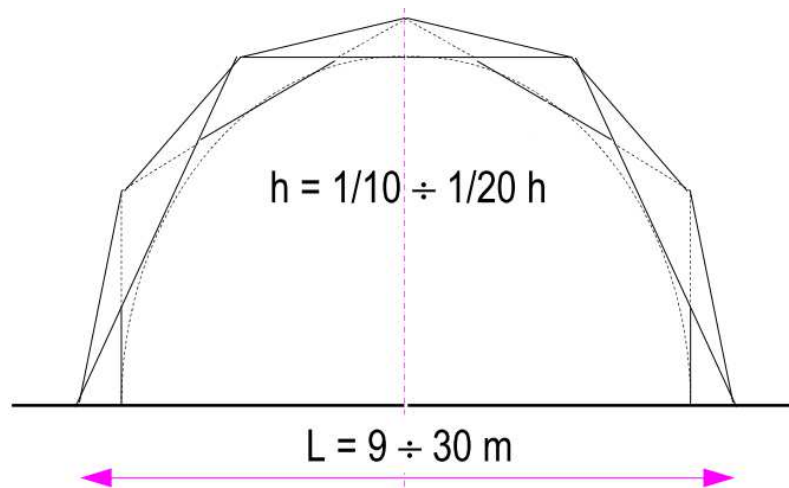
Obr. č. 3.12 – Ohýbaný konstrukční systém – betonová vazníková soustava, rozpon 18 - 36m (zdroj: Konstrukce pozemních staveb 10, Nosné konstrukce I FSv ČVUT, 2002 – Doc. Ing. Petr Hájek, Csc. a kol.)



Obr. č. 3.13 – Ohýbaný konstrukční systém – rámová soustava (zdroj: Konstrukce pozemních staveb 10, Nosné konstrukce I FSv ČVUT, 2002 – Doc. Ing. Petr Hájek, Csc. a kol.)



Obr. č. 3.14 – Konstrukční systém převážně tlačný – železobetonová oblouková soustava (zdroj: Konstrukce pozemních staveb 10, Nosné konstrukce I FSv ČVUT, 2002 – Doc. Ing. Petr Hájek, Csc. a kol.)



Obr. 3.15 - Konstrukční systém převážně tlačný – lomenicová strukturální soustava (zdroj: Konstrukce pozemních staveb 10, Nosné konstrukce I FSv ČVUT, 2002 – Doc. Ing. Petr Hájek, Csc. a kol.)

Hlavním důvodem proč jsou tyto systémy na objekty muzeí tak často používány je samozřejmě velmi otevřená a ničím neomezovaná dispozice, která vzniká díky možným velkým rozponům mezi sloupy (podporami). Tudiž se do těchto systémů dají umísťovat exponáty velkých rozměrů (např. letadla, dopravní automobily atd.).

Jak už jsem výše uvedl dle mého názoru je halový a skeletový (sloupový) konstrukční systém nejlepší variantou pro stavbu muzea, kde je předpokladem vystavování exponátů větších rozměrů.



**Ukázka zajímavé stavby Guggenheimova muzea v Bilbao z hlediska konstrukce a provedení:**



Obr. č. 3.16 – Guggenheimovo muzeum v Bilbao (zdroj: foto: MykReeve, wikimedia.org)



Obr. č. 3.17 – Guggenheimovo muzeum v Bilbao (zdroj: foto: JoJan, wikimedia.org)

Nosnou konstrukci muzea tvoří ocelový lehký skelet, obvodový plášť pokryt titanem, jak je možno vidět na obrázcích viz výše.



### 3.3 Používané materiály

V dnešní době je na trhu spousta materiálů a jejich kombinací, které se používají na provádění nosných konstrukcí objektů. V této kapitole jsem se proto rozhodl porovnat alespoň základní z nich a uvést jejich vhodnost či nevhodnost použití na objekt muzea.

Bude se jednat o tyto materiály (konstrukce):

- dřevěné konstrukce
- zděné konstrukce
- ocelové konstrukce
- železobetonové konstrukce
- spřažené ocelobetonové konstrukce

#### 3.3.1 Dřevěné konstrukce

U dřevěných konstrukcí je známe, že vynikají především svojí malou hmotností, vhodnými tepelně izolačními vlastnostmi a estetičností. Samozřejmě by se našlo mnoho dalších pozitiv, ale dle mého názoru je pro objekt muzea obecně podstatné, aby jeho konstrukce byla dostatečně únosná. Ne jen z důvodu těžkých exponátů, ale i z předpokladu velkého výskytu návštěvníků.

Právě z hlediska únosnosti nejsou dřevěné konstrukce úplně tou pravou volbou. Publikace uvádí, že je vhodné objekty ze dřevěných konstrukcí provádět maximálně do výšky dvou nadzemních podlaží s předpokladem malého zatížení objektu. Další nevhodnou vlastností je, malé rozpětí nosných konstrukcí (nosníků), při velkých rozponech vzniká průhyb, to má pak vliv na dispozici muzea, kde většinou potřebuje rozpony co největší.

Dle mého názoru není dřevěná konstrukce vhodnou nosnou konstrukcí pro objekty muzeí s předpokladem umístování velkých exponátů a výskytu velkého počtu lidí.

### 3.3.2 Zděné konstrukce

Předností zděných konstrukcí je jejich tvarovatelnost, vhodné tepelně izolační vlastnosti, dobrá odolnost proti povětrnosti a mnoho dalších.

Z pohledu objektu muzea se ale většinou zděné konstrukce používají na stěnové systémy, samozřejmě se dají vyzdívát pilíře, ale vždy jen v kombinaci se stěnou. Málokdy by byla v praxi k vidění nosná konstrukce pouze ze zděných pilířů (sloupů).

V kapitole 3.2.1 jsem se stěnovými systémy zabýval a došel jsem k závěru, že při použití tohoto systému by byla dispozice značně omezena.

Proto bych spíše zděné konstrukce volil jen na obvodový vyzdívaný plášť muzea ale zcela určitě ne jako celkový nosný systém. Samozřejmě stále nahlížím na muzeum jakožto na velký objekt, kde je zapotřebí dostatek prostoru, ale nikde není psáno ani dáno, že by zděná konstrukce nemohla být použita na muzeum menších rozměrů, či nějakou obrazárnu. Vždy záleží na představě, jak by daný objekt měl vypadat a hlavně k jakým účelům bude sloužit.

### 3.3.3 Ocelové konstrukce

U ocelových konstrukcí vyniká především jejich vysoká pevnost, z toho vyplývá možnost výstavby objektu s velkým počtem podlaží a s malými rozměry nosných prvků konstrukce, flexibilní dispozice díky možnosti umístění sloupů ve velkých vzdálenostech od sebe a mnoho dalších pozitivních vlastností této konstrukce.

Z vlastností, které jsou uvedeny výše, nevidím nejmenší důvod, proč by se ocelová konstrukce nehodila pro stavbu objektu muzea. Hlavně z důvodu velké únosnosti a flexibility dispozice. Možná jedinou výtkou je požár, její mechanické vlastnosti jsou vlivem vysokých teplot velmi ovlivňovány, proto se musí ocelová konstrukce proti požáru opatřit obklady apod.

Ke všem těm pozitivům o pevnosti na mě působí ocelová konstrukce velmi lehce a esteticky a to je také důležité při výběru nosné konstrukce. Proto považuji tuto volbu pro konstrukci muzea za velmi vhodnou.

### 3.3.4 Železobetonové konstrukce

Předností železobetonových konstrukcí, které vznikají spojením betonu a ocelové výztuže, je především jejich téměř neomezené tvarové uspořádání, velká pevnost a životnost, únosnost, flexibilní dispozice jako u ocelových konstrukcí apod.

U tohoto typu stejně tak jako u ocelových konstrukcí nevidím nějaké závažné negativum proti použití této konstrukce pro stavbu objektu muzea. Železobetonové konstrukce mají jedinou výhodu nad ocelovými, když pomineme provádění atd. a tím je odolnost vůči ohni a vysokým teplotám. Ocelová výztuž je před žářem chráněna krycí vrstvou betonu.

Z pohledu estetiky nemá každý na beton pozitivní názor, někteří ho přirovnávají k šedivému „brutalismu“. Dle mého názoru není až tak ošklivý a mému pohledu nevadí, ale v dnešní době není žádný problém opatřit betonové konstrukce (sloupy, průvlaky atd.) povrchovými úpravami.

Podle mne je železobetonová konstrukce velmi dobrou volbou pro novostavbu muzea. V mém návrhu jsem ji také využil.

### 3.3.5 Spřažené ocelobetonové konstrukce

Spřažené ocelobetonové konstrukce vznikají spojením betonu a oceli. U tohoto typu konstrukce je výhodou jejich velká pevnost, trvanlivost, životnost, flexibilní dispozice, tak jako u ocelových a železobetonových konstrukcí. Jedinou možnou výhodou oproti železobetonovým konstrukcím je nižší hmotnost.

Z výše uvedených vlastností si myslím, že tento typ konstrukce by byl taktéž vhodnou volbou pro novostavbu objektu muzea. Důvody mého závěru jsou obdobné, jako u železobetonových konstrukcí viz výše.

#### 4. Stavební řešení mnou navrženého muzea

Můj návrh se týká novostavby muzea, které bude umístěno v Plzni v ulici Podnikatelská. V nadzemních podlažích jsou situovány, výstavní prostory, haly, sociální a hygienické zázemí, depozitář, kanceláře, zasedací místnost, místnosti pro zaměstnance, sklady atd. V podzemním podlaží objektu jsou umístěny technické místnosti, strojovny výtahů a další prostory zajišťující chod muzea. Toto podlaží není obsahem projektové dokumentace. Mé muzeum bude sloužit pro výstavu exponátů se zaměřením na umění (divadlo, film, atd.).

Novostavba má tři nadzemní podlaží. Objekt muzea je půdorysného tvaru kříž.

Objekt obsahuje jeden hlavní vstup, kterým se dostaneme do haly muzea, ten je situován na jihovýchodní straně objektu. Další vstup, který je na severozápadní fasádě, bude sloužit pro provoz muzea, přepravu exponátů a jako únikový východ v případě jakékoliv havárie.

Budova je řešena jako bezbariérová. Všechny rozměry, jak otvorů, výtahů, schodišť jsou uzpůsobeny pro pohyb osob se sníženou schopností pohybu. Pozemek kolem objektu je v rovině, proto bude stavba osazena tak, aby byla přístupná pro osoby s pohybovým omezením. Upravený terén je navržen 0,02m pod čistou podlahu 1.NP, což je optimální překážka pro osoby se zdravotním postižením.

Pro vertikální dopravu v muzeu budou sloužit schodiště a výtahy. Pro vodorovnou komunikaci budou sloužit chodby, navržené s předpokladem výskytu velkého počtu lidí. Hlavní výstavní prostor je umístěn do středu objektu z důvodu vhodného přístupu k exponátům a dostatečného přírodního osvětlení, které je zajištěno střešním světlíkem a prosklenou fasádou. Hygienické a sociální zázemí, schodiště, výtahové šachty atd. jsou situovány v dispozici do krajů křídel, které vystupují ze středového čtverce půdorysu. Kanceláře a zázemí pro zaměstnance muzea jsou umístěny ve 3.NP.

Vjezd na pozemek pro automobilovou dopravu bude zajištěn ze stávající komunikace na severovýchodní straně pozemku. Parkování bude zajištěno kolem muzea pozemními parkovacími místy. Pěší přístup k objektu bude zajištěn pomocí chodníků kolem budovy, napojených na veřejný chodník v ulici U letiště.

Konstrukční systém objektu je navržen jako železobetonový monolitický skelet. Obvodový plášť je z betonových tvárnic BSK Livetherm v kombinaci s proskleným pláštěm systému VISS TVS (SVISLÁ). Zdíci prvky Livetherm i prosklená fasáda splňují požadavky na tepelně – technické vlastnosti materiálů a tím přispívají k nízké energetické náročnosti objektu. Beton použitý na výrobu betonových tvárnic je odolný proti mechanickému i klimatickému poškození. Tepelná izolace, která je vložena do betonových tvárnic, zajišťuje dostatečnou akumulaci stěny a dobré tepelně-technické vlastnosti.

Stropní konstrukce je tvořena železobetonovými křížem vyztuženými deskami pnutými v obou směrech.

### Základové konstrukce

Z výsledků inženýrsko-geologického průzkumu bylo zjištěno podloží v úrovni základové spáry G3 GF. Hladina podzemní vody se nachází pod úrovní základové spáry, to znamená, že nebude nijak ovlivňovat stavbu. Z důvodu toho, že nosnou konstrukcí objektu je železobetonový skelet a s přihlédnutím k výsledku průzkumu je zvolen typ založení objektu na železobetonových patkách. Základové patky budou ze železobetonu C 25/30 a vyztuženy 8 pruty  $\varnothing 14$  oceli B500B. Základové desky, které budou umístěny pod výtahovými šachtami, jsou navrženy taktéž ze železobetonu C25/30. Základové pasy pod obvodovým zdívem a monolitickými stěnami budou z prostého betonu C 25/30. Základová spára základových patek a pasů bude v hloubce -1,8m. Základové spáry základových desek v hloubce -1,9m, níže z důvodu dojezdu výtahu. V průběhu stavby budou provedeny zátěžové zkoušky a bude ověřena předpokládaná únosnost základové spáry. Součástí základů je i betonová deska (podkladní beton) vyztužena ocelovou sítí  $\varnothing 6$  oka 100/100 v tloušťce 200mm, navržen z betonu C20/25.

### Svislé nosné konstrukce

Svislou nosnou konstrukci mého návrhu objektu muzea bude tedy tvořit železobetonový skelet. Rozměry jednotlivých sloupů jsem navrhl 400x400mm, vyztuženy 12 pruty  $\varnothing 18$  s třmínky  $\varnothing 8$  po 270mm. V místě vystupujících křídel ze středového čtverce půdorysu budou provedeny zdvojené sloupy, které budou odděleny dilatační spárou z důvodu velké půdorysné plochy objektu. Další nosnou konstrukci tvoří železobetonové monolitické stěny v tloušťce 400 a 300mm, které jsou umístěny v místech schodišť a tvoří jádra výtahových šachet. Sloupy i stěny jsou provedeny jako monolitické. Sloupy jsou vždy jen přes jedno patro a jsou na nich umístěny průvlaky. Výška sloupů je 4,55m. Sloupy jsou od sebe v osových vzdálenostech 6x6m. Železobetonové stěny probíhají po celé výšce objektu.

Obvodové vnější zdivo tvoří tvárnice LIVETHERM TOL + N Z400/Lep198 ve všech podlažích bude zdivo pevnosti P10 v kombinaci s proskleným pláštěm systému VISS TVS (SVISLÁ) a bednicími dílci LIVETHERM šířky 400mm v části pod upraveným terénem, z vnější strany jsou tyto dílce obaleny tepelnou izolací Isover Styrodur 2800c / Austrotherm W v tl. 80mm.

### Vnitřní dělicí stěny (příčky)

Pro vnitřní dělení prostoru jsou navrženy příčkové stěny vyzdívány z liaporbetonových tvárnic BS Klatovy typu TP12-L P2 tl. 120mm a TP7-L P2 tl. 70mm. Z hlediska jejich dobrých akustických vlastností jsou vhodné pro oddělení jednotlivých prostor především mezi velkým výstavním prostorem, kde se shromažďuje většina návštěvníků muzea a malými výstavními prostory, kde mohou probíhat přednášky, nebo výklady k vystavovaným exponátům.

### Vodorovné nosné konstrukce

Nosná konstrukce stropů je tvořena železobetonovými křížem vyztuženými deskami pnutými v obou směrech v tloušťce 240mm. Desky jsou umístěny na železobetonových průvlacích, které probíhají v podélném i příčném směru objektu. Průvlaky jsou široké na rozměr sloupu tj. 400mm a vysoké 550mm.

### Schodiště

Schodiště bude po celé výšce objektu monolitické, uloženo na podestový nosník v místě hlavní podesty a na straně druhé uloženo na průvlku. Schodiště je navrženo jako tříramenné, obíhající výtahovou šachtu. Počet výšek je 30, výška stupně je 170mm a šířka 280mm. Šířka schodišťového ramene je 1500mm.

### Konstrukce podlah

Ve výstavních prostorech a halách v 1.NP je navržena nášlapná vrstva ze železobetonu z důvodu předpokladu velkého zatížení, jak od případných těžkých exponátů, tak z hlediska výskytu velkého počtu lidí.

V místnostech jako jsou zádveří, recepce, hygienická zázemí, haly a výstavní prostory ve 2-3.NP, depozitář, kuchyňka, místnosti pro zaměstnance, skaldy, schodiště atd. bude použita jako podlahová krytina keramická dlažba. V prostorech s keramickou dlažbou bez keramických obkladů bude po obvodu místnosti proveden keramický sokl výšky 100mm.

V kancelářských prostorech a zasedací místnosti bude použita jako nášlapná vrstva PVC.

### **Skladby podlah:**

#### Skladba S1 – 1.NP (Výstavní prostory, haly)

- |  |       |
|--|-------|
| - ŽELEZOBETONOVÁ PODLAHA (10 kN/m <sup>2</sup> ) S NÁTĚREM PROTI ODĚRU | 150mm |
| - PE folie   |       |
| - TEPelná IZOLACE ROCKWOOL-MEGAROCK                                    | 100mm |
| - HYDROIZOLACE GLASTEK 40 MINERAL + DEKBIT AL S40                      | 8mm   |
| - PENETRAČNÍ NÁTĚR   |       |
| - PODKLAD. BET. C20/25 VYZTUŽEN OCEL. SÍŤÍ $\phi$ 6 OKA 100/100        | 200mm |
| - HUTNĚNÉ ŠTĚRKOVÉ LOŽE FRAKCE 16/32                                   | 550mm |
| - ROSTLÝ TERÉN   |       |

Skladba S2 – 1.NP (Hygienické zázemí, zádveří, recepce)

- KERAMICKÁ DLAŽBA + TMEL	15mm
- BETONOVÁ MAZANINA	135mm
- PE folie	
- TEPELNÁ IZOLACE ROCKWOOL – MEGAROCK	100mm
- HYDROIZOLACE GLASTEK 40 MINERAL + DEKBIT AL S40	8mm
- PENETRAČNÍ NÁTĚR	
- PODKLAD. BET. C20/25 VYZTUŽEN OCEL. SÍŤÍ $\phi$ 6 OKA 100/100	200mm
- HUTNĚNÉ ŠTĚRKOVÉ LOŽE FRAKCE 16/32	550mm
- ROSTLÝ TERÉN	

Skladba S3 – 2-3.NP (Výstavní prostory, hygienické zázemí, haly, depozitář, kuchyňka, místnosti pro zaměstnance, skaldy atd.)

- KERAMICKÁ DLAŽBA + TMEL	15mm
- BETONOVÁ MAZANINA	85mm
- PE folie	
- ZVUKOVÁ IZOLACE ROCKWOOL – STEPROCK HD	50mm
- ŽELEZOBETONOVÁ DESKA	240mm
- PODHLED LIKOFON SATURN	15mm

Skladba S4 – 3.NP (Kanceláře, zasedací místnost)

- PVC	5mm
- BETONOVÁ MAZANINA	95mm
- PE folie	
- ZVUKOVÁ IZOLACE ROCKWOOL – STEPROCK HD	50mm
- ŽELEZOBETONOVÁ DESKA	240mm
- PODHLED LIKOFON SATURN	15mm



Skladba S5 – Podesta ve 2-3.NP

- KERAMICKÁ DLAŽBA + TMEL	15mm
- BETONOVÁ MAZANINA	85mm
- PE folie	
- ZVUKOVÁ IZOLACE ROCKWOOL – STEPROCK HD	50mm
- ŽELEZOBETONOVÁ DESKA	240mm
- VNITŘNÍ OMÍTKA	10mm

Skladba S6 – Mezipodesty

- KERAMICKÁ DLAŽBA + TMEL	15mm
- CEMENTOVÝ POTĚR C20	35mm
- ŽELEZOBETONOVÁ DESKA	150mm
- VNITŘNÍ OMÍTKA	10mm

Skladba S7 – Schodiště

- KERAMICKÁ DLAŽBA + TMEL	15mm
- VYBETONOVANÝ SCHODIŠŤOVÝ STUPEŇ	-----
- ŽB DESKA SCHODIŠŤOVÉHO RAMENE	150mm
- VNITŘNÍ OMÍTKA	10mm

Obklady

V místnostech hygienického zázemí jsou navrženy obklady do výšky 2100mm.

Vnitřní omítky

Ve všech ostatních místnostech objektu jsou navrženy jednovrstvé, vápenocementové omítky - Baumit MPI 25. Barevné provedení vnitřních prostor bude dle přání investora.

### Fasáda

Zděná část obvodového pláště bude provedena za pomoci tenkovrstvé silikonové fasádní omítky AC TIN FIS-S. Tato omítka je připravena v barevném odstínu dle přání k přímému použití.

### Výplně otvorů

Jako výplně okenních otvorů jsou navrženy hliníková okna Janisol HI. Tyto okna jsou opatřena tepelně izolačním trojsklem. Součinitel prostupu tepla u těchto oken dosahuje hodnoty až  $U=0,69 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ .

Vstupní dveře do objektu a dveře pro přemísťování exponátů jsou navrženy hliníkové Janisol HI, tyto dveře mají tepelně-technické vlastnosti až  $U=1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ .

Na prosklenou fasádu je použit systém VISS TVS (SVISLÁ), součinitel prostupu tepla je stanoven výrobcem na hodnotu  $U=1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ .

Na střešní světlík je použit systém VISS TVS (ŠIKMÁ), součinitel prostupu tepla je stanoven výrobcem na hodnotu  $U=1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ .

Vnitřní dveře budou provedeny taktéž jako hliníkové. Členění dveří bude dle výběru investora. Vnitřní dveře budou osazeny do ocelových zárubní.

### Střešní konstrukce

Zastřešení objektu je navrženo jako jednoplášťová plochá střecha. Střešní rovina je vyspádována ve sklonu 2% ke střešním vpustím, kterými je ze střechy odváděné přebytečné množství vody. Střešní vpustě obsahují lapače nečistot. Na ploché střeše je navrženo 8 vpustí, ale v pohledu nad 3.NP jsou svedeny do 4 vnitřních dešťových svodů. Na střešní konstrukci jsou umístěny dva výlezy půdorysného rozměru 1,2x0,8m, budou sloužit pro případnou údržbu střechy.

Skladba S8 – Střešní konstrukce

- 2 x MODIFIKOVANÝ ASFALTOVÝ PÁS	6-8mm
- TEPELNÁ IZOLACE ROCKWOOL – MONROCK MAX E	240mm
- SPÁDOVÁ VRSTVA Z LEHČENÉHO BETONU (KERAMZITBETON)	300mm
- PAROZÁBRANA 1 x ASF. PÁS S AI VLOŽKOU	4mm
- ŽELEZOBETONOVÁ DESKA	240mm
- PODHLED LIKOFON SATURN	15mm

Skladba S9 – Střešní konstrukce v místě vpusti

- 2 x MODIFIKOVANÝ ASFALTOVÝ PÁS	6-8mm
- TEPELNÁ IZOLACE ROCKWOOL – MONROCK MAX E	240mm
- SPÁDOVÁ VRSTVA Z LEHČENÉHO BETONU (KERAMZITBETON)	50mm
- PAROZÁBRANA 1 x ASF. PÁS S AI VLOŽKOU	4mm
- ŽELEZOBETONOVÁ DESKA	240mm
- VNITŘNÍ OMÍTKA	10mm

Izolace proti vodě a zemní vlhkosti

Jako izolace proti zemní vlhkosti je použita izolace z asfaltového pásu GLESTEK 40 MINERAL + DEKBIT AL S40, který slouží jako ochrana proti radonu. Hydroizolace bude vytažena 300mm nad přilehlý terén.

Izolace tepelné a akustické

V konstrukci podlah je navržena izolace ROCKWOOL. Tloušťky izolace jsou uzpůsobeny podle místa umístění dané podlahy, viz skladby podlah.

Obvodový plášť je vyzděn pomocí systému BSK Livetherm v kombinaci s proskleným pláštěm systému VISS TVS (SVISLÁ). Zdivo i prosklený plášť mají výborné tepelně izolační vlastnosti.

Prostor pod upraveným terénem bude obezděn bednicími dílci LIVETHERM šířky 400mm, z vnější strany jsou tyto dílce obaleny tepelnou izolací Isover Styrodur 2800c / Austrotherm W v tl. 80mm.

Jednoplášťová plochá střecha je zateplena pomocí tepelné izolace ROCKWOOL – MONROCK MAX E v tl. 240mm. Střešní atiky jsou zaizolovány taktéž tepelnou izolací jako plochá střecha v tl. 100mm.

Podlaha v 1.NP. které je přilehlá k zemině bude zaizolována pomocí tepelné izolace ROCKWOOL – MEGAROCK v tl. 100mm.

Podlahy ve 2.NP – 3.NP budou opatřeny izolací ROCKWOOL – STEP ROCK HD tl. 50mm.

### Zpevněné plochy

Chodníky kolem muzea jsou navrženy z betonové dlažby BEST. Jsou lemovány obrubníky, které jsou osazeny do betonového lože. Betonová dlažba je ukládaná do štěrku frakce 4/8mm.

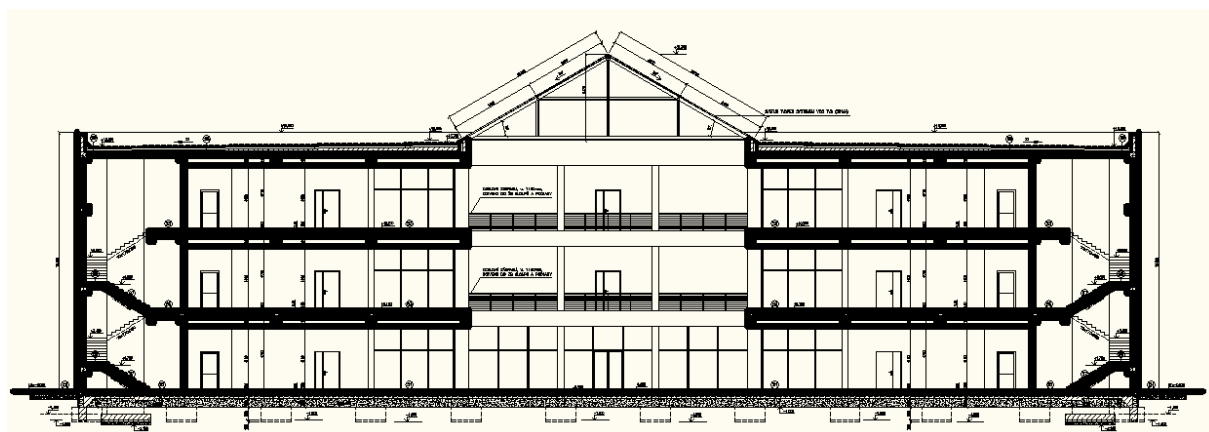
### Skladba - chodníku a zpevněné plochy

- |                                   |           |
|-----------------------------------|-----------|
| - BETONOVÁ ZÁMKOVÁ DLAŽBA 200/200 | 80mm      |
| - LOŽE Z KAMENIVA FRAKCE 4/8      | 40mm      |
| - VIBROŠTĚRK ŠV                   | 170mm     |
| - ŠTĚRKODRŤ (KAMENIVO TŘÍDY A)    | 170-200mm |

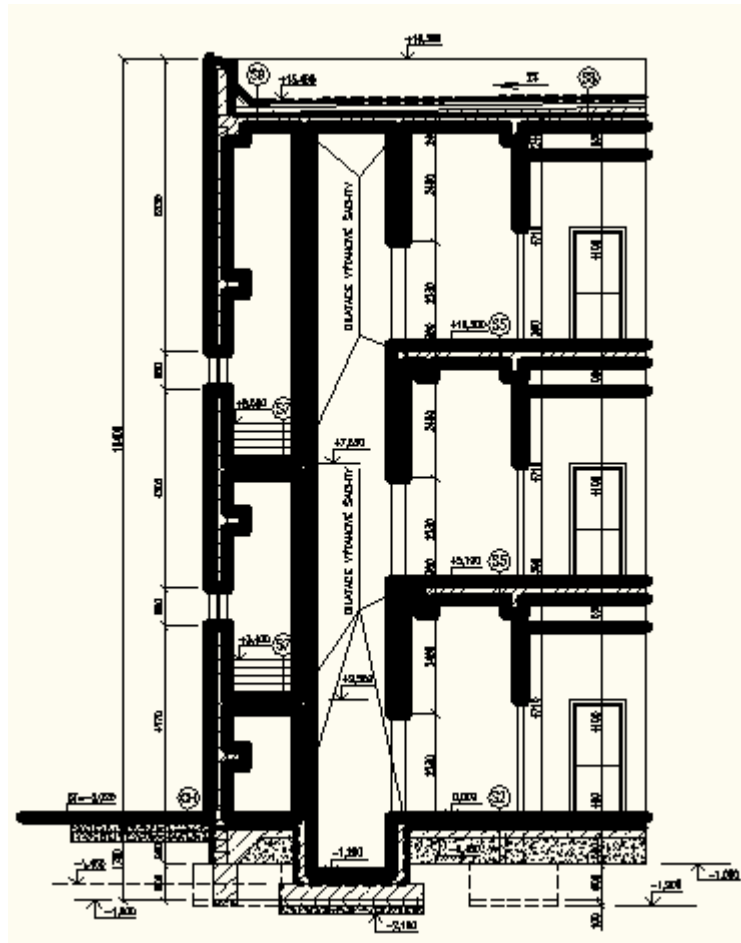
Komunikace a parkovací stání budou provedeny v této skladbě.

#### Skladba – komunikace a parkovací stání

- |                                       |           |
|---------------------------------------|-----------|
| - ASFALTOVÝ BETON STŘEDNĚZRNNÝ ABSIII | 40mm      |
| - KAMENIVO OBALOVANÉ ASFALTEM OKS II  | 80mm      |
| - VIBROŠTĚRK ŠV                       | 170mm     |
| - ŠTĚRKODRŤ (KAMENIVO TŘÍDY A)        | 170-200mm |



Obr. č. 4.1 – Ukázka řezu mnou navrženého muzea (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)



Obr. č. 4.2 – Ukázka řezu výtahovou šachtou mnou navrženého muzea (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

Podrobnější výkresy mého návrhu muzea jsou znázorněny v příloze D.1.1  
Architektonicko – stavební řešení.

(Součástí této práce není kompletní projektová dokumentace, výkresy v tomto případě slouží pouze jako příloha a ukázka mnou navrženého muzea. Práce na výkresové dokumentaci byla započata v předmětu S2, v průběhu zpracovávání diplomové práce byly výkresy upraveny na současnou podobu.)

## 5. Návrh a posouzení nosné konstrukce v mém projektu

V mém návrhu objektu muzea jsem se rozhodl, jak už bylo zmíněno výše, pro nosnou konstrukci tvořenou železobetonovým skeletovým systémem s obousměrnými rámy. Tento typ nosné konstrukce jsem si vybral z důvodu velmi kvalitních vlastností, tuhosti a únosnosti výše uvedeného materiálu. Skeletový systém nosné konstrukce byl pro mne jasnou volbou z hlediska flexibilní dispozice z důvodu předpokladu výskytu velkého počtu lidí a umístěním exponátů velkých rozměrů, mé muzeum bude mít zaměření na umění (divadlo, film, atd.).

Při prvotním rozhodování jsem se rozmýšlel, mezi ocelovou a železobetonovou konstrukcí. Tuto volbu materiálu jsem nakonec zvolil z důvodu většího nastudování při provádění mé bakalářské práce.

Svislou nosnou konstrukci mého návrhu objektu muzea bude tedy tvořit železobetonový skelet. Rozměry jednotlivých sloupů jsem navrhl 400x400mm, vyztuženy 12 pruty  $\varnothing 18$  s tržníky  $\varnothing 8$  po 270mm. Další nosnou konstrukci tvoří železobetonové monolitické stěny v tloušťce 400 a 300mm, které jsou umístěny v místech schodišť a tvoří jádra výtahových šachet. Sloupy i stěny jsou provedeny jako monolitické. Sloupy jsou vždy jen přes jedno patro a jsou na nich umístěny průvlaky. Výška sloupů je 4,55m. Sloupy jsou od sebe v osových vzdálenostech 6x6m. Železobetonové stěny probíhají po celé výšce objektu.

Nosná konstrukce stropů je tvořena železobetonovými křížem vyztuženými deskami pnutými v obou směrech v tloušťce 240mm. Desky jsou umístěny na železobetonových průvlacích, které probíhají v podélném i příčném směru objektu. Průvlaky jsou široké na rozměr sloupu tj. 400mm a vysoké 550mm.

Nosná konstrukce mnou navrženého muzea

Sloupky – beton třídy C 30/37 + ocel 10 505(R), B500B, XC1

Průvlaky - beton třídy C 30/37 + ocel 10 505(R), B500B, XC1

Železobetonová deska - beton třídy C 30/37 + výztužné sítě + ocel 10 505(R), B500B, XC1

Železobetonové vnitřní stěny - beton třídy C 30/37 + ocel 10 505(R), B500B, XC1

Patky - beton třídy C 25/30 + ocel 10 505(R), B500B, XC2

Pasy pod obvodovým pláštěm – beton třídy C 25/30, XC2

Základová deska - beton třídy C 25/30 + výztužné sítě, XC2

Podkladní beton - beton třídy C 20/25 + výztužné sítě  $\phi 6$  OKA 100/100 , XC2

Návrh a posouzení průvlaku, sloupu a železobetonové základové patky je znázorněno níže.



## 5.1 Výpočet zatížení dle ČSN EN 1991

Skladba S1 – 1.NP (Výstavní prostor)

<b>Stálé zatížení:</b>					
Vrstva	Objemová hmotnost	Tloušťka	$g_k$ KN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$g_d$ KN/m <sup>2</sup>
Železobetonová podlaha	2200 kg/m <sup>3</sup>	150mm	3,30	1,35	4,455
PE-folie	-	-	-	-	-
Tepelná izolace ROCKWOOL - MEGAROCK	207 kg/m <sup>3</sup>	100mm	0,207	1,35	0,28
Hydroizolace GLASTEK 40 MINERAL + DEKABIT AL S40	-	8mm	-	-	-
Penetrační nátěr	-	-	-	-	-
Podkladní beton	2300 kg/m <sup>3</sup>	200mm	4,60	1,35	6,21
Štěrkové lože	1650 kg/m <sup>3</sup>	550mm	9,075	1,35	12,25
<b>Celkem:</b>			17,18		23,20

<b>Proměnné zatížení:</b>			
	$q_k$ KN/m <sup>2</sup>	$\gamma_F$	$q_d$ KN/m <sup>2</sup>
Užitné – výstavní prostory v muzeích	5,0	1,5	7,5

**Normové zatížení celkem: 22,18KN/m<sup>2</sup>**

**Návrhové zatížení celkem: 30,90KN/m<sup>2</sup>**

Skladba S3 – 2-3.NP (Výstavní prostor)

<b>Stálé zatížení:</b>					
Vrstva	Objemová hmotnost	Tloušťka	$g_k$ KN/m <sup>2</sup>	$\gamma_F$	$g_d$ KN/m <sup>2</sup>
Keramická dlažba + tmel	2200 kg / m <sup>3</sup>	15mm	0,33	1,35	0,446
Betonová mazanina	2400 kg / m <sup>3</sup>	85mm	2,04	1,35	2,75
PE-folie	-	-	-	-	-
Tepelná izolace ROCKWOOL-STEPROCK HD	100 kg / m <sup>3</sup>	50mm	0,05	1,35	0,0675
Podhled LIKOfon Saturn	150 kg / m <sup>3</sup>	15mm	0,0225	1,35	0,0304
<b>Celkem:</b>			2,44		3,29

Železobetonová deska – vl. tíha	2500 kg / m <sup>3</sup>	240mm	6,0	1,35	8,1
---------------------------------	--------------------------	-------	-----	------	-----

<b>Proměnné zatížení:</b>			
	$q_k$ KN/m <sup>2</sup>	$\gamma_F$	$q_d$ KN/m <sup>2</sup>
Užitné – výstavní prostory v muzeích	5,0	1,5	7,5

**Normové zatížení celkem: 13,44KN/m<sup>2</sup>**

**Návrhové zatížení celkem: 18,89KN/m<sup>2</sup>**

Skladba S8 – Střešní konstrukce

<b>Stálé zatížení:</b>					
Vrstva	Objemová hmotnost	Tloušťka	$g_k$ KN/m <sup>2</sup>	$\gamma_F$	$g_d$ KN/m <sup>2</sup>
2x modifikovaný asfaltový pás	-	6-8mm	-	-	-
Tepelná izolace ROCKWOOL–MONROCK MAX E	207 kg / m <sup>3</sup>	240mm	0,497	1,35	0,671
Keramzitbeton	1500 kg / m <sup>3</sup>	300mm	4,5	1,35	6,075
Parozábrana	-	4mm	-	-	-
Podhled LIKOfon Saturn	150 kg / m <sup>3</sup>	15mm	0,0225	1,35	0,0304
<b>Celkem:</b>			5,02		6,78

Železobetonová deska – vl. tíha	2500 kg / m <sup>3</sup>	240mm	6,0	1,35	8,1
---------------------------------	--------------------------	-------	-----	------	-----

<b>Proměnné zatížení:</b>			
	$q_k$ KN/m <sup>2</sup>	$\gamma_F$	$q_d$ KN/m <sup>2</sup>
Nepochozí střecha	0,75	1,5	1,125
Zatížení sněhem	0,56	1,5	0,84

**Normové zatížení celkem: 12,33KN/m<sup>2</sup>**

**Návrhové zatížení celkem: 16,85KN/m<sup>2</sup>**

### Zatížení sněhem

Místo: Plzeň

Sněhová oblast: I

Charakteristická hodnota:  $s_k = 0,7$  [kN/m<sup>2</sup>]

Charakteristické zatížení sněhem:  $s = \mu_i \times c_e \times c_t \times s_k$

$\mu_i$  ... tvarový součinitel (pro střechy se sklonem  $\alpha=0^\circ - 30^\circ$   $\mu_i=0,8$ )

$c_e$  ... součinitel expozice = 1

$c_t$  ... součinitel tepla = 1

$$s = \mu_i * c_e * c_t * s_k = 0,8 * 1 * 1 * 0,7 = 0,56 \text{ kN} / \text{m}^2$$

**Zatížení větrem****Místo:** Plzeň

Kategorie terénu: oblast IV,

Město: délka drsnosti ...  $z_o = 1,0$ Minimální výška ...  $z_{\min} = 10$  mRovinný terén: součinitel orografie ...  $c_o = 1$ Výchozí základní rychlost větru ...  $v_{b,o} = 25$  m/s**Součinitel terénu:**

$$k_r = 0,19(z_o / z_{o,II})^{0,07} = 0,19(1,0/0,05)^{0,07} = 0,23$$

**Základní rychlost větru:**

$$v_b = c_{dir} \times c_{season} \times v_{b,o} = 1 \times 1 \times 25 = 25 \text{ m/s}$$

 $c_{dir}$  ... součinitel směru větru, obecně roven 1 $c_{season}$  ... součinitel ročního období, obecně roven 1**Celková výška budovy:**  $z = 16,40$  m     $z \geq z_{\min}$      $16,40 \geq 10$ **Součinitel drsnosti terénu:**

$$c_r(z = 16,68) = k_r \cdot \ln(z / z_o) = 0,23 \cdot \ln(16,40/1,0) = 0,64$$

**Střední rychlost větru:**

$$v_m(z = 16,40) = c_r(z) \times c_o(z) \times v_b = 0,64 \times 1 \times 25 = 16,00 \text{ m/s}$$

**Vliv turbulencí:**

$k_I \cong 1$  ... součinitel turbulencí

$$l_v(z = 16,40) = \frac{k_I}{c_o(z) \cdot \ln(z/z_o)} = \frac{1}{1 \cdot \ln(16,40/1,0)} = 0,36$$

**Součinitel expoziční:**

$$c_e(z) = \left[ 1 + 7 \ln(z) \right] \left( \frac{v_m(z)}{v_b} \right)^2 = (1 + 7 \cdot 0,36) \left( \frac{16,00}{25} \right)^2 = 1,44$$

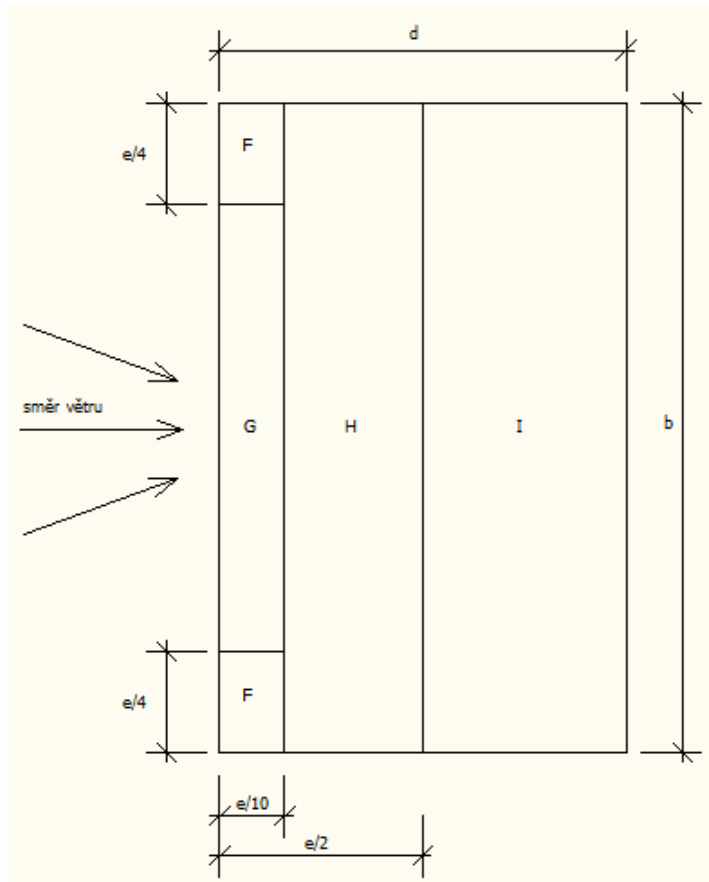
**Základní dynamický tlak větru:**

$\rho$ ... měrná hmotnost vzduchu =  $1,25 \text{ kg/m}^3$

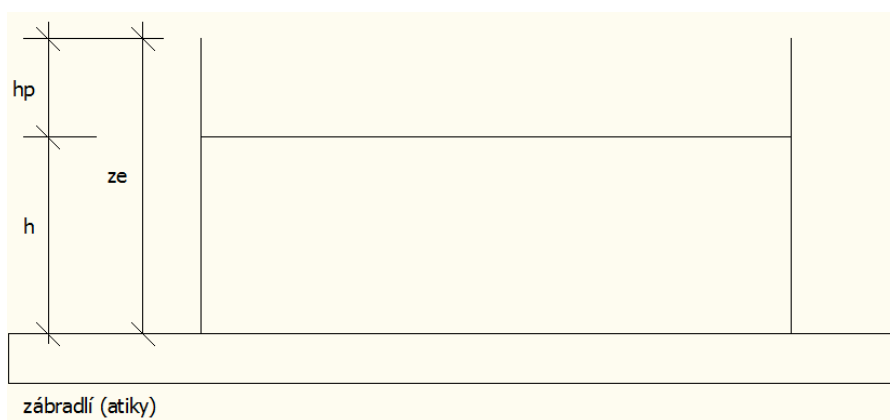
$$q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 390,63 \text{ N/m}^2$$

**Maximální dynamický tlak od větru:**

$$q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b = 1,44 \cdot 390,63 = 562,51 \text{ N/m}^2$$

**Zatížení větrem na plochou střechu**

Obr. č. 5.1 – Příklad působení větru na plochou střechu (pouze schéma, neodpovídá skutečnému provedení ploché střechy v mém návrhu), (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)



Obr. č. 5.2 – Schéma výšky atiky (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

$e =$  menší z hodnot  $b$  nebo  $2h$

$b = 67,2$  (rozměr kolmý na směr větru)

$2h = 32,80$

$e = 32,80$

$c_{pe,10}$  ... součinitel tlaku a sil (pro velké zatěžovací plochy)

Typ ploché střechy	F	G	H	I
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$
$h_p/h=0,060$	-1,3	-0,9	-0,7	+0,2/-0,2

Tab. 5.1 – Součinitel tlaku a sil (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Microsoft Office Excel 2007)

### Tlak větru:

#### Tlak větru působící na vnější povrchy:

$$w_e = q_b(z_e) \cdot c_{pe}$$

$z_e$  ... referenční výška

$c_{pe}$  ... součinitel vnějšího tlaku

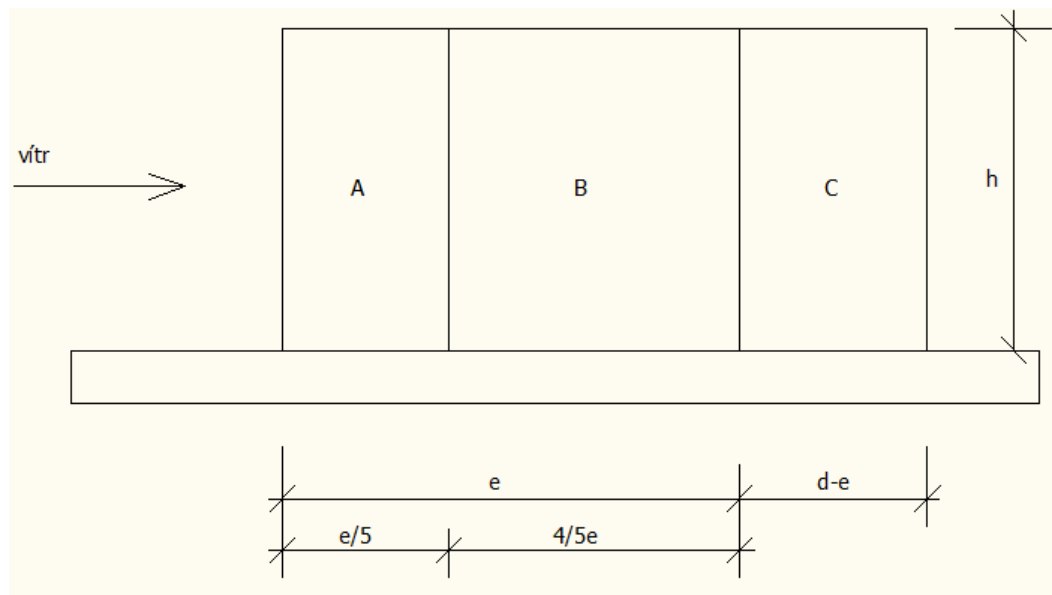
$$\text{Oblast F: } w_e = 562,51 \cdot (-1,3) = -731,26 \text{ N} / \text{m}^2$$

$$\text{Oblast G: } w_e = 562,51 \cdot (-0,9) = -506,26 \text{ N} / \text{m}^2$$

$$\text{Oblast H: } w_e = 562,51 \cdot (-0,7) = -393,76 \text{ N} / \text{m}^2$$

$$\text{Oblast I: } w_e = 562,51 \cdot (-0,2) = -112,502 \text{ N} / \text{m}^2$$



**Zatížení větrem na svislou stěnu (sloup)**

Obr. č. 5.3 – Schéma zatížení větrem na svislou stěnu (sloup), (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

$e = \text{menší z hodnot } b \text{ nebo } 2h$

$b = 67,2 \text{ m}$

$2h = 32,80$

$e = 32,80$

oblast	A	B	C	D	E
$h/d$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,10}$
0,24	-1,2	-0,8	-0,5	+0,70	-0,3

Tab. 5.2 – Součinitel tlaku a sil (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Microsoft Office Excel 2007)

$$\text{Oblast A: } w_e = 562,51 \cdot (-1,2) = -675,012 N / m^2$$

$$\text{Oblast B: } w_e = 562,51 \cdot (-0,8) = -450,008 N / m^2$$

$$\text{Oblast C: } w_e = 562,51 \cdot (-0,5) = -281,225 N / m^2$$

$$\text{Oblast D: } w_e = 562,51 \cdot (+0,70) = +393,757 N / m^2$$

$$\text{Oblast E: } w_e = 562,51 \cdot (-0,3) = -168,753 N / m^2$$

## 5.2 Návrh železobetonové křížem vyztužené desky

Dle empirického vzorce

Základní údaje:

$$L_x = 6000\text{mm}$$

$$L_y = 6000\text{mm}$$

$$h_{desky} = \frac{L_x + L_y}{75} = \frac{6000 + 6000}{75} = 160\text{mm} \rightarrow \text{návrh } 160\text{mm}$$

Dle štíhlosti

Základní údaje:

$$L = 6000\text{mm}$$

$$\lambda = 26 \text{ (křížem vyztužená deska)}$$

$$d = 0,8 \times h_{desky}$$

$$\lambda = \frac{L}{d}$$

$$d = \frac{L}{\lambda} = \frac{6000}{26} = 230,8\text{mm}$$

$$h_{desky} = \frac{d}{0,8} = \frac{230,8}{0,8} = 288,5\text{mm} \rightarrow \text{návrh } h_{desky} = 290\text{mm}$$

**Konečný návrh tloušťky desky**

$$h_{desky} = 240\text{mm}$$

### 5.3 Návrh a posouzení průvlastku

#### Empirický návrh

$$\text{Výška } h_p = \left( \frac{1}{15} - \frac{1}{12} - \frac{1}{10} \right) l_p = \left( \frac{1}{15} - \frac{1}{12} - \frac{1}{10} \right) 6000 = (400 - 500 - 600)$$

$$h_p = 2,5 * h_d = 2,5 * 240 = 600 \text{ mm}$$

$$\text{Návrh } h_p = 550 \text{ mm}$$

$$\text{Šířka průvlastku } b_p = \left( \frac{1}{3} - \frac{1}{2} \right) h_p = \left( \frac{1}{3} - \frac{1}{2} \right) 550 = (183,33 - 275)$$

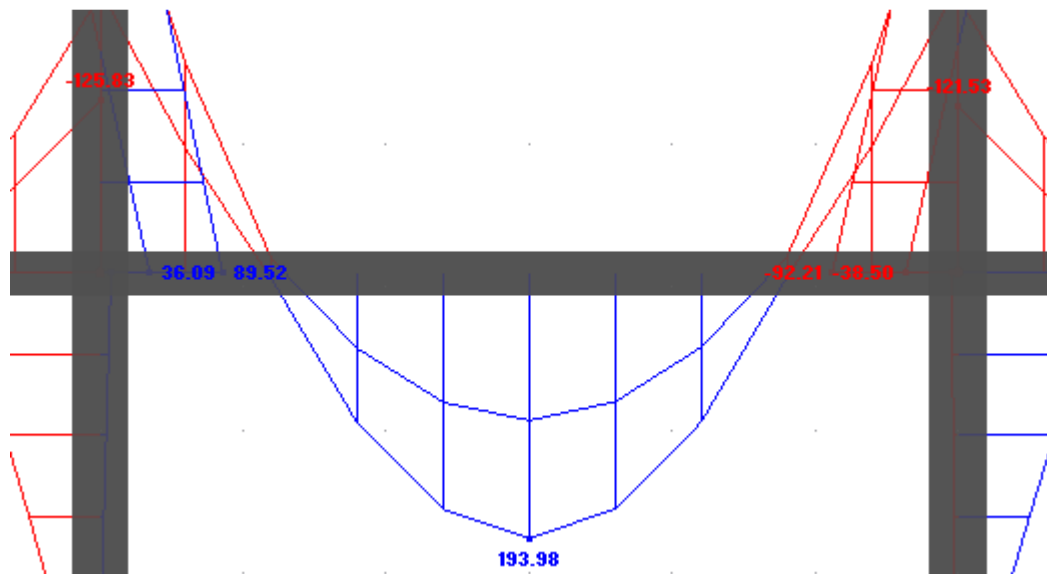
Návrh  $b_p = 400 \text{ mm} \rightarrow$  návrh zvolen dle šířky sloupu

#### Návrhové zatížení průvlastku (průvlastek + deska + zatížení)

$$f = (g + q)_d = [(0,24 * 25 + 2,5) * 1,35 + 2,0 * 1,5] * 6 + (0,55 - 0,24) * 0,25 * 25 * 1,35 = \\ = 86,85 + 2,62 = 89,47 \text{ kNm}$$

#### Průvlastek dimenzování

1) Návrh pro maximální moment v poli  $M_{ed, \max} = 193,98 \text{ kNm} \rightarrow$  viz program RFEM



Obr. č. 5.4 – Maximální moment v poli (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Dlubal RFEM)

**Určení spolupůsobící šířky T průřezu**

Vzdálenost nulových momentů  $L_0 = 0,85xL = 0,85x6,0 = 5,1m$

$$b_{eff} = b_w + 0,2xL_0 = 0,3 + 0,2x5,1 = 1,32m$$

**Návrh výztuže**

Předpoklad pruty  $\varnothing 18$ , třmínky  $\varnothing 10$ , krycí vrstva 20mm

**Účinná výška průřezu**

$$d = 550 - 10 - 20 - \frac{18}{2} = 511mm$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20MPa$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,8MPa$$

**Poměrný moment**

$$\mu = \frac{M_{ed, pr\ddot{u}r}}{b * d^2 * f_{cd}} = \frac{193,98 * 10^6}{1320 * 511^2 * 20} = 0,028 \Rightarrow \xi = 0,986$$

$$A_{s, req} = \frac{M_{ed}}{\xi * d * f_{yd}} = \frac{193,98 * 10^6}{0,986 * 511 * 434,8} = 885,46mm^2$$

Návrh 4 pruty  $\varnothing 18$  o celkové ploše průřezu 1018mm<sup>2</sup>

**Posouzení**

$$F_c = b_{eff} * 0,8x * f_{cd}$$

$$F_s = A_{s1} * f_{yd}$$

$$\Rightarrow x = \frac{A_{s1} * f_{yd}}{b_{eff} * 0,8 * f_{cd}} = \frac{1018 * 10^{-6} * 434,8 * 10^6}{1,32 * 0,8 * 20 * 10^6} = 0,0209m = 21mm$$

Dodržení minimálních vzdáleností mezi pruty

$$\frac{400 - 60 - (4 * 18)}{3} = 89,3 / \text{mezera mezi pruty}$$

**Vyhovuje požadavkům normy**

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{21}{510} = 0,0412 \leq 0,45$$

$$z = d - 0,4x = 510 - 0,4 * 21 = 501,6mm$$

**Moment únosnosti**

$$M_{RD} = A_s * f_y d * z = 1018 * \frac{500}{1,15} * 501,6 = 222,01kNm$$

$$M_{ed,max} = 193,98kNm$$

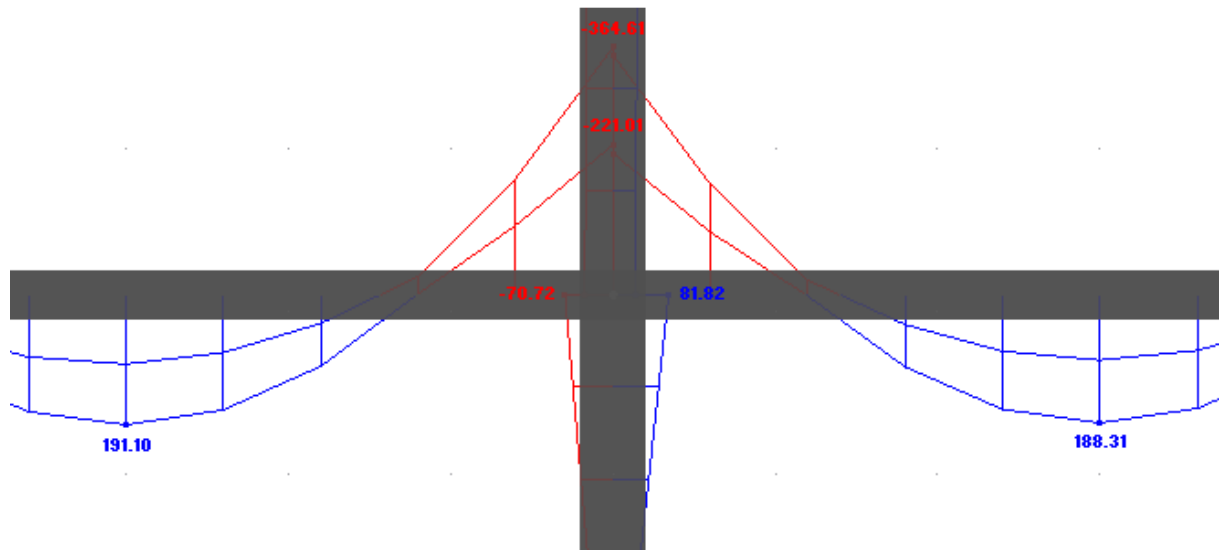
$$M_{ED} \leq M_{RD} - \text{vyhovuje}$$

**Posouzení stupně vyztužení**

$$\rho = \frac{A_{s1}}{b * d} = \frac{1018}{400 * 550} = 0,0046 \leq 0,02 = 2\%$$

**Navržená výztuž 4ø18 → vyhovuje**

2) Návrh pro maximální moment nad podporou  $M_{ed,max} = 364,61 kNm \rightarrow$  viz program RFEM



Obr. č. 5.5 – Maximální moment nad podporou (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Dlubal RFEM)

Předpokládá se totožné krytí výztuže a stejné třmínky jako v poli

$$\mu = \frac{M_{ed, pr\ddot{u}r}}{b * d^2 * f_{cd}} = \frac{364,61 * 10^6}{400 * 510^2 * 20} = 0,18 \Rightarrow \xi = 0,900$$

$$A_{s, req} = \frac{M_{ed}}{\xi * d * f_{yd}} = \frac{364,61 * 10^6}{0,900 * 510 * 434,8} = 1826,95 mm^2$$

Návrh 4 pruty  $\varnothing 25$  o celkové ploše průřezu  $1963 mm^2$

### Posouzení

$$x = \frac{A_{s1} * f_{yd}}{b * 0,8 * f_{cd}} = \frac{1963 * 10^{-6} * 434,8 * 10^6}{0,4 * 0,8 * 20 * 10^6} = 0,133 m = 133 mm$$

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{133}{510} = 0,26 \leq 0,45$$

$$z = d - 0,4x = 510 - 0,4 * 133 = 456,8 mm$$

**Moment únosnosti**

$$M_{RD} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z = 1963 \cdot \frac{500}{1,15} \cdot 456,8 = 389,87 \text{ kNm}$$

$$M_{ed, \max} = 364,61 \text{ kNm}$$

$$M_{ED} \leq M_{RD} - \text{vyhovuje}$$

**Posouzení stupně vyztužení**

$$\rho = \frac{A_{s1}}{b \cdot d} = \frac{1963}{400 \cdot 550} = 0,0089 \leq 0,02 = 2\%$$

**Navržená výztuž 4ø25 → vyhovuje**



## 5.4 Návrh a posouzení sloupu

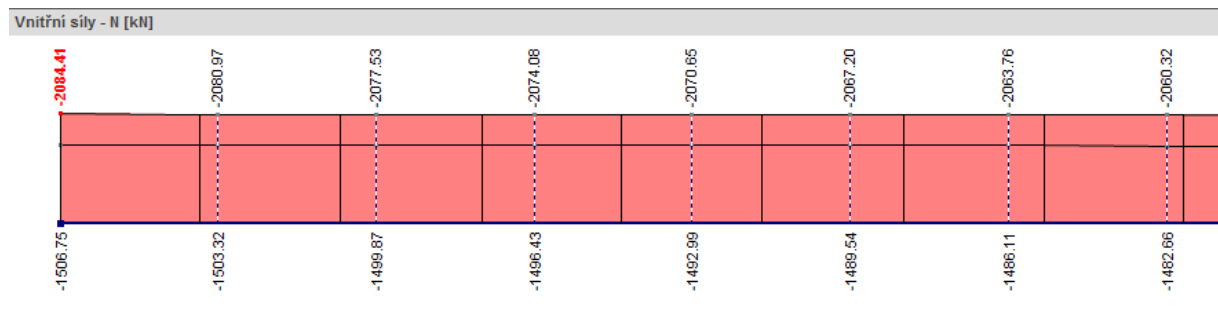
Zatěžovací šířka  $x_{zat} = 6m$

Zatěžovací šířka  $y_{zat} = 0,6 * 6,0 + 0,5 * 6,0 = 6,6m$

Zatěžovací plocha vnitřního sloupu  $A_{zat} = 6,6 * 6 = 39,6m^2$

### Návrhová normálová síla v patě vnitřního sloupu

$N_{ed, max} = 2084,41kN \rightarrow$  viz program RFEM



Obr. č. 5.6 – Maximální návrhová normálová síla v patě vnitřního sloupu (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Dlubal RFEM)

### Únosnost v patě sloupu

$$N_{rd} = 0,8 * A_c * f_{cd} + A_s * \rho * \sigma_s$$

$$\rho = 0,02$$

$$\sigma_s = 400MPa$$

$$N_{rd} = 0,8 * 0,4 * 0,4 * 20 * 10^6 + 0,4 * 0,4 * 0,02 * 400 * 10^6 = 4160000N = 4160kN$$

$$N_{rd} \geq N_{ed, max}$$

**Vnitřní sloup vyhoví**

### Výpočet zatížení na průvlak

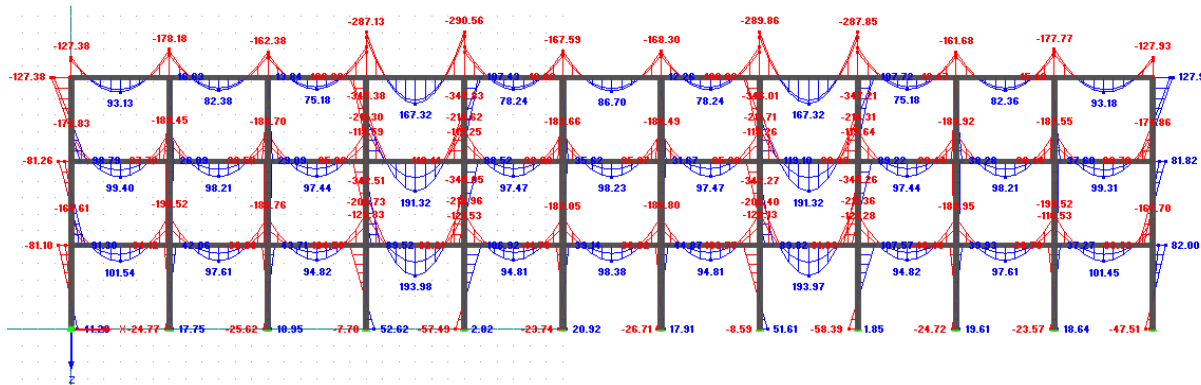
Stálé zatížení	kN/m <sup>2</sup>	Zat. šířka	Q <sub>k</sub> kN	součinitel	Q <sub>d</sub> kN
VI. Tíha desky	0,24*25=6,0	6	36	1,35	48,6
Stálé podlaha	5	6	30	1,35	40,5
Tíha průvlaku	(0,55-0,24)*25	0,4	3,1	1,35	4,185
Suma stálé			69,1	1,35	93,285

Užitné zatížení	kN/m <sup>2</sup>	m	kN/m	1,5	kN/m
q stropu	2,0	6	12	1,5	18

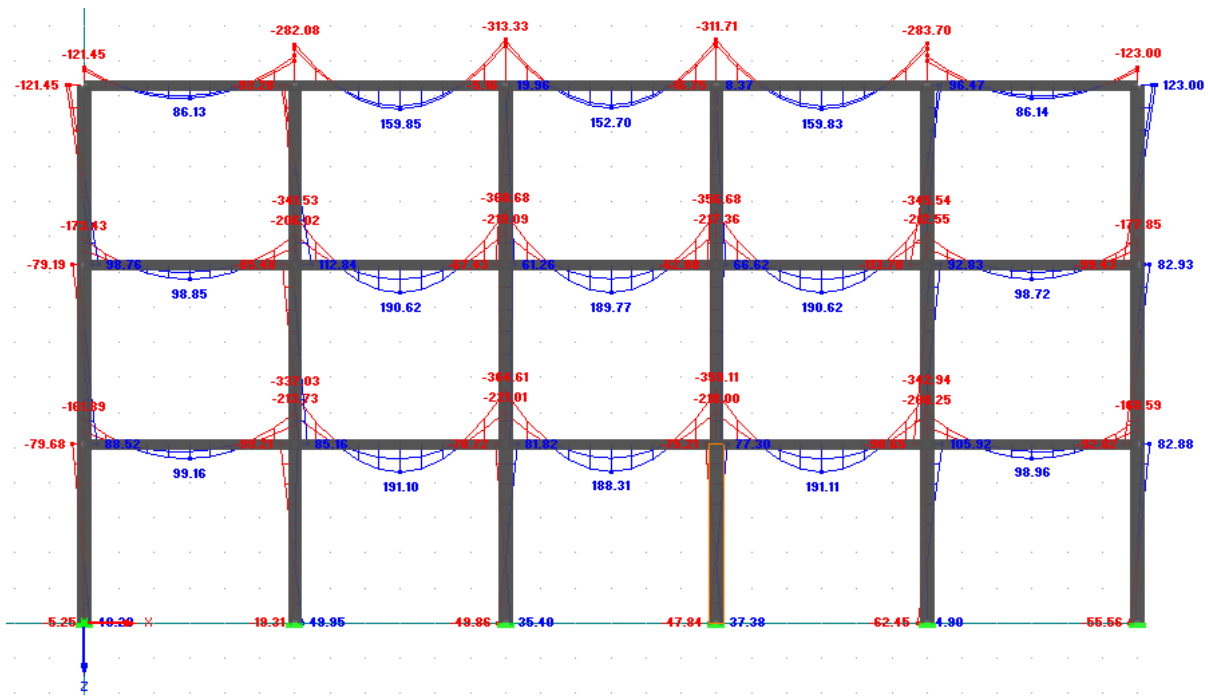
Tab. 5.3 – Zatížení na průvlaku (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Microsoft Office Excel 2007)

### Obalová křivka – program RFEM

Vzhledem k členitosti půdorysu mého návrhu muzea jsem se rozhodl porovnat účinky zatížení ve dvou místech a do výpočtu vždy použil větší hodnotu zatížení.



Obr. č. 5.7 - 1. varianta obalové křivky (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Dlubal RFEM)



Obr. č. 5.8 – 2. varianta obalové křivky (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Dlubal RFEM)

### Vliv štíhlosti sloupu

$$\lambda \leq \lambda_{\text{lim}} \leq 75$$

### Vzpěrná délka sloupu

$$l_0 = (0,7 - 0,8) * l = (0,7 - 0,8) * (4,55) = 3,185 - 3,64m$$

### Poloměr setrvačnosti

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{1/12bh^3}{bh}} = \frac{h}{\sqrt{12}}$$

### Štíhlost sloupu

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{l_0 \sqrt{12}}{h} = \frac{3,64 \sqrt{12}}{0,4} = 31,52 \text{ - sloup je masivní}$$

### Limitní štíhlost

$$\lambda_{\text{lim}} = \frac{20 * A * B * C}{\sqrt{n}}$$

$A = 0,7$  - vliv dotvarování betonu

$$B = \sqrt{1 + 2w}$$

$$w = \frac{\rho * A_c * f_{yd}}{A_s * f_{cd}} = \frac{0,02 * 0,4^2 * 434,8}{0,4^2 * 20} = 0,435$$

$\rho = 0,02$  - stupeň vyztužení – 2%

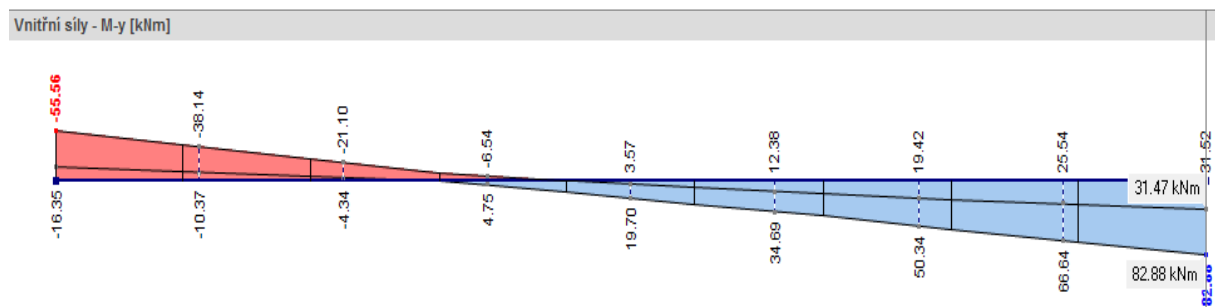
$$B = \sqrt{1 + 2 * 0,435} = 1,37$$

### C – vliv zatížení

$$C = 1,7 - r_m = 1,7 - \min\left(\frac{M_{01}}{M_{02}}; \frac{M_{02}}{M_{01}}\right) \quad r_m = \langle -1; 1 \rangle$$

$r_m$  – poměr ohybových momentů

### Krajní sloup



Obr. č. 5.9 – Krajní sloup (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Dlubal RFEM)

$$M_{01} = 82,88 \text{ kNm}$$

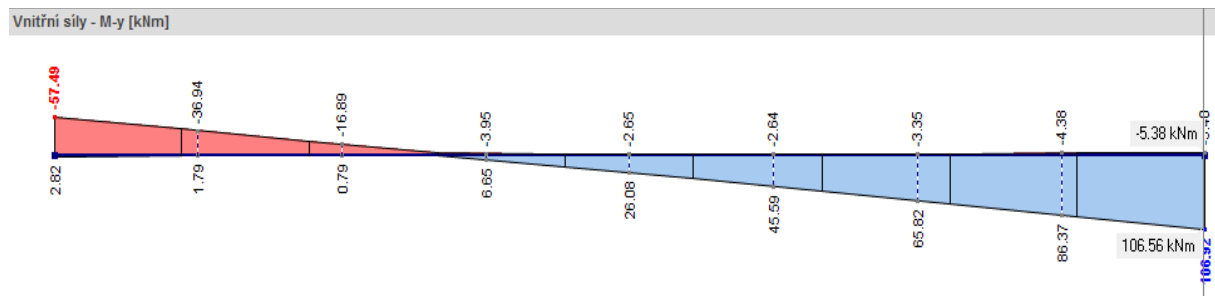
$$M_{02} = -55,56 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{01}}{M_{02}} = -1,49 \quad \frac{M_{02}}{M_{01}} = -0,67$$

$$r_m = -0,67 \quad c = 1,7 - (-0,67) = 2,37$$

$$r_m = -1,49 \quad c = 1,7 - (-1,22) = 3,19$$

## Vnitřní sloup



Obr. č. 5.10 – Vnitřní sloup (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Dlubal RFEM)

$$M_{01} = -57,49 \text{ kNm}$$

$$M_{02} = 106,56 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{01}}{M_{02}} = -0,54 \quad \frac{M_{02}}{M_{01}} = -1,85$$

$$r_m = -1,85 \quad c = 1,7 - (-1,85) = 3,55$$

$$r_m = -0,54 \quad c = 1,7 - (-0,54) = 2,24$$

### Poměrná normálová síla

$$N_{ed, \max} = 2084,41 \text{ kN}$$

$$n = \frac{N_{ed}}{A_c * f_{cd}} = \frac{2084,41 * 10^3}{400 * 400 * 20} = 0,65$$

$$\lambda = 31,52$$

$$\lambda_{\text{lim}} = \frac{20 * A * B * C}{\sqrt{n}} = \frac{20 * 0,7 * 1,37 * 3,55}{\sqrt{0,65}} = 84,45$$

$$\lambda_{\text{lim}} = \frac{20 * A * B * C}{\sqrt{n}} = \frac{20 * 0,7 * 1,1 * 3,55}{\sqrt{0,65}} = 67,81$$

$$\lambda_{\text{lim}} = \frac{20 * A * B * C}{\sqrt{n}} = \frac{20 * 0,7 * 1,37 * 2,24}{\sqrt{0,65}} = 53,29$$

$$\lambda_{\text{lim}} = \frac{20 * A * B * C}{\sqrt{n}} = \frac{20 * 0,7 * 1,1 * 2,24}{\sqrt{0,65}} = 42,79$$

Všechny hodnoty jsou větší než 31,52

**Požadovaná plocha výztuže vnitřního sloupu**

$$N_{ed, \max} = 0,8 * A_c * f_{cd} + A_s * \sigma_s$$

$$A_{s, req} = \frac{N_{ed, \max} - 0,8 * b * h * f_{cd}}{\sigma_s} = \frac{2084,41 * 10^3 - 0,8 * 400 * 400 * 20}{500} = 3023,46 \text{ mm}^2$$

**Minimální plocha výztuže**

$$A_{s, \min} = \frac{0,1 * N_{ed, \max}}{f_{yd}} = \frac{0,1 * 2084,41 * 10^3}{434,8} = 479,40 \text{ mm}^2$$

$$A_{s, \min} = 0,002 * b * h = 0,002 * 400 * 400 = 320 \text{ mm}^2$$

**Maximální plocha výztuže**

$$A_{s, \max} = 0,04 * b * h = 0,04 * 400 * 400 = 6400 \text{ mm}^2$$

**Návrh ohybové výztuže**

12x18mm

$$A_s = 3054 \text{ mm}^2$$

**Krytí výztuže**

$$c \geq c_{rom} = c_{\min} + \Delta c_{dev}$$

Ohybová hlavní výztuž d=25mm

Smyková výztuž d=10mm

**Minimální krycí vrstva**

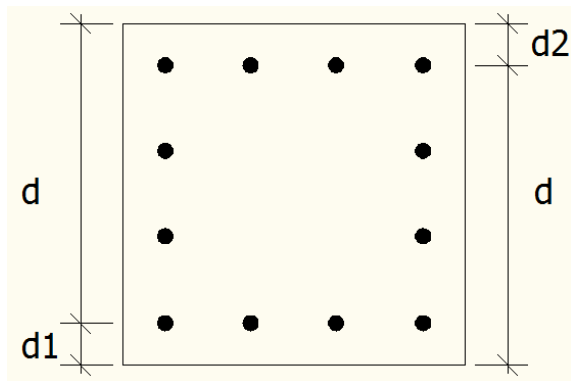
$$c_{\min} = \max(\text{průřím}, c_{\min}; 10)$$

$$c_{\min} = \max(18, 25; 10)$$

$$c_{dev} = (5 \text{ mm} - 10 \text{ mm})$$

**Celková krycí vrstva**

$$c = 30\text{mm}$$



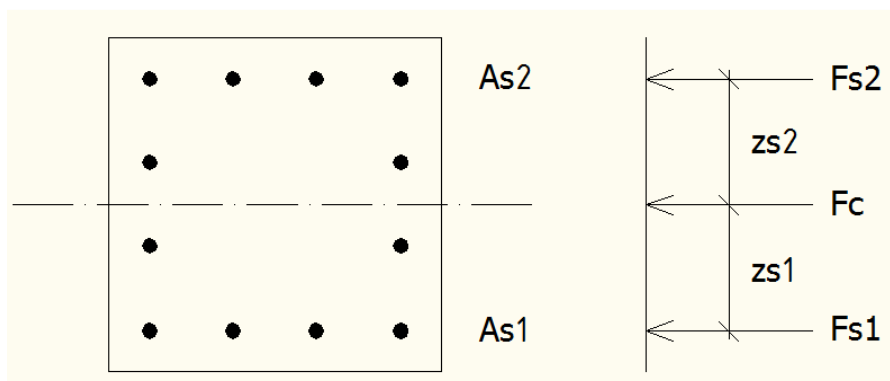
Obr. č. 5.11 – Krycí vrstva (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

**Parametry průřezu sloupu**

$$d = 400 - 30 - 10 - 18/2 = 351\text{mm}$$

$$d1 = d2 = 30 + 10 + 18/2 = 49\text{mm}$$

$$A_{s1} = A_{s2} = A_s / 2 = 1527\text{mm}^2$$

**Bod 0 – dostředný tlak**

Obr. č. 5.12 – Dostředný tlak (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

Limitní hodnota přetvoření v oceli bez přetvoření

$$\varepsilon_{cu} = 0,002$$

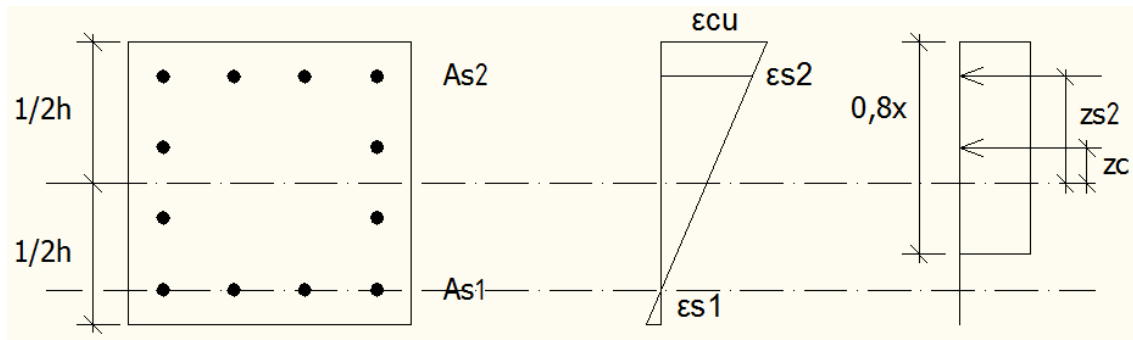
Napětí v oceli  $\sigma_{s1} = \sigma_{s2} = E_s * \varepsilon_{s1} = 400MPa$

### Síla a moment únosnosti

$$N_{Rd,0} = F_c + F_{s1} + F_{s2} = bh * f_{cd} + (A_{s1} + A_{s2})\sigma_{s2} = 400 * 400 * 20 + 3054 * 400 = 4421,6kN$$

$$M_{Rd,0} = F_{s1} * z_{s1} + F_{s2} * z_{s2} = 0kNm$$

### Bod 1 – dostředný tlak



Obr. č. 5.13 – Dostředný tlak (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

Maximální přetvoření tlačného betonu  $\varepsilon_{cu} = 0,0035$

$$F_{s1} = 0$$

$$x = d$$

$$\sigma_{s2} = f_{yd} = 434,8MPa$$

### Síla a moment únosnosti

$$N_{Rd1} = F_c + F_{s2} = 0,8x * b * f_{cd} + A_{s2} * \sigma_{s2}$$

$$N_{Rd1} = 0,8 * 351 * 400 * 20 + 1527 * 434,8 = 2910,34kN$$

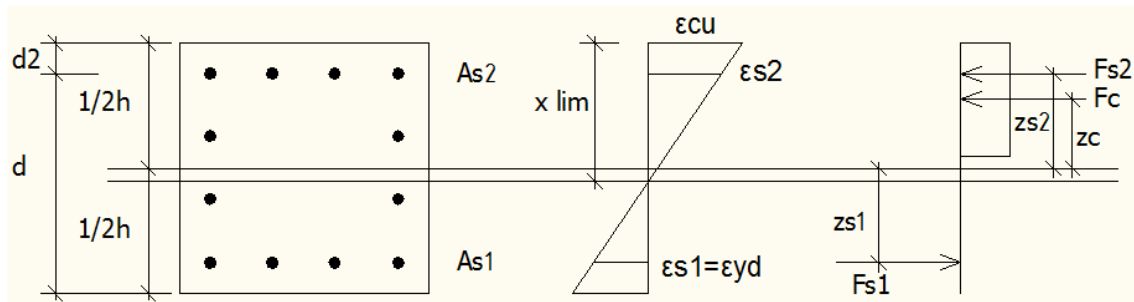


$$M_{Rd,1} = F_c * z_c + F_{S2} * z_{s2} = 0,8x * b * f_{cd} * z_c + A_{S2} * \sigma_{S2} * z_{S2} =$$

$$= 0,8 * 351 * 400 * 20 * 59,6 + 1527 * 434,8 * 151 = 234,14 \text{ kN}$$

$$d \geq \xi_{bal,1} * d$$

## Bod 2 – maximální ohybový moment – tažená výztuž na mezi kluzu



Obr. č. 5.14 – Maximální ohybový moment (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

$$x = x_{lim} = x_{bal,1}$$

Maximální přetvoření tlačeneho betonu  $\varepsilon_{cu} = 0,0035$

$$\text{Přetvoření tažené ocele } \varepsilon_{S1} = \varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E} = \frac{434,5}{200 * 10^3} = 0,0021725$$

### Výška tlačené oblasti (podobnost trojúhelníku)

$$\frac{\varepsilon_{cu}}{x_{lim}} = \frac{\varepsilon_{S1}}{d - x_{lim}}$$

$$x_{lim} = \frac{\varepsilon_{cu} * d}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{yd}} = \frac{0,0035 * 351}{0,0035 + 0,0021725} = 216,57 \text{ mm}$$

$$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu}}{\varepsilon_{cu} + \varepsilon_{sy}} = \frac{700}{700 + f_{yd}} = \frac{700}{700 + 434,8} = 0,617$$

$$\xi_{bal,2} = \frac{\varepsilon_{cu} - \varepsilon_{sy}}{\varepsilon_{cu}} = \frac{700 - f_{yd}}{700} = \frac{700 - 434,8}{700} = 0,379$$

**Přetvoření tlacené oceli**

$$\varepsilon_{S2} = \frac{\varepsilon_{cu}}{x_{lim}}(x_{lim} - d_2) = \frac{0,0035}{216,57}(216,57 - 49) = 0,00271$$

$$\varepsilon_{S2} \geq \varepsilon_{yd} \Rightarrow 0,00271 \geq 0,0021725$$

**Napětí v tlacené výztuži**

$$\xi = \xi_{bal,2} * \frac{d_2}{d} = 0,379 * \frac{49}{351} = 0,0529$$

$$\sigma_{S2} = E_s * \varepsilon_{S2} = 200 * 10^3 * 0,00271 = 542MPa \Rightarrow \sigma_{S2} = 434,5MPa$$

**Síla a moment únosnosti**

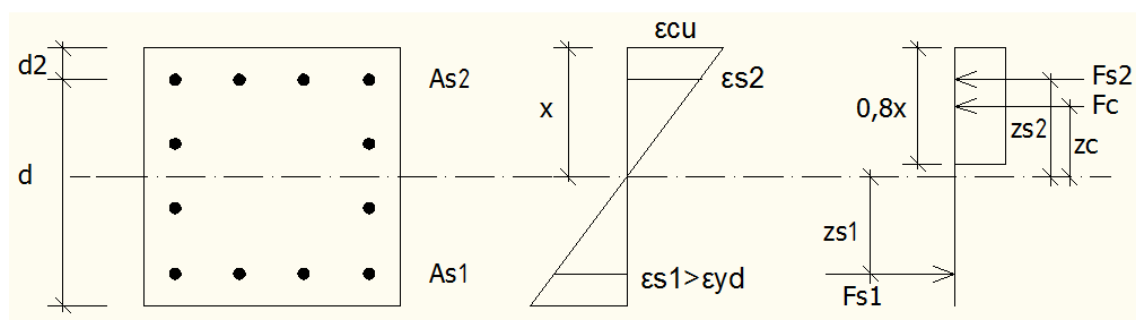
$$N_{Rd,2} = F_c - F_{S1} + F_{S2} = 0,8x_{lim} * b * f_{cd} - A_{S1} * f_{yd} + A_{S2} * \sigma_{S2} =$$

$$= 0,8 * 216,57 * 400 * 20 - 1527 * 434,8 + 1527 * 542 = 1549,74kN$$

$$M_{Rd,2} = F_c * z_c + F_{S1} * z_{S1} + F_{S2} * z_{S2} =$$

$$= 0,8x_{lim} * b * f_{cd} * z_c + A_{S1} * f_{yd} * z_{S1} + A_{S2} * \sigma_{S2} * z_{S2} =$$

$$= 0,8 * 216,57 * 400 * 20 * 113,372 + 1527 * 434,8 * 151 + 1527 * 434,8 * 151 = 357,65kNm$$

**Bod 3 – prostý ohyb**

Obr. č. 5.15 – Prostý ohyb (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

$$N_{Rd,3} = 0kN$$

Maximální přetvoření tlaceného betonu  $\varepsilon_{cu} = 0,0035$

Přetvořen tažené oceli:  $\varepsilon_{s1} \geq \varepsilon_{yd} = 0,0021725 \Rightarrow \sigma_{s1} = f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$

### Výška tlačené oblasti a přetvoření tažené oceli

$$F_c - F_{s1} + F_{s2} = 0 \Rightarrow 0,8x * b * f_{cd} - A_{s1} * f_{yd} + A_{s2} * E_s * \varepsilon_{s2} = 0$$

$$\frac{\varepsilon_{cu}}{x} = \frac{\varepsilon_{s2}}{x - d_2} \quad x(\varepsilon_{cu} - \varepsilon_{s2}) = \varepsilon_{cu} * d_2$$

Neznámé  $x; \varepsilon_{s2}$

$$\varepsilon_{s2} = \frac{A_{s1} * f_{yd} - 0,8x * b * f_{cd}}{E_s A_{s2}} = \frac{1527 * 434,8 - 0,8x * 400 * 20}{1527 * 200 * 10^3} = 0,00217 - 0,00002096x$$

$$x(\varepsilon_{cu} - (0,00217 - 0,00002096x)) = \varepsilon_{cu} * d_2$$

$$x(0,0035 - 0,00217 + 0,00002096x) = 0,0035 * 49$$

$$0,00133x + 0,00002096x^2 = 0,0035 * 49$$

$$0,00002096x^2 - 0,00133x - 0,172 = 0$$

$$D = b^2 - 4ac = 0,00001265$$

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a} = \frac{0,00133 \pm \sqrt{0,00001265}}{2 * 0,00002096} = 116,57 \text{ m}$$

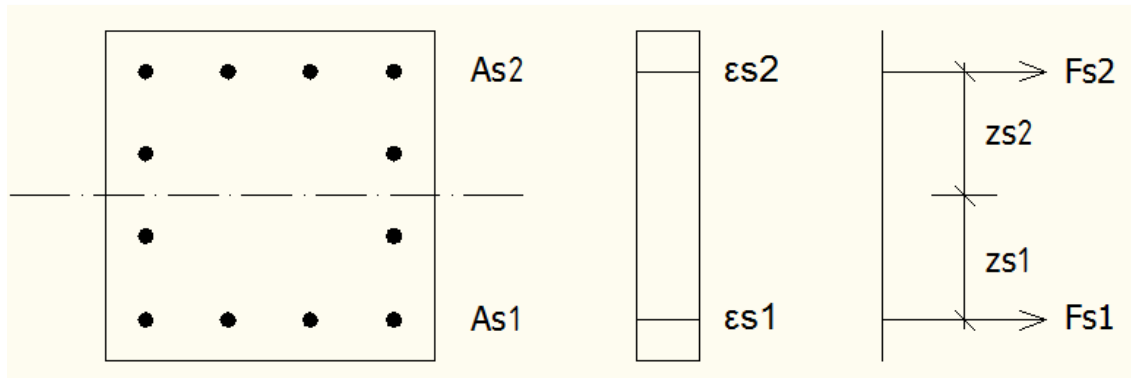
$$\varepsilon_{s2} = \frac{\varepsilon_{cu}}{x} (x - d_2) = \frac{0,0035}{116,57} (116,57 - 49) = 0,00203$$

$$\sigma_{s2} = E_s * \varepsilon_{s2} = 200 * 10^3 * 0,00203 = 406 \text{ MPa} \leq 434,8 \text{ MPa} \Rightarrow \sigma_{s2} = 434,8 \text{ MPa}$$

### Síla moment únosnosti

$$N_{Rd,3} = 0 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} M_{Rd,3} &= F_c * z_c + F_{s1} * z_{s1} + F_{s2} * z_{s2} = \\ &= 0,8x * b * f_{cd} * z_c + A_{s1} * f_{yd} * z_{s1} + A_{s2} * \sigma_{s2} * z_{s2} = \\ &= 0,8 * 116,57 * 400 * 20 * 113,372 + 1527 * 434,8 * 151 + 1527 * 434,8 * 151 = 285,09 \text{ kNm} \end{aligned}$$

**Bod 4 – dostředný tah**

Obr. č. 5.16 – Dostředný tah (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

$$\varepsilon_{s1} = \varepsilon_{s2} = 0,0021725$$

$$\sigma_{s1} = \sigma_{s2} = f_{yd} = 434,8 \text{ MPa}$$

**Síla a moment únosnosti (beton se v tahu nepočítá)**

$$M_{Rd,4} = 0 \text{ kNm}$$

$$N_{Rd,4} = -F_{s1} - F_{s2} = A_{s1} * f_{s1} + A_{s2} * f_{s2} = 1327,88 \text{ kN}$$

**Omezení interakčního diagramu****Výstřednost**

$$e_{0,\min} = 20 \text{ mm}$$

$$e_0 = \frac{h}{30} = 13,33 \text{ mm} \Rightarrow e_0 = 20 \text{ mm}$$

**Moment výstřednosti**

$$M_0 = N_{Rd,0} * e = 4421,6 * 0,02 = 88,432 \text{ kNm}$$

$$N_{EN} = 3850,8 \text{ kN}$$

**Příklad z diagramu**

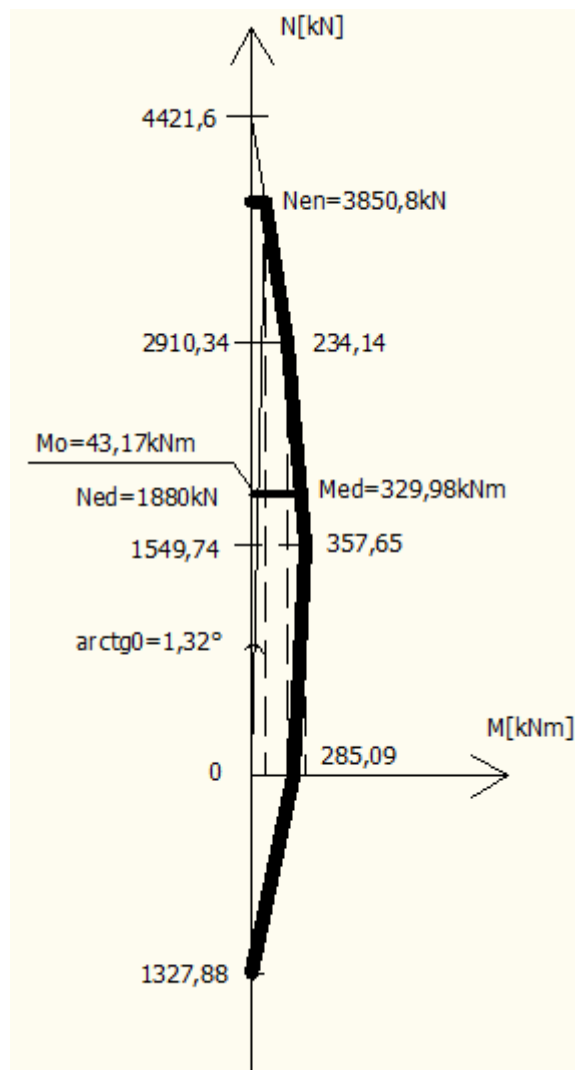
Pro  $N_{ed} = 1880\text{kN}$  je:

$$M_{ed} = 329,98\text{kNm}$$

$$M_0 = 43,17\text{kNm}$$

$$\arctg e_0 = 1,32^\circ$$

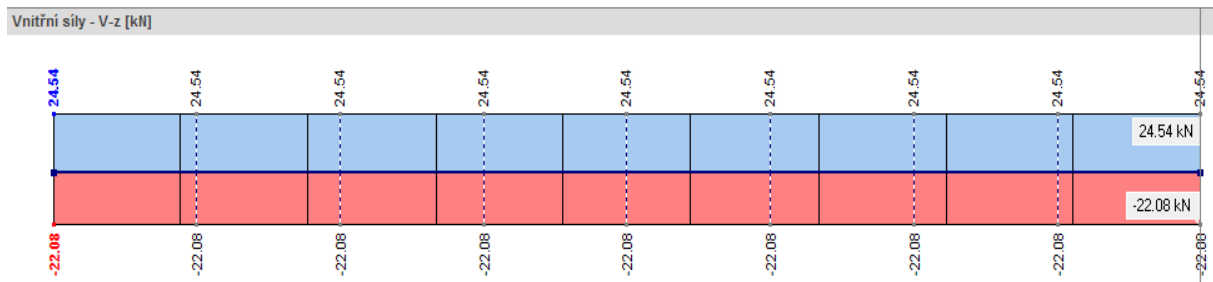
Úhly mezi jednotlivými body svírají úhly menší než  $180^\circ$



Obr. č. 5.17 – Diagram pro vnitřní sloup (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

## 5.5 Návrh železobetonové základové patky

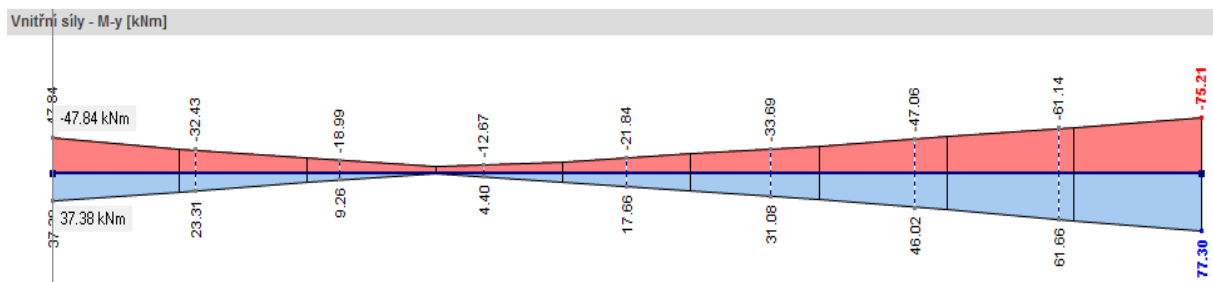
$$V_{ed} = 24,54 \text{ kN}$$



Obr. č. 5.18 - Posouvající síla (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Dlubal RFEM)

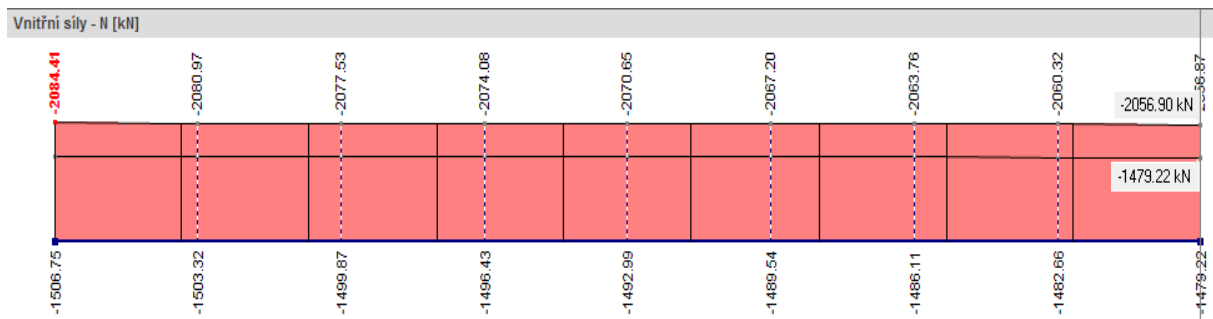
$$M_{ed} = M_{ed,o} = 75,21 \text{ kNm}$$

$$M_{ed,1} = 77,30 \text{ kNm}$$



Obr. č. 5.19 – Ohybový moment (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Dlubal RFEM)

$$N_{ed} = 2084,41 \text{ kN}$$



Obr. č. 5.20 – Normálová síla (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Dlubal RFEM)

Základová půda G3-GF

Výpočtová únosnost:  $R_d = 700kPa$

### Materiálové charakteristiky

beton: C25/30

$$f_{ck} = 25MPa$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,667MPa$$

ocel: B 500 B

$$f_{yk} = 500MPa$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{Mo}} = \frac{500}{1,15} = 434,8MPa$$

### Návrh rozměrů patky

Odhad vlastní tíhy patky:  $N_{G0} \approx 0,1 * N_{ed} = 208,441kN$

Excentricita zatížení při odhadované výšce základové patky 1m:

$$e = \frac{M}{N} = \frac{M_{ed,0} + V_{ed} * h}{N_{ed} + N_{G0}} = \frac{75,21 - 24,54 * 1,0}{2084,41 + 208,441} = 0,02209 = 22,09mm$$

Požadovaná efektivní plocha základu:

$$A_{ef,req} = \frac{N}{R_d} = \frac{2084,41 + 208,441}{700} = 3,28m^2$$

Půdorysné rozměry patky:

$$A_{ef} = (b - 2e)b$$

$$b_{min} = e + \sqrt{e^2 + A_{ef,req}}$$

$$b_{min} = \sqrt{3,28} = 1,811m$$

**Návrh půdorysných rozměrů patky: 1,9 x 1,9m**

Plocha základu:  $A = b * l = 1,9 * 1,9 = 3,61m^2$

Vyložení patky:  $a = \frac{b - b_s}{2} = \frac{1,9 - 0,4}{2} = 0,75m$

### Návrh výšky patky

$h \approx tg 45^0 * a = tg 45^0 * 0,75 = 0,75m$

### Návrh výšky patky: 0,8m

### Posouzení základové patky

Skutečná vlastní tíha patky:  $N_{G0} = 1,35 * 1,9^2 * 0,8 * 25 = 97,47kN$

Posouzení únosnosti základové půdy:

$$\sigma_d = \frac{N}{A_{ef}} = \frac{2084,41 + 97,47}{3,61} = 604,40 \leq R_d = 700kPa \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Posouzení únosnosti základové patky (ohyb):

Délka konzoly:  $l_k = a + 0,15 * b_s = 0,75 + 0,15 * 0,4 = 0,81m$

Napětí v základové spáře vyvolávající ohyb konzoly základové patky:

$$\sigma_{gd} = \frac{N_{ed}}{A_{ef}} = \frac{N_{ed}}{A} = \frac{2084,41}{3,61} = 577,40kPa = 577,40kN / m^2$$

### Návrh výztuže

#### Vyložení patky I

$l = (1,9 - 0,4) / 2 = 0,75m$

#### Vlastní tíha patky

$G_p = (1,9 * 1,9 * 0,8 * 25) * 1,35 = 97,47kN$



**Předběžný návrh výztuže R16 mm**

Krytí 50mm

**Účinná délka**

$$d = h - c - \frac{r}{2} = 0,8 - 0,05 - 0,016/2 = 0,742m$$

**Výpočet momentu (ekvivalent konzoly)**

$$M_{Ed,max} = 1/2 * \sigma_d * l^2 = 1/2 * 604,40 * 0,75^2 = 169,99kNm$$

**Poměrný ohybový moment**

$$\mu = \frac{M_{Ed,max}}{d^2 * fcd} = \frac{169,99 * 10^3}{742^2 * 16,667} = 0,019 \Rightarrow \xi = 0,991; \zeta = 0,023$$

**Potřebná plocha výztuže**

$$A_{s,req} = \frac{M_{Ed,max}}{\zeta * d * fyd} = \frac{169,99 * 10^3}{0,991 * 742 * 434,8} = 531,69mm^2$$

**Minimální plocha výztuže**

$$A_{s,min} = 0,0013 * b * d = 0,0013 * 1000 * 742 = 964,6mm^2$$

**Navržená výztuž**

8xR14/m

$$A_s = 1232mm^2$$

**Kotvení a stykování výztuže****Patka**

Kotevní délka

$$l_{bd} = 36 * R = 36 * 14 = 504mm$$

**Přesahová délka**

$$l_{bd,presah} = 36 * R * 1,5 = 756mm$$

Návrh celkové délky: 800mm

**Sloup**

Kotevní délka

$$l_{bd} = 36 * r = 36 * 18 = 648mm$$

**Přesahová délka**

$$l_{bd,presah} = 36 * R * 1,5 = 972mm$$

Návrh celkové délky: 1000mm

**Návrh třmíneků**

$$D_{sw} = 8mm$$

Vzdálenost třmíneků  $s_1 = \min(15 * D; h; b; 300) = (15 * 18; 400; 400; 300) = 270mm$

Zhuštění třmíneků  $s_2 = 0,6 * 270 = 162mm$

## 6. Stavebně – fyzikální požadavky

### 6.1 Stavební akustika (zvuk)

Stavební akustika se zabývá studiem a aplikací poznatků o šíření zvuku z hlediska zvukové izolace. Jde o ochranu vnitřního prostředí budov před vnějším nebo cizím hlukem. Akustika stavebních konstrukcí sleduje zejména akustické vlastnosti stavebních materiálů a konstrukcí.

#### 6.1.1 Zvuk šířící se v objektech muzeí

V muzeích je nutno rozlišovat hluk způsobený zdroji mimo budovu (venkovní hluk) a hluk způsobený zdroji uvnitř budovy. Ochrana objektu před venkovním hlukem spočívá ve zvyšování zvukově izolačních vlastností obvodové konstrukce budovy, zejména především oken jakožto nejslabšího prvku obvodového pláště. Řešením ochrany mého návrhu muzea před venkovním hlukem z hlediska použitého materiálu na obvodový plášť a okna se zabývám v kapitole 6.1.4.

Zvuk, který má zdroj uvnitř budovy, lze dělit dvojím způsobem:

- 1) zvuk šířený vzduchem
- 2) zvuk šířený konstrukcí
  - a) definovatelný zvuk
  - b) nedefinovatelný zvuk

#### 6.1.2 Zvuk šířený vzduchem

Zvuk, který se v budovách muzeí šíří vzduchem je hlasitý hovor velkého počtu osob, reprodukováné informace, které jsou podávány návštěvníkům muzea apod. Zvuk je zdrojem (v tomto případě např. lidmi) vypouštěn (vyzařován) do vzduchu. Vyzařováním zvuku do vzduchu se vytvoří pole přímých a pole odražených vln.

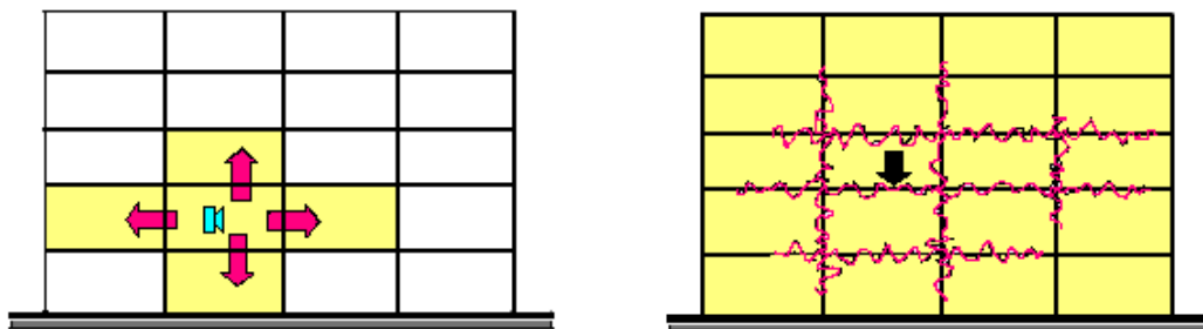
V případě průchodu zvuku dělicí konstrukcí (příčkou, stropem apod.) do vedlejší místnosti se jeho intenzita sníží. Kdybychom označili hladinu akustického tlaku v poli odražených vln v místnosti zdroje (místnost, ze které je zvuk vyslán)  $L_1 [dB]$  a hladina akustického tlaku ve vedlejší přijímací místnosti  $L_2 [dB]$ , pak na rozdíl hladin  $D = L_1 - L_2 [dB]$  budou mít konečný vliv zvukově izolační vlastnosti dané dělicí konstrukce, která je charakterizovaná činitelem průzvučnosti  $\tau [-]$ , ale samozřejmě se uplatní i plocha  $S [m^2]$  dělicí konstrukce a celková pohltivost  $A_2 [m^2]$  místnosti, ve které je zvuk přijímán. Při vyhodnocování izolace proti zvuku, který se šíří vzduchem, se používá veličina neprůzvučnost  $R [dB]$ .

$$R = 10 \log \frac{1}{\tau}$$

Problematika dělicích konstrukcí pro zamezení šíření hluku mezi jednotlivými místnostmi (výstavními prostory) muzea je řešena v kapitole 6.1.4 viz níže. V této kapitole je ukázka mnou použitého materiálu příčkovek.

### 6.1.3 Zvuk šířený konstrukcí muzea

Pohyb pružného tělesa nebo prostředí se vyznačuje vibracemi, jehož částice kmitají. Od zvuku, který se šířil vzduchem, se liší v tom, že vibrace jsou přenášeny na člověka především z pevných konstrukcí. Chvěním jsou označovány vibrace, při kterých částice kmitají v rozsahu slyšitelných kmitočtů tj. 16 až 16000 Hz. Pevné konstrukce, které se chvějí, způsobují tak i chvění vzduchu ve svém okolí a stávají se tedy zdrojem zvuku.



Obr. č. 6.1 – a) zvuk šířený vzduchem – pouze do sousední místnosti, v tomto případě rozhoduje neprůzvučnost

b) zvuk šířený konstrukcí – i do vzdálených místností, pružně uložit zdroj

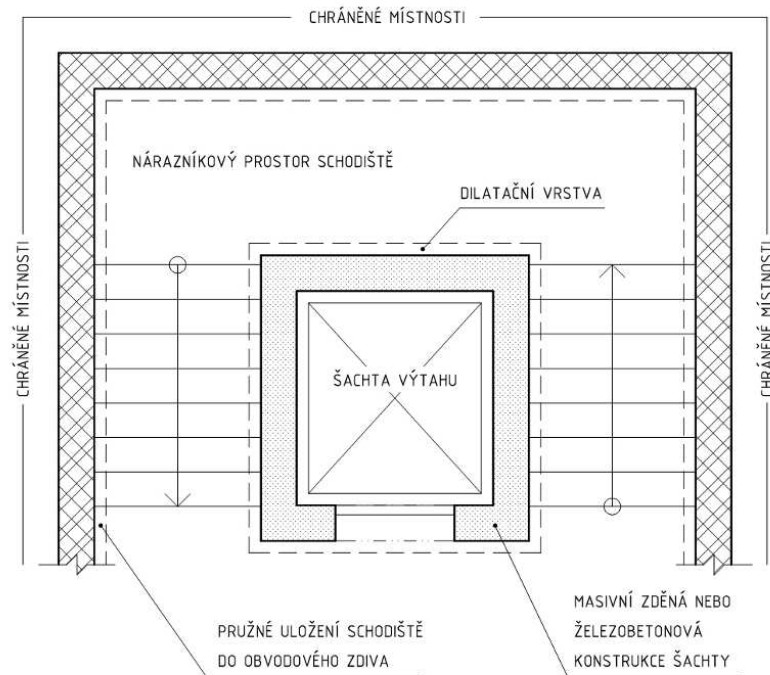
(zdroj: [www.izolace.cz](http://www.izolace.cz))

Při porovnání obou typů šíření zvuku (vzduchem nebo konstrukcí) vidíme, podle obr. 6.1 viz výše, že se jedná o zcela jinou mechaniku vzniku a šíření zvuku v budovách.

Zdrojem zvuku šířeného konstrukcí může v objektech muzeí být např. výtahový stroj. Chvění stroje při pohybu se přenáší přes jeho kotvení do podlahy, nosnou konstrukcí stropu a svislými konstrukcemi (sloupy, stěnami) šířeno dále po budově.

Vzhledem k tomu, že v mnou navrženém objektu muzea mám výtahové šachty umístěné mezi schodišťovými rameny, rozhodl jsem se proto zamezit šíření zvuku konstrukcí od výtahových šachet tím, že schodiště, která obíhají výtahové šachty, budou uložena pružně do železobetonových monolitických stěn a mezi výtahovými šachtami a schodišťovými rameny s podestami bude provedena dilatační spára.

Pružné uložení schodiště bude provedeno tím způsobem, že do železobetonových stěn, do kterých jsou schodišťové stupně uloženy, bude vložena akustická izolace, které bude eliminovat přednos vlnění a zvuku do nosné konstrukce objektu. Podestová deska schodišťového ramene se v tomto případě neukládá po celém svém obvodu, ale je uložena formou svých výčnělků do kapes. Schéma provedení je znázorněno na obr. č. 6.2.



Obr. č. 6.2 – Schéma pružně uloženého schodiště (zdroj: Časopis stavebnictví, Ing. Zuzana Kolářová, VUT Brno)

#### 6.1.4 Požadavky za zvukovou izolaci

Nejnižší požadované hodnoty vážené stavební neprůzvučnosti  $R_w$  [dB] a nejvyšší přípustné hodnoty vážené hladiny kročejového zvuku  $L_{nw}$  [dB] jsou stanoveny normou, v závislosti na daném účelu obou místností, které posuzovaná konstrukce odděluje. Když budou dodrženy hodnoty zvukové izolace, mělo by se vyloučit vzájemné rušení hlukem mezi místnostmi.

Z důvodu toho, že v tabulce 6.1 viz níže, nejsou uvedeny hodnoty pro muzeum, směřoval jsem tedy požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi na hodnoty pro výukové prostory. V tabulce označeno v červeném rámečku.

Chráněný prostor (přijímací)					
Položka	Hlučný prostor (vysílací)	Požadavky na zvukovou izolaci			
		Stropy		Stěny	Dveře
		$R'_{w,D_{nT,w}}$ dB	$L'_{n,w}$ dB	$R'_{w,D_{nT,w}}$ dB	$R_w$ dB
D. Hotely a ubytovací zařízení – Ložnicový prostor, pokoje hostů					
11	Pokoje jiných hostů	52	58	47	42
12	Veřejně užívané prostory (chodby, schodiště)	52	58	47	32
13	Restaurace, společenské prostory a služby s provozem do 22.00 h	57	53	57	-
14	Restaurace s provozem i po 22.00 h ( $L_{A,max} \leq 85$ dB)	62	48	62	-
E. Nemocnice, sanatoria a pod. - Lůžkové pokoje, vyšetřovny, operační sály, pokoje lékařů					
15	Lůžkové pokoje, vyšetřovny apod.	52	63	47	32
16	Prostory vedlejší a pomocné (chodby, schodiště apod.)	52	58	47	27
17	Hlučné prostory (kuchyně, technická zařízení) $L_{A,max} \leq 85$ dB	62	48	62	
6. Školy a pod. - Výukové prostory					
18	Výukové prostory	52	63	47	37
19	Veřejně užívané prostory, chodby, schodiště	52	63	42	27
20	Hlučné prostory (tělocvičny, dílny, jídelny) $L_{A,max} \leq 85$ dB	55	48	52	
21	Velmi hlučné prostory (hudební učebny, dílny) $L_{A,max} \leq 90$ dB	60	48	57	
F. Kanceláře a pracovny					
22	Kanceláře a pracovny	52	63	37	22
23	Pracovny se zvýšenými nároky na ochranu před hlukem	52	63	47	32

Tab. 6.1 – Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi (zdroj: kps.fsv.cvut.cz)

Pro zamezení pronikání příliš velkého hluku mezi velkým výstavním prostorem, kde se shromažďuje většina návštěvníků muzea a malými výstavními prostory, kde mohou probíhat přednášky, nebo výklady k vystavovaným exponátům je v mém návrhu zamezeno použitými příčkovými tvárnici. Pro vnitřní dělení prostoru jsou použity liaporbetonové příčkové tvárnice TP 12-L a TP 7-L.

- příčkovky TP 12-L (mezi místnostmi) – stanovená zvuková neprůzvučnost je 48 dB
- příčkovky TP 7-L (použity pouze mezi WC kabinkami) – stanovená zvuková neprůzvučnost je 44 dB

Kromě požadavků na zvukovou izolaci mezi místnostmi obsahuje norma i požadavky na zvukově izolační vlastnosti obvodových plášťů budov v závislosti na  $L_{Aeq}$  [dB] hluku dopravy venkovním chráněném prostoru budovy.

Požadovaná zvuková izolace obvodového pláště v $R'_{w}$ , dB *) nebo $D_{nT,w}$ , dB *)							
Ekvivalentní hladina akustického tlaku 2 m před fasádou $L_{A,eq,2m}$ , dB **)							
Noc: 22.00 h až 06.00 h	≤ 40	41 až 45	46 až 50	51 až 55	56 až 60	61 až 65	66 až 70
Den: 06.00 h až 22.00 h	≤ 50	51 až 55	56 až 60	61 až 65	66 až 70	71 až 75	76 až 80
1. Lůžkové pokoje, speciální vyšetřovny a operační sály ve zdravotnických zařízeních							
	30	30	33	38	43	48	-
2. Obytné místnosti bytů, pokoje hostů v ubytovacích zařízeních, pobytové místnosti dětských zařízení, přednáškové síně, výukové prostory, čítárny, lékařské ordinace							
	30	30	30	33	38	43	48
3. Společenské a jednací místnosti, kanceláře a pracovny							
			30	30	33	38	43
*) Jednočíselné veličiny vážené podle ČSN EN ISO 717-1, odvozené z veličin v třetinooktávních pásmech definovaných v ČSN EN ISO 140-5.							
**) Ekvivalentní hladina akustického tlaku A určená 2 m před fasádou s přihlédnutím k 6.6.3 ČSN EN ISO 140-5, zaokrouhlená na celé číslo <sup>1)</sup> ).							

Tab. 6.2 – Požadavky na zvukovou izolaci obvodových plášťů budov (zdroj: kps.fsv.cvut.cz)

Ve svém návrhu objektu muzea jsem na fasádu použil kombinaci vyzdívané a prosklené fasády. Samozřejmě jsem se danou problematikou, při výběru materiálů na provedení obvodové konstrukce i oken, zabýval.

Níže jsou uvedeny ukázky mnou použitých materiálů obvodového pláště a oken:

- na vyzdívanou část obvodového pláště jsou použity tvárnice LIVETHERM TOL + N Z400/Lep198 – stanovená zvuková neprůzvučnost je 53 dB
- na prosklenou fasádu je použit systém VISS TVS (SVISLÁ) – stanovená zvuková neprůzvučnost je 47 dB
- na střešní světlík je použit taktéž systém VISS TVS (ŠIKMÁ) – stanovená zvuková neprůzvučnost je 47 dB
- na okna a dveře je použit systém Janisol HI, jedná se o hliníková okna a dveře – stanovená zvuková neprůzvučnost je u oken 46 dB a u dveří 45dB.



## **6.2 Stavební světelná technika (denní světlo)**

### 6.2.1 Vymezení pojmu denní osvětlení

Při posuzování proslunění místnosti jde o přístup přímého slunečního záření, které kromě světla obsahuje i ultrafialovou a infračervenou složku a vyznačuje se proto svým baktericidním a tepelným účinkem. Pro návštěvníky muzeí a jejich zrakovou pohodu má přímé sluneční záření spíše negativní význam, protože vytváří vysoké kontrasty jasů mezi osluněnými a neosluněnými povrchy. Dále může být též zdrojem oslnění přímého nebo odrazem od lesklých ploch, kterých je v budovách muzeí dostatečně.

Samozřejmě v objektech jako jsou výstavní sály, muzea apod. je cílem návrhu denního osvětlení zjednat do místnosti přístup světla, které je rozptýleno v atmosféře, a vytvořit tak zrakovou pohodu pro návštěvníky muzeí. To znamená vytvořit vhodné světelné podmínky. K posouzení dané problematiky se nejčastěji využívá model zatažené oblohy v zimě, který charakterizuje samozřejmě nejméně příznivé podmínky, které mohou nastat během celého roku. Model výše zmíněné zatažené oblohy v zimě je nezávislý na světových stranách, protože zdroj světla (slunce) je zcela skryto za mraky a obloha působí jako plošný zdroj světla, jehož jas se mění jen s výškou nad horizontem. Návrh vhodného denního osvětlení není jen závislý na velikosti zvoleného okenního otvoru, ale souvisí i s proporcemi navrhované místnosti, se vzájemnými odstupy mezi budovami a s výškovou úrovní okolní zástavby.

### 6.2.2 Význam denního osvětlení a základní požadavky na jeho navrhování

Většinu aktivit, které člověk v muzeích provozuje, je spojena s vykonáváním zrakové práce nebo alespoň s potřebou získávat zrakové informace. O zrakové pohodě člověka v interiéru muzea rozhoduje množství světla v daném interiéru, jeho prostorové rozdělení, spektrální složení a světelné poměry v zorném poli.

Existují tři důvody, proč se dává přednost osvětlení denním světlem před osvětlením umělým:

- zdravotní
- ekonomický
- ekologický

Denní světlo je pro člověka nenahraditelné a to z důvodu toho, že je důležitou fyziologickou a psychologickou potřebou lidského organismu. Člověk i mnoho dalších živočišných druhů se vyvíjeli po mnoho miliónů let v podmínkách denního světla a střídání dne a noci. Proto je člověk dennímu světlu skvěle přizpůsoben. I přes značný technický pokrok umělého osvětlení je stále pro člověka denní osvětlení příznivější a rozdíly v účincích obou osvětlení jsou mnohostranné.

V objektech muzeí a hlavně u jejich novostaveb by mělo být denní osvětlení a jeho přístup do budovy navržen s velkou pečlivostí. Důraz musí být kladen především na příjemné vnitřní prostředí, aby se návštěvníci těchto prostor cítili příjemně, ale také se navrhuje dostatečné denní osvětlení z důvodu nákladů a ušetření elektrické energie.

### 6.2.3 Kritéria a limity denního osvětlení

O světelném stavu interiéru muzejních prostor a o působení světla na člověka a jeho oči nerozhoduje jen množství světla, ale i další důležité okolnosti (rozložení světla v prostoru, dynamika změn světla v čase atd.). Proto stavební světelná technika nevystačí jen s kvantitativními kritérii, ale je třeba při hodnocení daného prostoru v objektu vzít v úvahu i kvalitativní kritéria.

K nejobtížnějším problémům při navrhování denního osvětlení v muzejních patří fakt, že je nutno docílit zrakové pohody za různých podmínek venkovního osvětlení. Návrh osvětlení musí být takový, aby bylo docíleno zrakové pohody při zatažené, jasné obloze, polojasné obloze a při přímém slunečním světle. Z toho vyplývá, že k zajištění zrakové pohody v interiéru se nedocílí pouze umožněním dostatečného množství světla, ale světelný stav musí splňovat i určitou kvalitu.

Kvalitativními kritérii jsou:

- rovnoměrnost denního osvětlení
- rozložení světelného toku
- rozložení jasu ploch v zorném poli
- zábrana oslnění
- barevné řešení interiéru

Kvantitativním kritériem světelného stavu vnitřního prostředí charakterizujícím úroveň denního osvětlení je činitel denní osvětlenosti  $D[\%]$ . Obvykle se jeho hodnota stanovuje při nejméně příznivém stavu venkovního osvětlení – to znamená při zatažené obloze v zimním období.

#### 6.2.4 Osvětlovací systémy

K dostatečnému dennímu osvětlení vnitřních prostor muzeí vede správný návrh a velikost osvětlovacích otvorů (oken, světlíků), které jsou samozřejmě zdrojem denního světla dodávaného do interiéru muzea. Na dostatečné osvětlení vnitřních prostor objektu má vliv i samotná dispozice daného interiéru. Musí být navržena v návaznosti právě s výše zmíněnými osvětlovacími otvory, aby bylo zajištěno dostatečné osvětlení co největšího prostoru.

Osvětlovací systém je tvořen umístěním osvětlovacích otvorů ve vztahu k prostoru, který má být osvětlen. Jsou-li osvětlovací otvory (okna) situovány ve svislém obvodovém plášti objektu, hovoříme pak o bočním osvětlení, které může být jednostranné, dvoustranné i vícestranné, to závisí na tom, v kolika obvodových stěnách osvětlovaného prostoru se okna nacházejí. Jsou-li v objektech muzeí umístěny osvětlovací otvory (např. světlíky), jedná se o horní osvětlení. Samozřejmě kombinovaný osvětlovací systém vzniká sloučením bočního a horního osvětlovacího systému. Takzvané druhotné osvětlení nastává v případě, pokud je prostor osvětlen světlem, které přichází zprostředkovaně přes jiný osvětlovaný vnitřní prostor.

Interiér nebo prostor, který nelze dostatečně osvětlit denním světlem, je možno přisvětlovat i v denní době navrženým umělým světlem. Takový osvětlovací systém se nazývá sdružený.

### 6.2.5 Požadované hodnoty činitele denní osvětlenosti

Požadavky na hodnoty činitele denní osvětlenosti udává tabulka č. 6.3 viz níže, která je převzata z ČSN 730 580-1. Minimální hodnoty činitele denní osvětlenosti  $D_{min}$  [%] by měly být splněny ve všech kontrolních bodech interiéru muzea nebo alespoň funkčně vymezené části. U vnitřních prostorů s horním a kombinovaným osvětlovacím systémem, musí být splněna i průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti  $D_m$  [%]. Tím se zajistí i přiměřené rovnoměrnost osvětlení v prostorech. Průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti se určí jako aritmetický průměr hodnot činitele denní osvětlenosti v kontrolních bodech dané zvolené sítě na vodorovné pracovní rovině v celém rozsahu vnitřního prostoru nebo jeho funkčně vymezené části.

Třída zrakové činnosti	Charakteristika zrakové činnosti	Poměrná pozorovací vzdálenost	Příklady zrakových činností	Požadovaná hodnota minimální $D_{min}$ [%]	Požadovaná hodnota průměrná $D_m$ [%]
I.	Mimořádně přesná	3330 a větší	Nejpřesnější zraková činnost s omezenou možností použití zvětšení, s požadavkem na vyloučení chyb v rozlišení, nejobtížnější kontrola	3,5	10
II.	Velmi přesná	1670 až 3330	Velmi přesné činnosti při výrobě a kontrole, velmi přesné rýsování, ruční rytí s velmi malými detaily, velmi jemné umělecké práce	2,5	7
III.	přesná	1000-1670	Přesná výroba a kontrola, rýsování, technické kreslení, obtížné laboratorní práce	2,0	6
IV.	<b>Středně přesná</b>	<b>500-1000</b>	<b>Středně přesná výroba a kontrola, čtení psaní (rukou i strojem), obsluha strojů, běžné laboratorní práce, vyšefění, ošefění, hrubší šití, pletení, žehlení, příprava jídel, závodní sport</b>	<b>1,5</b>	<b>5</b>
V.	hrubší	100-500	Hrubší práce, manipulace s předměty a materiálem, konzumace jídla a obsluha, oddechové činnosti, základní a rekreační tělovýchova, čekání	1,0	3
VI.	Velmi hrubá	Menší než 100	Udržování čistoty, sprchování mytí, převlékání, chůze po komunikacích přístupných veřejnosti	0,5	2
VII.	Celková orientace	-	Chůze, doprava materiálu, skladování hrubého materiálu, celkový dohled	0,25	1

Tab. 6.3 – Požadované hodnoty činitele denní osvětlenosti podle ČSN 730580-1 (zdroj: [www.ctislav.wz.cz](http://www.ctislav.wz.cz))

### 6.2.6 Denní osvětlení muzejních prostor

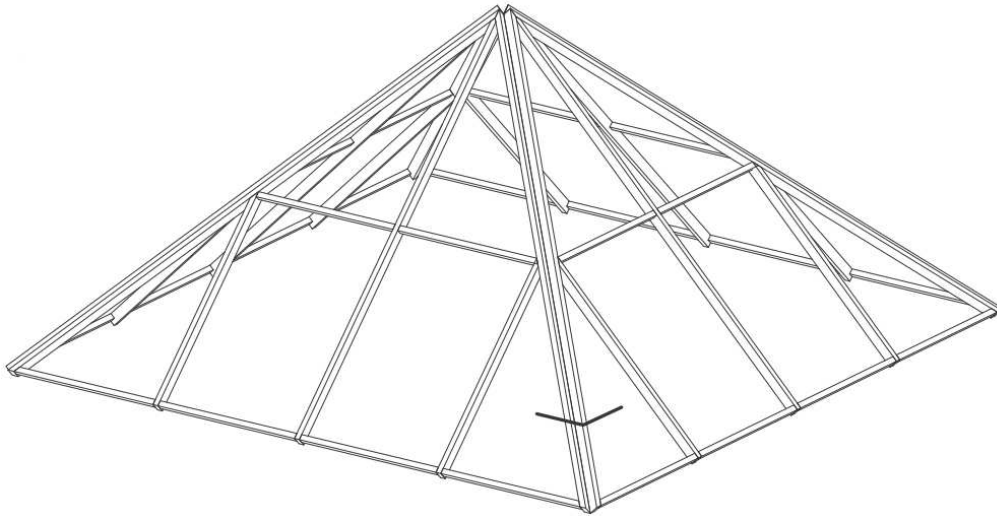
V muzejních prostorech se musí dbát na denním osvětlení daleko více než u budov jiného typu. Důvodem je to, že častými návštěvníky těchto prostor jsou děti a ty mají nižší světelnou citlivost zraku.

Ve svém návrhu jsem proto zvolil kombinovaný osvětlovací systém a to boční (prosklená fasáda, okenní otvory) a horní pomocí velkého světlíku ve střeše objektu muzea. Prosklená fasáda byla navržena z důvodu získání co největší skleněné plochy bez okenních pilířků, které by zabraňovaly pronikání většího množství denního světla. Samozřejmě v případě velkého množství slunečního záření převážně v letním období je navrženo a instalováno zařízení pro regulaci přístupu světla a slunečního záření (rolety a slunolamy). V zimním období, kdy je po většinu dne v exteriéru šero a zatažená obloha, bude objekt muzea vybaven dostatečným počtem umělého osvětlení (zářivkami apod.).

Horní osvětlovací systém (světlík) jsem ve své návrhu zvolil z několika důvodů, především to bylo samozřejmě získání co největšího množství denního osvětlení, ale dalším podnětem pro umístění světlíku byl pro mě celkový vzhled muzea. Architektonický prvek, jako je světlík dodal jak interiéru, tak exteriéru zajímavý estetický náboj.

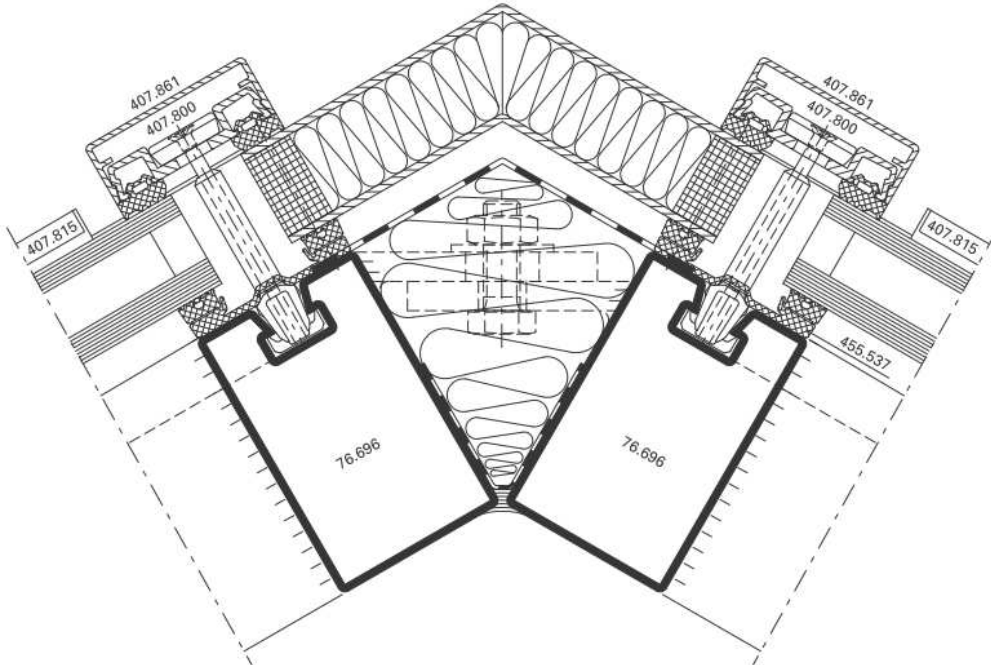
Z technického hlediska bude nosná konstrukce světlíku provedena z ocelových svařovaných profilů. Pro přerušení tepelného mostu se do konstrukce umísťují plastové izolační spony. Pro kompletaci světlíku budou použity výplně v tl. 6 - 70mm (tloušťka výplně by byla stanovená v projektové dokumentaci).

Pro svůj návrh jsem vybral tento tvar světlíku:

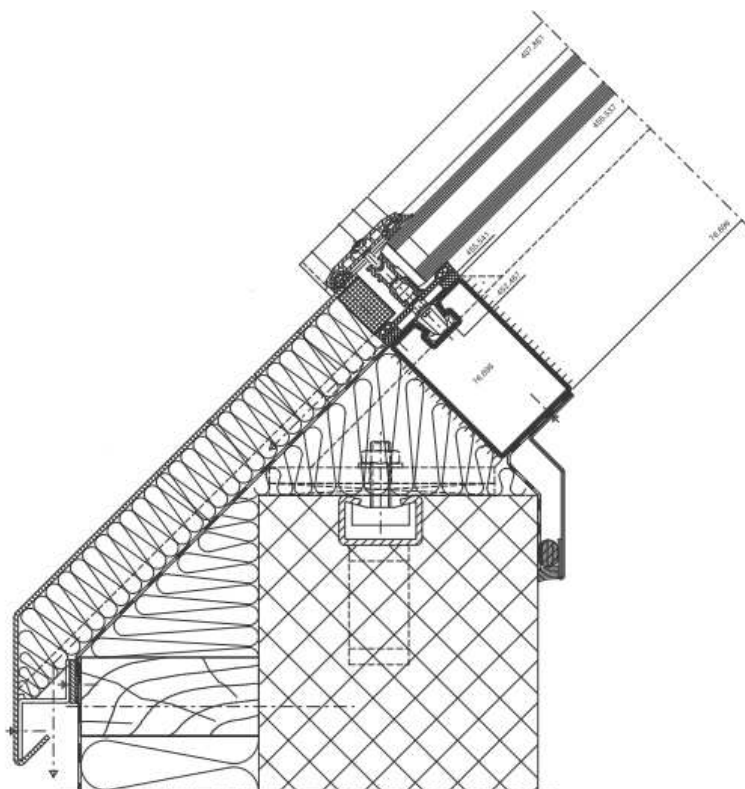


Obr. č. 6.3 – Tvar světlíku (zdroj: firma JANSEN, [www.jansencz.cz](http://www.jansencz.cz))

Na obr. č. 6.4 je zobrazen detail způsobu napojení ocelových prvků a hliníkových lišt v rohu světlíku, místo, kterého se detail týká, je zobrazeno na obr. č. 6.3 výraznější čarou. Na obr. č. 6.5 je ukázka způsobu kotvení světlíku k atice popřípadě nadezdívce na ploché střeše.



Obr. č. 6.4 – Detail provedení napojení ocelových prvků a hliníkových lišt v rohu světlíku (zdroj: firma JANSEN, [www.jansencz.cz](http://www.jansencz.cz))



Obr. č. 6.5 – Detail způsobu kotvení světlíku k atice popř. nadezdívce na ploché střeše (zdroj: firma JANSEN, [www.jansencz.cz](http://www.jansencz.cz))

## 6.3 Teplota a vlhkost v muzeích

### 6.3.1 Součinitel prostupu tepla a jeho požadavky

Jedním z hlavních požadavků na tento součinitel je, aby byla zajištěna v objektech muzea ochrana zdraví návštěvníků a zaměstnanců, zdravé životní podmínky, životní prostředí a vhodné klima pro vzácné exponáty umístěná v budovách tohoto typu.

Veškeré konstrukce muzea, které je vytápěno a klimatizováno musí mít v prostorách s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu  $\varphi_i \leq 60\%$  součinitel prostupu tepla označovaný písmenem U, ve  $W/(m^2 \cdot K)$ , takový, aby splňoval podmínku:

$$U \leq U_N$$

kde  $U_N$  je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla, ve  $W/(m^2 \cdot K)$ . Požadovaná a doporučená hodnota  $U_N$  se stanoví:

- a) pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou  $\theta_{im} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  a pro všechny navrhované venkovní teploty viz tab. 6.5.
- b) pro ostatní budovy, které mají odlišnou návrhovou vnitřní teplotu, se vypočítá ze vztahu:

$$U_N = U_{N,20} * e_1 * \frac{35}{\Delta\theta_{ie}}$$

Nad problematikou vnitřní teploty u muzeí jsem se delší dobu pozastavil, protože výpočtová teplota výstavních sálů a depozitářů se udává  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ . Na druhou stranu objekt muzea není jen budova, tvořena depozitářem, který má zajistit vhodné klimatické podmínky pro vzácné exponáty, ale dalšími místnostmi (výstavní prostor, sociální a hygienické zázemí, kanceláře atd.), které navštěvují lidé a především děti, pro které  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  není příjemná teplota. Samozřejmě v dnešní době je spousta možností, jak teplotu v budovách a především místnostech regulovat pomocí klimatizace atd. V tomto případě mi šlo spíše jen o zamyšlení se nad výpočtovou hodnotou dané vnitřní teploty.

Proto jsem po nastudování mnoha publikací a normy ČSN EN 12831 došel k závěru, že muzeum se dá taktéž zařadit do skupiny budov s převažující vnitřní teplotou v rozmezí  $18^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}$ .



druh budovy, prostoru	Oblečení, zima clo	Činnost met	Kategorie vnitřního tepelného prostředí	Výsledná teplota, zima °C
Muzeum/galerie	1,0	1,6	A	17,5 – 20,5
			B	16,0 – 22,0
			C	15,0 – 23,0

Tab. 6.4 – Výsledná vnitřní teplota v muzeu dle ČSN EN 12831 (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Microsoft Office Excel 2007)

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla $U_{N,20}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace) Stěna vnější vytápěná (vnější vrstvy od vytápění)	0,30	0,20
Stěna vnější Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace) Střecha šikmá se sklonem nad 45°	lehká těžká	0,30 0,25
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině (s výjimkou případů podle poznámky 2)	0,45	0,30
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k částečně vytápěnému prostoru Strop a stěna vnější z částečně vytápěného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,50
Podlaha a stěna částečně vytápěného prostoru přilehlá k zemině (s výjimkou případů podle poznámky 2)	0,85	0,60
Stěna mezi sousedními budovami Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,05	0,70
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,30	0,90
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,2	1,45
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,7	1,80
Okno, dveře a jiná výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu) Jejich kovové rámy přitom musí mít $U_f \leq 2,0$ W/(m <sup>2</sup> ·K), ostatní rámy těchto výplň otvorů musí mít $U_f \leq 1,7$ W/(m <sup>2</sup> ·K).	1,7	1,2
Okno, dveře a jiná výplň otvoru ve stěně a strmé střeše, z vytápěného do částečně vytápěného prostoru nebo z částečně vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	3,5	2,3
Šikmé střešní okno, světlík a jiná šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu) Jejich kovové rámy přitom musí mít $U_f \leq 2,0$ W/(m <sup>2</sup> ·K), ostatní rámy těchto výplň otvorů musí mít $U_f \leq 1,7$ W/(m <sup>2</sup> ·K).	1,5	1,1
Šikmé střešní okno, světlík a jiná šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného do částečně vytápěného prostoru nebo z částečně vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	2,6	1,7
Lehký obvodový plášť, hodnocený jako smontovaná sestava včetně nosných prvků, s poměrnou plochou průsvitné výplně otvoru $f_w = A_w / A$ , v m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> , kde $A$ je celková plocha lehkého obvodového pláště (LOP), v m <sup>2</sup> , $A_w$ plocha průsvitné výplně otvoru včetně příslušných částí rámu v LOP, v m <sup>2</sup> . Rámy LOP by přitom měly mít $U_f \leq 2,0$ W/(m <sup>2</sup> ·K).	$f_w \leq 0,50$ $f_w > 0,50$	$0,3 + 1,4 \cdot f_w$ $0,2 + f_w$

Tab. 6.5 – Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla  $U_{N,20}$  pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou  $\theta_{im} = 20$  °C. (zdroj: Komentář k ČSN 73 0540)

Pro svůj návrh muzea jsem zvolil obvodový plášť vyzděný z tvárnic LIVETHERM TOL + N Z400/Lep198 v kombinaci s proskleným pláštěm. Tvárnice LIVETHERM jsem si zvolil z důvodu jejich velké pevnosti, vhodným tepelně izolačním vlastnostem a hlavně jsem se s nimi seznámil už při tvoření své bakalářské práce.

Níže jsou uvedeny příklady tepelně – technického posouzení mnou zvolených konstrukcí muzea.

### Obvodové zdivo BSK LIVETHERM

Číslo vrstvy	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Tepelný odpor
		d[m]	$\lambda$ [W/ m /K]	R[m <sup>2</sup> K/W ]
1	Silikonová venkovní omítka	0,02	0,7	0,021
2	Tepelně izolační obvodové zdivo Livetherm TOL + N Z400/Lep198 - P10	0,40	0,08	4,93
3	Vnitřní omítka	0,01	0,8	0,0125
			$\Sigma=$	<b>4,96</b>

Vztahy:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} [W / m^2 K]$$

$$R = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{\lambda_i} [m^2 K / W]$$

Vstupní hodnoty			
R <sub>si</sub> - Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu	pro svislé konstrukce	0,25	m <sup>2</sup> .K/W
	pro výplně otvorů	0,13	m <sup>2</sup> .K/W
	vodorovné - tepelný tok dolů	0,17	m <sup>2</sup> .K/W
	vodorovné - tepelný tok nahoru	0,10	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>se</sub> - Tepelný odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		0,04	m <sup>2</sup> .K/W

Posouzení		
U - Součinitel prostupu tepla	0,19	W/ m <sup>2</sup> K
UN,20 - Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla	0,3	W/ m <sup>2</sup> K
U<UN	<b>VYHOVUJE</b>	
UN,20 - Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla	0,25	W/ m <sup>2</sup> K
U<UN	<b>VYHOVUJE</b>	

Tab. 6.6 - Posouzení obvodového zdiva (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Microsoft Office Excel 2007)

## Plochá střecha – Skladba S8

Číslo vrstvy	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Tepelný odpor
		d[m]	$\lambda$ [W/ m /K]	R[m <sup>2</sup> K/W ]
1	2 x modifikovaný asfaltový pás	0,008	0,2	0,04
2	Tepelná izolace ROCKWOOL - MONROCK MAX E	0,24	0,039	6,15
3	Spádová vrstva z lehčeného betonu (KERAMZITBETON)	0,3	1,3	0,23
4	Parozábrana 1 x asf. pás s AI vložkou	0,004	0,2	0,02
5	Železobetonová deska	0,24	1,74	0,14
6	Podhled LiKOfon Saturn	0,015	0,05	0,3
			$\Sigma =$	<b>6,88</b>

Vztahy:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} [W / m^2 K]$$

$$R = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{\lambda_i} [m^2 K / W]$$

Vstupní hodnoty			
R <sub>si</sub> - Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu	pro svislé konstrukce	0,25	m <sup>2</sup> .K/W
	pro výplně otvorů	0,13	m <sup>2</sup> .K/W
	vodorovné - tepelný tok dolů	0,17	m <sup>2</sup> .K/W
	vodorovné - tepelný tok nahoru	0,10	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>se</sub> - Tepelný odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		0,04	m <sup>2</sup> .K/W

Posouzení		
U - Součinitel prostupu tepla	0,14	W/ m <sup>2</sup> K
UN,20 - Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla	0,24	W/ m <sup>2</sup> K
U<UN	<b>VYHOVUJE</b>	

UN,20 - Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla	0,16	W/ m <sup>2</sup> K
U<UN	<b>VYHOVUJE</b>	

Tab. 6.7 - Posouzení ploché střechy (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Microsoft Office Excel 2007)

## Plochá střecha – Skladba S9

Číslo vrstvy	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Tepelný odpor
		d[m]	$\lambda$ [W/ m /K]	R[m <sup>2</sup> K/W]
1	2 x modifikovaný asfaltový pás	0,008	0,2	0,04
2	Tepelná izolace ROCKWOOL - MONROCK MAX E	0,24	0,039	6,15
3	Spádová vrstva z lehčeného betonu (KERAMZITBETON)	0,05	1,3	0,038
4	Parozábrana 1 x asf. pás s AI vložkou	0,004	0,2	0,02
5	Železobetonová deska	0,24	1,74	0,14
6	Podhled LIKOfon Saturn	0,015	0,05	0,3
			$\Sigma =$	<b>6,69</b>

Vztahy:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} [W / m^2 K]$$

$$R = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{\lambda_i} [m^2 K / W]$$

Vstupní hodnoty			
R <sub>si</sub> - Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu	pro svislé konstrukce	0,25	m <sup>2</sup> .K/W
	pro výplně otvorů	0,13	m <sup>2</sup> .K/W
	vodorovné - tepelný tok dolů	0,17	m <sup>2</sup> .K/W
	vodorovné - tepelný tok nahoru	0,10	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>se</sub> - Tepelný odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		0,04	m <sup>2</sup> .K/W

Posouzení		
U - Součinitel prostupu tepla	0,15	W/ m <sup>2</sup> K
UN,20 - Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla	0,24	W/ m <sup>2</sup> K
U<UN	<b>VYHOVUJE</b>	

UN,20 - Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla	0,16	W/ m <sup>2</sup> K
U<UN	<b>VYHOVUJE</b>	

Tab. 6.8 - Posouzení ploché střechy v místě odtokového žlabu (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Microsoft Office Excel 2007)

**Podlaha – Skladba S1 – 1.NP (Výstavní prostor)**

Číslo vrstvy	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Tepelný odpor
		d[m]	$\lambda$ [W/ m /K]	R[m <sup>2</sup> K/W ]
1	Železobetonová podlaha	0,15	1,3	0,12
2	PE folie	-	-	-
3	Tepelná izolace ROCKWOOL - MEGAROCK	0,1	0,039	2,56
4	Hydroizolace + protiradonová izolace GLASTEK 40 + DEKABIT AL S40	0,008	0,2	0,04
5	Podkladní beton vyztužen ocel. sítí	0,2	1,58	0,13
6	Hutněné štěrkové lože	0,55	0,65	0,85
			$\Sigma=$	<b>3,70</b>

Vztahy:

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} [W / m^2 K]$$

$$R = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{\lambda_i} [m^2 K / W]$$

Vstupní hodnoty			
R <sub>si</sub> - Tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřním povrchu	pro svislé konstrukce	0,25	m <sup>2</sup> .K/W
	pro výplně otvorů	0,13	m <sup>2</sup> .K/W
	vodorovné - tepelný tok dolů	0,17	m <sup>2</sup> .K/W
	vodorovné - tepelný tok nahoru	0,10	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>se</sub> - Tepelný odpor při přestupu tepla na vnějším povrchu		0,04	m <sup>2</sup> .K/W



Posouzení		
U - Součinitel prostupu tepla	0,26	W/ m <sup>2</sup> K
UN,20 - Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla	0,45	W/ m <sup>2</sup> K
U<UN	<b>VYHOVUJE</b>	
UN,20 - Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla	0,3	W/ m <sup>2</sup> K
U<UN	<b>VYHOVUJE</b>	

Tab. 6.9 - Posouzení podlahy v 1.NP (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Microsoft Office Excel 2007)

- na prosklenou fasádu je použit systém VISS TVS (SVISLÁ) – součinitel prostupu tepla je stanoven výrobcem na 1,1 W/(m<sup>2</sup>\*K)
- na střešní světlík je použit také systém VISS TVS (ŠIKMÁ) – součinitel prostupu tepla je stanoven výrobcem na 1,1 W/(m<sup>2</sup>\*K)
- na okna a dveře je použit systém Janisol HI, jedná se o hliníková okna a dveře – součinitel prostupu tepla je u oken stanoven výrobcem až na 0,69 W/(m<sup>2</sup>\*K) a u dveří na 1,0 W/(m<sup>2</sup>\*K)

### 6.3.2 Pokles dotykové teploty podlahy

Pokles dotykové teploty podlahy  $\Delta\theta_{10}$ , ve °C, musí splňovat podmínku:

$$\Delta\theta_{10} \leq \Delta\theta_{10,N}$$

kde  $\Delta\theta_{10,N}$  je požadovaná hodnota poklesu dotykové podlahy ve °C, které se stanoví pomocí tabulky 6.10

Druh budovy a místnosti	Kategorie podlahy	Pokles dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{10,N}$ [°C]
Obytná budova: dětský pokoj, ložnice Občanská budova: dětská místnost jeslí, školky, pokoj intenzivní péče, pokoj nemocných dětí	I. Velmi teplé	do 3,8 včetně
Obytná budova: obývací pokoj, pracovna, předsíň sousedící s pokoji, kuchyň Občanská budova: operační sál, předsálí, ordinace, přípravná, vyšetřovna, služební místnost, chodba a předsíň nemocnice, pokoj dospělých nemocných, kancelář, rýsovna, kreslárna, pracovna, tělocvična, učebna, kabinet, laboratoř, restaurační místnost, kino, divadlo, hotelový pokoj Výrobní budova: trvalé pracovní místo při sedavé práci	II. Teplé	do 5,5 včetně
Obytná budova: koupelna, WC, předsíň před vstupem do bytu Občanská budova: WC, lázeň, převlékárna lázně, chodby, čekárny, schodiště nemocnice, taneční sál, jednací místnost, sklad se stálou obsluhou, prodejna potravin, noclehárna, trvalé pracovní místo ve výstavní síni a muzeu bez podlahy nebo předepsané teplé obuvi Výrobní budova: trvalé pracovní místo bez podlahy nebo předepsané teplé obuvi	III. Méně teplé	do 6,9 včetně
Budovy a místnosti bez požadavků	IV. Studené	od 6,9

Tab. 6.10 – Požadované hodnoty poklesu dotykové teploty podlahy  $\Delta\theta_{10,N}$  (zdroj: Komentář k ČSN 73 0540)

### 6.3.3 Relativní vlhkost vzduchu v muzeích

V muzeích jsou především dva prostory, které jsou pro objekty toho typu specifické. Je jím výstavní prostor, kde jsou exponáty vystavené veřejnosti a depozitář, kde jsou exponáty uloženy a uschovány ve vhodných klimatických podmínkách.

V mém návrhu muzea jsem se snažil docílit toho, aby byla ve výstavním prostoru zajištěna potřebná tepelná a vlhkostní stabilita vnitřního prostředí. Vycházel jsem z toho, že je samozřejmě nutno brát především zřetel na nároky vystavovaných předmětů. Exponáty, které jsou náchylné na sluneční záření, nebudou umístěné v prosklené zadní části výstavního sálu, ale v místě, kam sluneční paprsky nedosáhnou. Vhodné vlhkostní klima bude možno zajistit kvalifikovaným návrhem větrání nebo klimatizací a chlazením.

Na druhou stranu depozitář, který slouží k uložení, uschování a manipulaci s exponáty byl v mém projektu navržen tak, aby docházelo jen k minimálnímu kolísání teploty a především vlhkosti vzduchu. Z tohoto důvodu, jsem zvolil depozitář bez oken, aby nedošlo k poškození vzácných předmětů vlivem škodlivých účinků.

Druh místnosti s požadovaným stavem vnitřního prostředí	Relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_{ai}$ [%]
Výstavní sály, depozitáře	55

Tab. 6.11 – Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu v muzeích (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Microsoft Office Excel 2007)

## 7. Zabezpečovací systémy

Zabezpečovací systémy se v objektech muzeí používají především z důvodu ochrany lidí a vzácných exponátů, před krádeží, ohněm, slunečním zářením, vodou atd.

Při výběru zabezpečovacího systému a jeho vhodném umístění v muzeu nerozhoduje pouze doporučení výrobce, ale spoustu faktorů, které je potřeba zohlednit. Především se jedná o:

- umístění objektu muzea (městská zástavba, samota, atd.)
- velikost objektu a jeho dislokace
- ohraničení a oplocení objektu
- další kritéria, jako jsou (přírodní vlivy, způsoby a typ predikovatelného rušení, zvýšená rizika atd.)

Zabezpečovací systémy se dělí na:

- mechanické zábranné systémy (dveře, zámky, trezory, výstražné tabulky atd.)
- elektronické zabezpečovací systémy (snímače, čidla, hlásiče, ústředny, aktivní prvky atd.)

V mém návrhu objektu muzea jsem využil tyto typy elektronických zabezpečovacích systémů:

- kamerový bezpečnostní systém
- vnitřní detektory pohybu
- speciální detektory
- požární čidla a řešení
- dálkové ovládání rolet

## 7.1 Kamerový bezpečnostní systém

Tento typ bezpečnostního systému zaznamenává dění v muzeu a pořizuje tak dokonalé důkazy o možné páchané trestné činnosti nebo pohybu osob. Kamerové systémy nenahrávají non-stop záznamy, ale dokážou rozeznat pohyb před kamerou a tak pořídí vždy jen ucelený záznam o pohybu, opatřený datumovým a časovým údajem. Záznamy z kamer se ukládají v digitální podobě na pevný disk, ze kterého je lze kdykoliv přenést do počítače a dále s nimi pracovat. Pokud bude kamerový systém napojen na počítačovou síť, lze na něj přistupovat pomocí internetového prohlížeče nebo mobilního telefonu.



Obr. č. 7.1 – Vnitřní barevná kamera (umístěny v interiéru muzea), (zdroj: [www.zabezpecovaci-zarizeni.cz](http://www.zabezpecovaci-zarizeni.cz))



Obr. č. 7.2 – Venkovní barevná kamera (umístěny vně muzea), (zdroj: [www.zabezpecovaci-zarizeni.cz](http://www.zabezpecovaci-zarizeni.cz))



Obr. č. 7.3 – Ukázka umístění venkovní bezpečnostní kamery na fasádě objektu (zdroj: [www.denik.cz](http://www.denik.cz))

## 7.2 Vnitřní detektory pohybu

Detektory pohybu slouží k detekci pohybující se osoby s běžnou vnitřní pokojovou teplotou. Tyto systémy rozeznávají pohyb a předávají informace centrální jednotce. Vnitřní detektory snímají s přesností do nejméně 10 °C. V interiéru muzea musí být rozmístěné tak, aby prostor, který mají detekovat, nebyl přerušen průhledným předmětem nebo sklem – v tomto případě by nedocházelo k detekování potřebného prostoru.



Obr. č. 7.4 – Kombinovaný vnitřní bezdrátový detektor (zdroj: [www.zabezpecovaci-zarizeni.cz](http://www.zabezpecovaci-zarizeni.cz))

### 7.3 Speciální detektory

Typy speciálních detektorů:

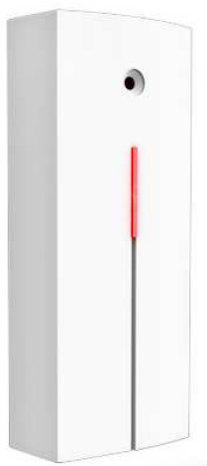
- vibrační detektor
- detektor tříštění skla
- infračervená bariéra
- záplavový detektor

#### Vibrační detektor

Detekuje pohyb a vibrace s předmětem, na kterém je umístěn, ale velkou nevýhodou tohoto detektoru je, že mohou vznikat falešné poplachy a to zejména při bouřce. (Zvolil jsem jeho umístění alespoň na nejcennější exponáty muzea).

#### Detektor tříštění skla

Detekuje zvuk tříštění skla, tento typ detektoru jsem zvolil z důvodu prosklené fasády.



Obr. č. 7.5 – Detektor tříštění skla (Obdobně vypadá i výše zmíněný vibrační detektor), (zdroj: [www.zabezpecovaci-zarizeni.cz](http://www.zabezpecovaci-zarizeni.cz))

### Infračervená bariéra

Tento typ detektoru pracuje na principu vysílače a přijímače infračervené bariéry. Průchod mezi vysílačem a přijímačem je tedy chráněn neviditelným „plotem“. (Umístěn taktéž z důvodu ochrany vzácných exponátů).



Obr. č. 7.6 – Infračervená bariéra (zdroj: [www.zabezpecovaci-zarizeni.cz](http://www.zabezpecovaci-zarizeni.cz))

### Záplavový detektor

Detekuje únik vody nebo dosažení určité hladiny vody. (Umístěn z důvodu ochrany exponátů před možným poškozením vodou v případě např. prasklého potrubí).



Obr. 7.7 – Detektor zaplavení a úniku vody (zdroj: [www.zabezpecovaci-zarizeni.cz](http://www.zabezpecovaci-zarizeni.cz))



## 7.4 Požární hlásiče

Požární hlásiče jsou propojené se zabezpečovacími systémy a alarmy. Při detekci kouře je vyvolán poplach akusticky vestavěnou sirénou. Dále je tato informace o poplachu přenesena na centrální jednotku.



Obr. č. 7.8 – Opticko – kouřový a teplotní požární detektor (zdroj: [www.zabezpecovaci-zarizeni.cz](http://www.zabezpecovaci-zarizeni.cz))

## 7.5 Dálkové ovládání rolet

Pro dálkové ovládání rolet jsem v mém návrhu muzea použil:

- nástěnný ovladač
- dálkový ovladač (ruční)
- sluneční senzor Hz

### Nástěnný ovladač



Obr. č. 7.9 – Nástěnný ovladač (zdroj: [www.zabezpecovaci-zarizeni.cz](http://www.zabezpecovaci-zarizeni.cz))

Dálkový ovladač (ruční)Obr. č. 7.10 – Dálkový ovladač (ruční), (zdroj: [www.zabezpecovaci-zarizeni.cz](http://www.zabezpecovaci-zarizeni.cz))Sluneční senzor Hz

Tento sluneční senzor automaticky řídí otevírání a zavírání rolet v závislosti na slunečním svitu. V případě přesáhnutí nastavené teploty skla (nebo při přesáhnutí nastaveného prahu intenzity slunečního záření) dojde k zatažení rolety. V opačném případě se zase roleta automaticky vytáhne. Senzor se umísťuješ na vnitřní stranu okna (skla).

Obr. č. 7.11 – Sluneční senzor Hz (zdroj: [www.zabezpecovaci-zarizeni.cz](http://www.zabezpecovaci-zarizeni.cz))

## 8. Shrnutí a vyhodnocení dané problematiky

Základními předpoklady vhodného muzea, do kterého budou lidé chodit rádi, není jen o zajímavých exponátech, které jsou vystavovány, ale také o podmínkách, které jsme schopni, jak už v novostavbě nebo ve stávajícím objektu, do kterého bylo muzeum umístěno, vytvořit.

Vhodnými podmínkami je v tomto případě myšleno především umístění daného objektu, jeho vzhled, zajištění dostatečného dispozičního prostoru, jak pro exponáty, tak pro velký počet lidí, dále dostatečné přírodní i umělé osvětlení všech prostorů, vytvoření vhodného klimatu pro návštěvníky i vzácné exponáty, zajištění komunikační přehlednosti, vytvoření bezbariérového přístupu a mnoho dalších.

Při řešení mnou navrženého muzea jsem se snažil na všechny výše zmíněné parametry zaměřit a co nejlépe je zapracovat.

Mé muzeum jsem umístil v Plzni do ulice Podnikatelská (Borská pole), tuto lokalitu jsem si vybral z důvodu velké rozlohy pozemků, ale především jsem chtěl mnou navržený objekt situovat co nejdál od centra města, jak z důvodu vhodného přístupu a parkování kolem muzea, tak s přihlédnutím na architekturu.

Při umístění muzea i jakékoliv jiné budovy je důležité se zaměřit na orientaci objektu ke světovým stranám. Mým úkolem v tomto případě bylo zajištění vhodné zrakové pohody pro návštěvníky muzea a vytvoření přijatelného prostředí pro vystavované exponáty. Zaměřoval jsem se nejvíce na orientaci velkého výstavního prostoru, který je umístěn v 1.NP a to z důvodu, že zde lidé tráví většinu času návštěvy a také s přihlédnutím na vystavované exponáty, kterým přímé sluneční záření v některých případech velmi škodí. Výstavní prostor jsem tedy situoval spíše k západní straně a to z té skutečnosti, že na této světové straně mají sluneční paprsky už nejmenší sílu, ale stále dodávají dostatek přírodního světla do interiéru muzea.

Z hlediska získání otevřené dispozice, předpokládaného velkého zatížení od exponátů větších rozměrů a výskytu velkého počtu lidí jsem zvolil svislou nosnou konstrukci tvořenou železobetonovými monolitickými sloupy v osových vzdálenostech 6x6m. Samozřejmě jsem si vědom toho, že by dispozice mohla být daleko otevřenější při použití jiného nosného systému. Pro účely mého muzea bude ale toto rozpětí dostačovat.

K zajištění vhodných teplotních podmínek v interiéru muzea jsem zvolil kombinaci vyzdívaného a proskleného obvodového pláště. Vyzdívanou část pláště tvoří tvárnice LIVETHERM TOL + N Z400/Lep198 a prosklenou část systém VISS TVS (SVISLÁ). V obou případech je záruka výborných tepelně – technických vlastností, jejich hodnoty součinitelů prostupu tepla jsou na doporučených hodnotách stanovených normou.

Pro vytvoření dostatečného přírodního osvětlení interiéru muzea jsem zvolil kombinovaný osvětlovací systém a to boční (prosklená fasáda, okenní otvory) a horní pomocí velkého světlíku umístěného ve střeše objektu. Prosklená fasáda byla navržena z důvodu získání co největší skleněné plochy bez okenních pilířků, které by zabraňovaly pronikání většího množství denního světla. Samozřejmě v případě velkého množství slunečního záření převážně v letním období je navrženo a instalováno zařízení pro regulaci přístupu světla a slunečního záření (rolety a slunolamy). V zimním období, kdy je po většinu dne v exteriéru šero a zatažená obloha, bude objekt muzea vybaven dostatečným počtem umělého osvětlení (zářivkami apod.).

K zamezení pronikání příliš velkého hluku mezi velkým výstavním prostorem, kde se shromažďuje většina návštěvníků muzea a malými výstavními prostory, kde mohou probíhat přednášky, nebo výklady k vystavovaným exponátům je v mém návrhu zamezeno použitými příčkovými tvárnici. Pro vnitřní dělení prostoru jsou použity liaporbetonové příčkové tvárnice TP 12-L a TP 7-L.

V neposlední řadě jsem se snažil objekt muzea uzpůsobit i pro pohyb osob s různými druhy omezení. Jednalo se především o zajištění dostatečného prostoru pro pohyb osob na invalidním vozíku, situování hygienických místností v každém patře rozděleny na muže a ženy, zajištění dostatečné velikosti dveřních otvorů bez prahů, poskytování informací lidem s jakýmkoliv omezením a samozřejmě zajištění viditelnosti a přístupnosti k vystavovaným exponátům i osobám sedícím na invalidním vozíku.

Při navrhování svého muzea jsem se snažil myslet na každý detail, který je důležitý k vytvoření vhodných podmínek, jak pro návštěvníky muzea od těch nejmenší až po osoby s nějakým typem omezení, tak vystavované exponáty.

K návrhu jsem přistupoval se vši zodpovědností po celou dobu zpracovávání této práce, proto věřím, že by bylo možno můj návrh realizovat.

## 9. Závěr

Cílem této práce bylo zabývat se stavebním řešením muzea z hlediska problematiky nosných konstrukcí, fyzikálních parametrů, bezpečnosti a estetiky.

Prvotním podnětem pro vybrání muzea, jakožto tématu mé diplomové práce bylo zamyšlení se nad městem Plzeň, které je v tomto roce hlavním městem kultury a položení si otázky čím bych to zde ještě vylepšil. Napadlo mě tedy muzeum, které by vystavovalo exponáty se zaměřením na umění (především film, divadlo apod.). Dle mého názoru je film i divadlo v dnešní době velmi oblíbeným tématem i mezi mládeží, proto by instituce tohoto typu mohla do Plzně přivést spousty turistů a fandů tohoto odvětví.

Po vybrání tématu mě muzeum začalo zajímat především z technického hlediska, což je i vlastně cíl této práce. Nejdříve to bylo pro mne vše velkou neznámou, i když jsem několik institucí podobného typu navštívil, nevěděl jsem, na co se mám při navrhování takovéto budovy zaměřit.

Při intenzivnějším studování, prohlížení a zhlédnutí několika dokumentů, jsem zjistil, že při navrhování objektu muzea musí být myšleno na každý detail, především na vhodné umístění objektu, jeho vzhled, zajištění dostatečného dispozičního prostoru, jak pro exponáty, tak pro velký počet lidí, dále zprostředkování dostatečného přírodního i umělého osvětlení všech prostorů, vytvoření vhodného klimatu pro návštěvníky i vzácné exponáty, zajištění komunikační přehlednosti, vytvoření bezbariérového přístupu a mnoho dalších.

Všechny výše zmíněné parametry jsem se snažil zohlednit i ve svém návrhu muzea, tak, aby budova vyhovovala všem provozním a technickým požadavkům, ale především aby se v něm návštěvníci, kteří do něj zavítají, cítili dobře.

## 10. Seznam použité literatury a jiných zdrojů

### 10.1 Seznam použité literatury

- ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1
- ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3 – zatížení sněhem
- ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4 – zatížení větrem
- ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN 73 1001 – Základová půda pod plošnými základy
- ČSN 73 4108 – Hygienická zařízení a šatny
- ČSN EN 12 831 – Tepelné soustavy v budovách – výpočet tepelného výkonu
- Vyhláška č. 398/2009 Sb. O obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb
- Vyhláška č. 268/2009 Sb. O technických požadavcích na stavby
- Stavební zákon 183/2006 Sb. a související vyhlášky
- Ing. Jiří Šmejkal, CSc, Železobetonové konstrukce I
- Navrhování nosných konstrukcí (pomůcka pro architekty), Doc. Ing. Karel Lorenz, Csc
- Stavební fyzika 1, Zvuk a denní světlo v architektuře, Doc. Ing. Jan Kaňka, Ph.D.
- Stavební příručka, To nejdůležitější z norem, vyhlášek a zákonů, Rameš, Utíkalová, Kacálek, Kalousek, Petříček a kol.

### 10.2 Internetové zdroje

- [www.jansencz.cz](http://www.jansencz.cz)
- [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz)
- [www.betonstavby.cz](http://www.betonstavby.cz)
- [www.rockwool.cz](http://www.rockwool.cz)
- [www.zabezpecovaci-zarizeni.cz](http://www.zabezpecovaci-zarizeni.cz)

## **11. Seznam použitého softwaru**

- AutoCAD 2009
- Dlubal RFEM
- Microsoft Office Exel 2007
- Microsoft Office Word 2007

## 12. Seznam tabulek a obrázků

### 12.1 Seznam tabulek

**Tabulka 5.1** – Součinitel tlaku a sil (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Microsoft Office Excel 2007)

**Tabulka 5.2** – Součinitel tlaku a sil (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Microsoft Office Excel 2007)

**Tabulka 5.3** – Zatížení na průvlak (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Microsoft Office Excel 2007)

**Tabulka 6.1** – Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi (zdroj: kps.fsv.cvut.cz)

**Tabulka 6.2** – Požadavky na zvukovou izolaci obvodových plášťů budov (zdroj: kps.fsv.cvut.cz)

**Tabulka 6.3** – Požadované hodnoty činitele denní osvětlenosti podle ČSN 73 0580-1 (zdroj: www.ctislav.wz.cz)

**Tabulka 6.4** – Výsledná vnitřní teplota v muzeu dle ČSN EN 12831 (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Microsoft Office Excel 2007)

**Tabulka 6.5** – Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla  $U_{N,20}$  pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou  $\theta_{im} = 20$  °C. (zdroj: Komentář k ČSN 73 0540)

**Tabulka 6.6** – Posouzení obvodového zdiva (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Microsoft Office Excel 2007)

**Tabulka 6.7** – Posouzení ploché střechy (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Microsoft Office Excel 2007)

**Tabulka 6.8** – Posouzení ploché střechy v místě odtokového žlabu (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Microsoft Office Excel 2007)



**Tabulka 6.9** – Posouzení podlahy v 1.NP (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Microsoft Office Excel 2007)

**Tabulka 6.10** – Požadované hodnoty poklesu dotykové teploty podlahy  $\Delta\theta_{10,N}$  (zdroj: Komentář k ČSN 73 0540)

**Tabulka 6.11** – Navrhování relativní vlhkosti vzduchu v muzeích (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Microsoft Office Excel 2007)

## 12.2 Seznam obrázků

**Obr. č. 1.1** – Jižní vstup Britského muzea (zdroj: foto: cs.wikipedia.org)

**Obr. č. 1.2** – Dvorana Alžběty II (zdroj: foto: cs.wikipedia.org)

**Obr. č. 2.1** – Ukázka situování hlavního výstavního prostoru v 1.NP u mnou navrženého muzea (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

**Obr. č. 2.2** – Ukázka situování vstupu a haly v 1.NP u mnou navrženého muzea (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

**Obr. č. 2.3** – Ukázka situování hygienického zázemí v 1.NP u mnou navrženého muzea (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

**Obr. č. 2.4** – Ukázka situování kancelářských prostor ve 3.NP u mnou navrženého muzea (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

**Obr. č. 2.5** – Ukázka situování depozitáře a místností k němu přiléhajících ve 2.NP u mnou navrženého muzea (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

**Obr. č. 2.6** – Minimální manipulační plocha u zařizovacích předmětů umýváren (zdroj: Norma ČSN 73 4108 – Hygienická zařízení a šatny)

**Obr. č. 2.7** – Minimální manipulační plocha u zařizovacích předmětů záchodů (zdroj: Norma ČSN 73 4108 – Hygienická zařízení a šatny)

**Obr. č. 2.8** – Symbol zařízení nebo prostoru pro zrakově postižené osoby (zdroj: Vyhláška 369/2001 Sb.)

**Obr. č. 2.9** – Mezinárodní symbol hluchoty (zdroj: Vyhláška 369/2001 Sb.)

**Obr. č. 2.10** – Mezinárodní symbol přístupnosti (zdroj: Vyhláška 369/2001 Sb.)

**Obr. č. 2.11** – Bezbariérová záchodová kabinka (zdroj: Norma ČSN 73 4108 – Hygienická zařízení a šatny)

**Obr. č. 2.12** – Bezbariérová záchodová kabinka s využitím asistence (zdroj: Norma ČSN 73 4108 – Hygienická zařízení a šatny)

**Obr. č. 3.1** – Dispozice halového objektu – Národní technické muzeum v Praze (zdroj: www.gla.cz – koncepce expozice dopravní haly NTM v Praze)

**Obr. č. 3.2** – Dispozice skeletového systému mnou navrženého muzea (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

**Obr. č. 3.3** – Stěnový příčný systém (zdroj: pockmat.hopto.org)

**Obr. č. 3.4** – Stěnový podélný systém (zdroj: pockmat.hopto.org)

**Obr. č. 3.5** – Stěnový kombinovaný systém (zdroj: pockmat.hopto.org)

**Obr. č. 3.6** – Skeletový systém s podélnými rámy (zdroj: pockmat.hopto.org)

**Obr. č. 3.7** – Skeletový systém s příčnými rámy (zdroj: pockmat.hopto.org)

**Obr. č. 3.8** – Skeletový systém s obousměrnými rámy (zdroj: pockmat.hopto.org)

**Obr. č. 3.9** – Hlavicové skelety (zdroj: pockmat.hopto.org)

**Obr. č. 3.10** – Deskové skelety (zdroj: pockmat.hopto.org)

**Obr. č. 3.11** – Halový konstrukční systém – desková soustava (zdroj: Konstrukce pozemních staveb 10, Nosné konstrukce I FSv ČVUT, 2002 – Doc. Ing. Petr Hájek, Csc. a kol.)

**Obr. č. 3.12** – Ohýbaný konstrukční systém – betonová vazníková soustava, rozpon 18 – 36m (zdroj: Konstrukce pozemních staveb 10, Nosné konstrukce I FSv ČVUT, 2002 – Doc. Ing. Petr Hájek, Csc. a kol.)

**Obr. č. 3.13** – Ohýbaný konstrukční systém – rámová soustava (zdroj: Konstrukce pozemních staveb 10, Nosné konstrukce I FSv ČVUT, 2002 – Doc. Ing. Petr Hájek, Csc. a kol.)

**Obr. č. 3.14** – Konstrukční systém převážně tlačný – železobetonová oblouková soustava (zdroj: Konstrukce pozemních staveb 10, Nosné konstrukce I FSv ČVUT, 2002 – Doc. Ing. Petr Hájek, Csc. a kol.)

**Obr. č. 3.15** – Konstrukční systém převážně tlačný – lomenicová strukturální soustava (zdroj: Konstrukce pozemních staveb 10, Nosné konstrukce I FSv ČVUT, 2002 – Doc. Ing. Petr Hájek, Csc. a kol.)

**Obr. č. 3.16** – Guggenheimovo muzeum v Bilbao (zdroj: foto: MykReeve, wikimedia.org)

**Obr. č. 3.17** – Guggenheimovo muzeum v Bilbao (zdroj: foto: MykReeve, wikimedia.org)

**Obr. č. 4.1** – Ukázka řezu mnou navrženého muzea (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

**Obr. č. 4.2** – Ukázka řezu výtahovou šachtou mnou navrženého muzea (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

**Obr. č. 5.1** – Příklad působení větru na plochou střechu (pouze schéma, neodpovídá skutečnému provedení ploché střechy v mém návrhu), (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

**Obr. č. 5.2** – Schéma výšky atiky (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

**Obr. č. 5.3** – Schéma zatížení větrem na svislou stěnu (sloup), (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

**Obr. č. 5.4** – Maximální moment v poli (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Dlubal RFEM)

**Obr. č. 5.5** – Maximální moment nad podporou (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Dlubal RFEM)

**Obr. č. 5.6** – Maximální návrhová normálová síla v patě vnitřního sloupu (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Dlubal RFEM)

**Obr. č. 5.7** – 1. Varianta obalové křivky (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Dlubal RFEM)

**Obr. č. 5.8** – 2. Varianta obalové křivky (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Dlubal RFEM)

**Obr. č. 5.9** – Krajní sloup (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Dlubal RFEM)

**Obr. č. 5.10** – Vnitřní sloup (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Dlubal RFEM)

**Obr. č. 5.11** – Krycí vrstva (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

**Obr. č. 5.12** – Dostředný tlak (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

**Obr. č. 5.13** – Dostředný tlak (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

**Obr. č. 5.14** – Maximální ohybový moment (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

**Obr. č. 5.15** – Prostý ohyb (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

**Obr. č. 5.16** – Dostředný tah (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

**Obr. č. 5.17** – Diagram pro vnitřní sloup (zdroj: autor, vyhotoveno v programu AutoCAD 2009)

**Obr. č. 5.18** – Posouvající síla (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Dlubal RFEM)

**Obr. č. 5.19** – Ohybový moment (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Dlubal RFEM)

**Obr. č. 5.20** – Normálová síla (zdroj: autor, vyhotoveno v programu Dlubal RFEM)

**Obr. č. 6.1** – a) zvuk šířený vzduchem – pouze do sousední místnosti, v tomto případě rozhoduje neprůzvučnost

b) zvuk šířený konstrukcí – i do vzdálených místností, pružně uložit zdroj

(zdroj: [www.izolace.cz](http://www.izolace.cz))

**Obr. č. 6.2** – Schéma pružně uloženého schodiště (zdroj: Časopis stavebnictví, Ing. Zuzana Kolářová, VUT Brno)

**Obr. č. 6.3** – Tvar světlíku (zdroj: firma JANSEN, [www.jansencz.cz](http://www.jansencz.cz))

**Obr. č. 6.4** – Detail provedení napojení ocelových prvků a hliníkových lišt v rohu světlíku (zdroj: firma JANSEN, [www.jansencz.cz](http://www.jansencz.cz))

**Obr. č. 6.5** – Detail způsobu kotvení světlíku k atice popř. nadezdívce na ploché střeše (zdroj: firma JANSEN, [www.jansencz.cz](http://www.jansencz.cz))

**Obr. č. 7.1** – Vnitřní barevná kamera (umístěny v interiéru muzea), (zdroj: [www.zabezpecovaci-zarizeni.cz](http://www.zabezpecovaci-zarizeni.cz))

**Obr. č. 7.2** – Venkovní barevná kamera (umístěny vně muzea), (zdroj: [www.zabezpecovaci-zarizeni.cz](http://www.zabezpecovaci-zarizeni.cz))

**Obr. č. 7.3** – Ukázka umístění venkovní bezpečnostní kamery na fasádě objektu (zdroj: [www.denik.cz](http://www.denik.cz))

**Obr. č. 7.4** – Kombinovaný vnitřní bezdrátový detektor (zdroj: [www.zabezpecovaci-zarizeni.cz](http://www.zabezpecovaci-zarizeni.cz))

**Obr. č. 7.5** – Detektor tříštění skla (Obdobně vypadá i výše zmíněný vibrační detektor), (zdroj: [www.zabezpecovaci-zarizeni.cz](http://www.zabezpecovaci-zarizeni.cz))

**Obr. č. 7.6** – Infračervená bariéra (zdroj: [www.zabezpecovaci-zarizeni.cz](http://www.zabezpecovaci-zarizeni.cz))

**Obr. 7.7** – Detektor zaplavení a úniku vody (zdroj: [www.zabezpecovaci-zarizeni.cz](http://www.zabezpecovaci-zarizeni.cz))

**Obr. č. 7.8** – Opticko – kouřový a teplotní požární detektor (zdroj: [www.zabezpecovaci-zarizeni.cz](http://www.zabezpecovaci-zarizeni.cz))

**Obr. č. 7.9** – Nástěnný ovladač (zdroj: [www.zabezpecovaci-zarizeni.cz](http://www.zabezpecovaci-zarizeni.cz))

**Obr. č. 7.10** – Dálkový ovladač (ruční), (zdroj: [www.zabezpecovaci-zarizeni.cz](http://www.zabezpecovaci-zarizeni.cz))

**Obr. č. 7.11** – Sluneční senzor Hz (zdroj: [www.zabezpecovaci-zarizeni.cz](http://www.zabezpecovaci-zarizeni.cz))

## **Příloha**

### **D.1.1 Architektonicko – stavební řešení**

C2. Situace 1:350

1. Základy 1:100

2. Půdorys 1.NP 1:100

3. Půdorys 2.NP 1:100

4. Půdorys 3.NP 1:100

5. Výkres tvaru nad 1.NP 1:100

6. Výkres tvaru nad 2.NP 1:100

7. Výkres tvaru nad 3.NP 1:100

8. Střecha 1:100

9. Řez A-A', Řez B-B' 1:100

10. Pohledy 1:100

11. Pohledy 1:100

Nejedná se o kompletní projektovou dokumentaci, v tomto případě slouží výkresy jako příloha k práci a ukázka mnou navrženého muzea. Práce na výkresové dokumentaci byla započata v předmětu S2, v průběhu zpracovávání diplomové práce byly výkresy upraveny na současnou podobu.