

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V
PRAZE**

FAKULTA STAVEBNÍ

**KATEDRA BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH
KONSTRUKCÍ**



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**KONSTRUKČNÍ NÁVRH GALERIE
KINA VARŠAVA V LIBERCI**

Vypracoval:

Daniel Kalenský

Vedoucí práce:

Ing. Martin Tipka, PhD.

2022

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Kalenský** Jméno: **Daniel** Osobní číslo: **460500**
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**
Zadávající katedra/ústav: **Katedra betonových a zděných konstrukcí**
Studijní program: **Stavební inženýrství**
Studijní obor: **Konstrukce pozemních staveb**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Konstrukční návrh galerie kina Varšava v Liberci

Název bakalářské práce anglicky:

Structural desing of upper balcony of cinema Varšava in Liberec

Pokyny pro vypracování:

Přehled konstrukčních možností provázení galerií v kulturních objektech. Příklady realizací.
Statický rozbor možných řešení.
Variantní návrh konstrukčních prvků galerie kina Varšava v Liberci. Výkresy tvaru a výztuže vybraných prvků.

Seznam doporučené literatury:

ČSN EN 1990, ČSN EN 1991, ČSN EN 1992
Archiv časopisu Beton TKS
Další vhodná samostatně vyhledaná literatura

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Martin Típka, Ph.D. katedra betonových a zděných konstrukcí FSv

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **11.02.2022** Termín odevzdání bakalářské práce: **15.05.2022**

Platnost zadání bakalářské práce: _____

Ing. Martin Típka, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Ing. Jiří Máca, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací.
Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

_____ Datum převzetí zadání

_____ Podpis studenta

Prohlášení

Tímto prohlašuji, že bakalářskou práci jsem vypracovával samostatně a uvedl jsem všechny použité zdroje a podklady, ze kterých jsem čerpal.

V Praze dne

Podpis

Poděkování

Rád bych touto formou poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Martinovi Tipkovi, Ph.D. za velikou dávku trpělivosti, cenné rady a celkové vedení práce. Dále děkuji za podporu rodiny, přátel a mé přítelkyně.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá možnostmi konstrukčních řešení balkonů a galerií v kulturních budovách. Je uvedeno několik příkladů realizací z historie i současnosti. Dále práce popisuje možnosti konstrukčních řešení včetně jejich výhod a nevýhod. Konstrukční část se zabývá návrhem tří variant řešení galerie v budově kina Varšava v Liberci. V první variantě se jedná o podepření pomocí kruhového parapetního nosníku, druhá varianta představuje dvakrát lomený parapetní nosník podepřený sloupy a poslední varianta se zabývá konstrukcí podepřenou přímým parapetním nosníkem. Ke každé z variant je zpracován výkres tvaru a schéma vyztužení.

Klíčová slova

Kulturní stavba, balkon, železobeton, konstrukční návrh, únosnost, vyztužení

Abstract

The bachelor's thesis deals with the possibilities of structural design of balconies and galleries in cultural buildings. This includes several examples of realizations from history and the present. Here is a general description of the possibilities of structural design solution, their advantages and disadvantages. The structural part of this thesis deals with three variants of the gallery solution in the Varšava cinema building in Liberec. The first variant is supported by a circular beam, another variant is a double-angled beam supported by columns, and the last variant deals with a structure supported by a straight beam. A formwork drawings and a reinforcement sketch are prepared for each of the variants.

Keywords

Cultural building, balcony, reinforced concrete, structural design, load-bearing capacity, reinforcement

Obsah

1. ÚVOD	6
2. BALKÓNOVÉ KONSTRUKCE KULTURNÍCH STAVEB	7
2.1.1. <i>Divadlo Františka Xavera Šaldy (1883, Liberec)</i>	8
2.1.2. <i>Palác Adria (1929, Liberec)</i>	11
2.1.3. <i>Dům kultury Liberec (1985, Liberec)</i>	13
2.1.4. <i>Národní divadlo Saint-Nazaire (2012, Francie)</i>	15
2.2. STATICKÉ PŮSOBENÍ KONSTRUKČNÍCH VARIANT, JEJICH VÝHODY A NEVÝHODY.....	17
2.2.1. <i>Sloupové podepření</i>	17
2.2.2. <i>Parapetní nosníky</i>	17
2.2.3. <i>Vykonzolovaná deska</i>	18
2.2.4. <i>Zavěšená deska</i>	18
2.2.5. <i>Shrnutí technologického vývoje mezi jednotlivými příklady</i>	18
3. VARIANTNÍ ŘEŠENÍ KONSTRUKCE BALKÓNU V KINĚ VARŠAVA	19
3.1 SEZNÁMENÍ S OBJEKTEM.....	19
3.2 VARIANTNÍ ŘEŠENÍ BALKÓNOVÉ KONSTRUKCE.....	20
3.2.1 <i>Zatížení</i>	20
3.2.2 <i>Kruhový parapetní nosník</i>	20
3.2.3 <i>Lomený parapetní nosník podepřený sloupy</i>	26
3.2.4 <i>Přímý parapetní nosník</i>	33
4. ZÁVĚR	39
SEZNAM ZDROJŮ:	40
SEZNAM POUŽITÝCH PROGRAMŮ:	42
SEZNAM PŘÍLOH:	42

1. ÚVOD

Kino Varšava původním názvem Städtische Lichtspiele Reichenberg je nestarším kamenným kinem v Liberci z roku 1922. V samotném centru města bylo svědkem velké řady historických událostí. Liberec (Reichenberg) jako původně majoritně Němci osídlené pohraniční město byl centrem narůstajících tendencí směřujících k podpoře nacistického Německa v tehdejších československém pohraničí tzv. Sudetech.

Během druhé světové války bohužel nedošlo k bombardování Liberce či jinému významnému poškození města ani kina Varšava. Po konci války a následném odsunu Němců zde za značného přispění rostoucích komunistických ideologií vznikalo jisté vakuum a úpadek tradiční kultury. Vše německé bylo špatné, a proto zmizela velká část tradiční zástavby v centru města. Toto se naštěstí nestalo v případě kina. Jako jedna z mála budov se bez větších zásahů a stavebních úprav dochovala do dnešních dní.

Bohužel k poslední velké rekonstrukci došlo v 60. letech minulého století a od té doby kino značně zchátralo. Tehdy také dostalo název Varšava, který si uchovalo dodnes. Jsem rád, že jsem měl jako dítě štěstí zde zažít ještě poslední dny slávy kina. To bylo dávno před výstavbou velkých obchodních center s multikiny. Roku 2008 bylo kino definitivně uzavřeno a od té doby se urychlilo tempo úpadku díky nevyužívání topení a popraskání rozvodů vody. Město Liberec se snažilo kino zbavit a prodat ho do soukromých rukou, čemuž zabránil spolek nadšenců v podobě občanského sdružení s názvem Zachraňme kino Varšava. To se později změnilo na spolek Kino Varšava a podařilo se jim po letech dobrovolné práce opravit foyer kina a zřídit zde kavárnu s názvem Kino káva. Tento čin vdechnul budově nový život a umožnil zde kromě běžného kavárenského zážitku i pořádání menších kulturních akcí. Jako obyvatele Liberce se mě tento příběh silně dotýká, a proto jsem se rozhodl zpracovávat budovu kina do svého projektu na katedře betonových a zděných konstrukcí a jeho dílčí část jako téma mé závěrečné práce bakalářského studia.

2. BALKÓNOVÉ KONSTRUKCE KULTURNÍCH STAVEB

Na historii balkónových konstrukcí se lze dívat ze dvou různých pohledů. Za prvé obecně na balkóny obytných budov, které sahají do doby renesance, kdy balkóny tvořili jak estetický prvek na fasádách domů, tak i rozšíření místa k rekreaci a pobytu na slunci.

Dalším pohledem může být vývoj divadel od prostorného antického řeckého amfiteátru z kamene k daleko menším středověkým dřevěným divadlům s ochozy, které jsou původcem dnešních balkónů v kulturních budovách obecně. Základní myšlenkou bylo zvýšení kapacity při zachování malých vnějších rozměrů tehdejšího divadla ve středověké zástavbě. Dalším podnětem mohlo být získání lépe placených míst a separovat tak šlechtu a bohaté měšťany od běžných návštěvníků. Od dob renesance patří lóže a balkóny k běžnému vybavení divadel.

V následujících kapitolách je zmíněno několik příkladů historických i současných realizací balkónů a galerií v kulturních stavbách. Stavby jsou seřazeny chronologicky podle let výstavby.

2.1.1. Divadlo Františka Xavera Šaldy (1883, Liberec)

Volně stojící budova divadla se nachází v centru Liberce v těsné blízkosti historické radnice, kam se obrací její průčelí. Divadlo vzniklo v roce 1883 jako náhrada původního Soukenického divadla, které bylo zcela zničeno požárem. Jeho autory byli vídeňští architekti z firmy Fellner & Helmer, kteří v té době stavěli divadla po celé monarchii.



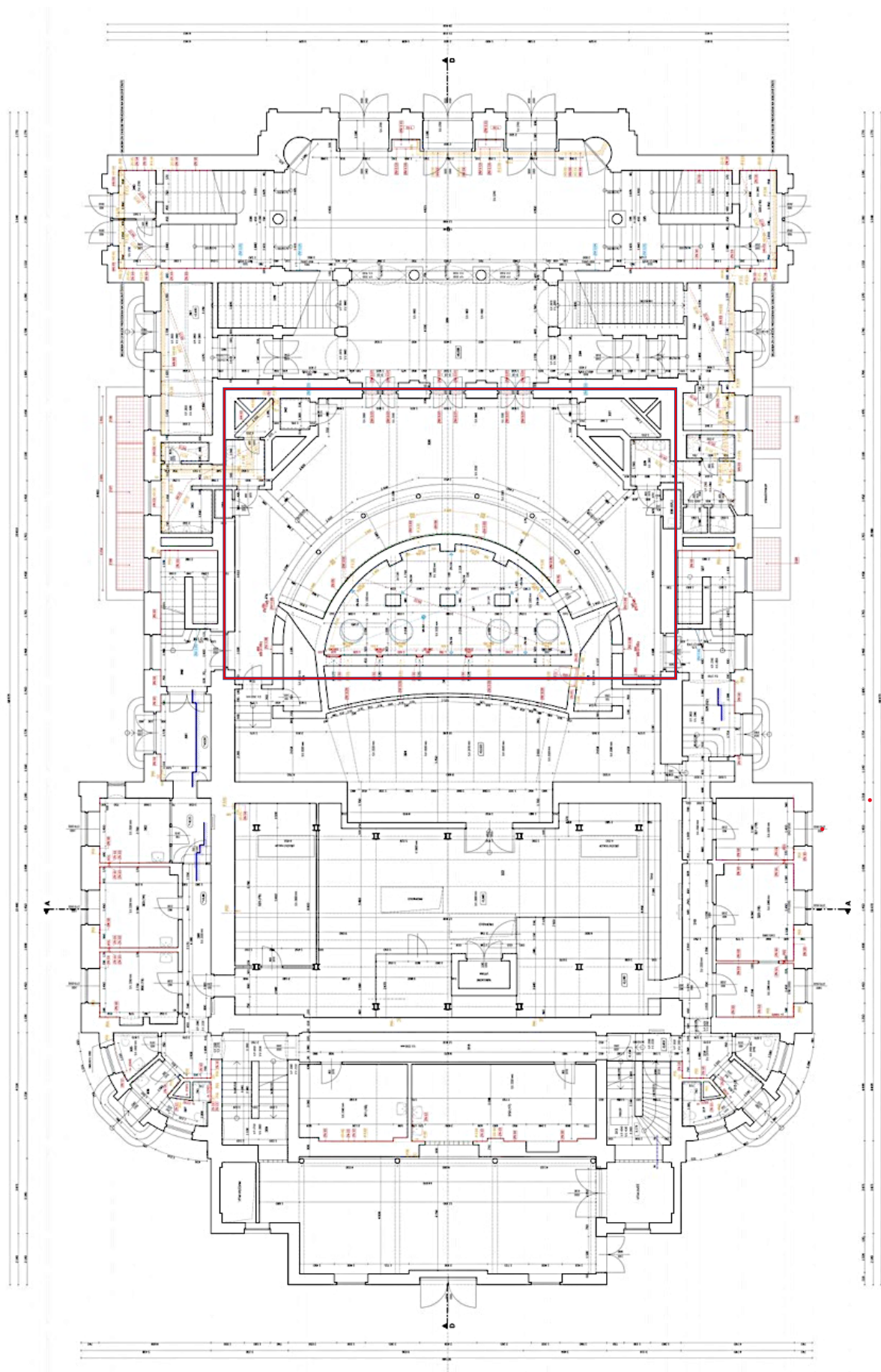
Obrázek č. 1 – Divadlo F.X. Šaldy

Divadlo F. X. Šaldy bylo postaveno ve stylu novoklasicismu, avšak interiéry jsou ve stylu novobarokním. Nedílnou součástí výzdoby jsou umělecká díla v interiéru i exteriéru. Budova má čtyři nadzemní podlaží, dvě podzemní a můžeme ji rozdělit do tří hlavních částí. Ty přiznávají členění hlediště, jeviště a vstupní části již zvenčí, rozšířením budovy a také věží nad jevištěm.

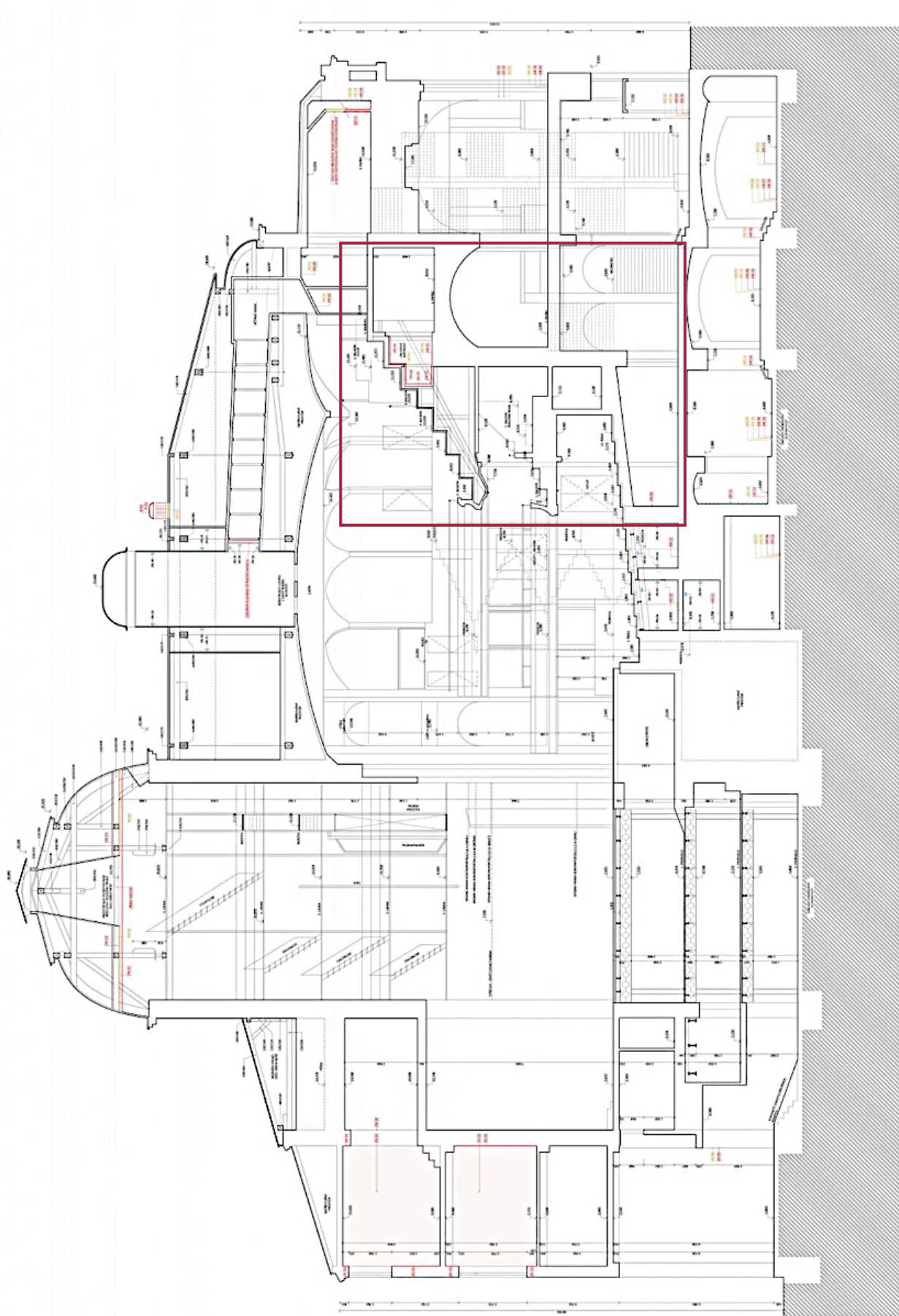
Hlediště o celkové kapacitě 503 míst je členěno do přízemní části, jedenácti lóží a dvou kruhových balkónů, které lemují celý sál. Tyto balkóny jsou vyloženy přibližně 3 m a jsou v polovině podepřeny průvlakami a subtilními ocelovými sloupy. Sloupy plynule prochází i nad druhý balkón, kde dále podpírají klenby lemující zdobený strop nad hledištěm viz obrázek č. 2. Půdorys celého 1.NP a podélný řez budovou divadla s vyznačením oblasti balkónu jsou vidět na obrázcích č. 6. a č. 7.



Obrázek č. 2 – Hlediště Divadla F.X. Šaldy



Obrázek č. 3 – Půdorys 1.NP Divadla F.X. Šaldy



Obrázek č. 4 – Podélný řez Divadla F.X. Šaldy

2.1.2. Palác Adria (1929, Liberec)

Palác Adria, původním názvem Palác Riunione Adriatica, pojmenovaný podle stejnojmenné pojišťovny, je polyfunkční palác do tvaru L postavený ve stylu klasicizujícího funkcionalismu v letech 1928-1929. Jedná se o největší dominantu prvorepublikové architektury v Liberci. Věžovitý charakter budovy dominuje nároží ulic Rumunská a Boženy Němcové v centru města v těsné blízkosti dnešního paláce Syner. Architektonický návrh je dílem Maxe Kühna z roku 1927.



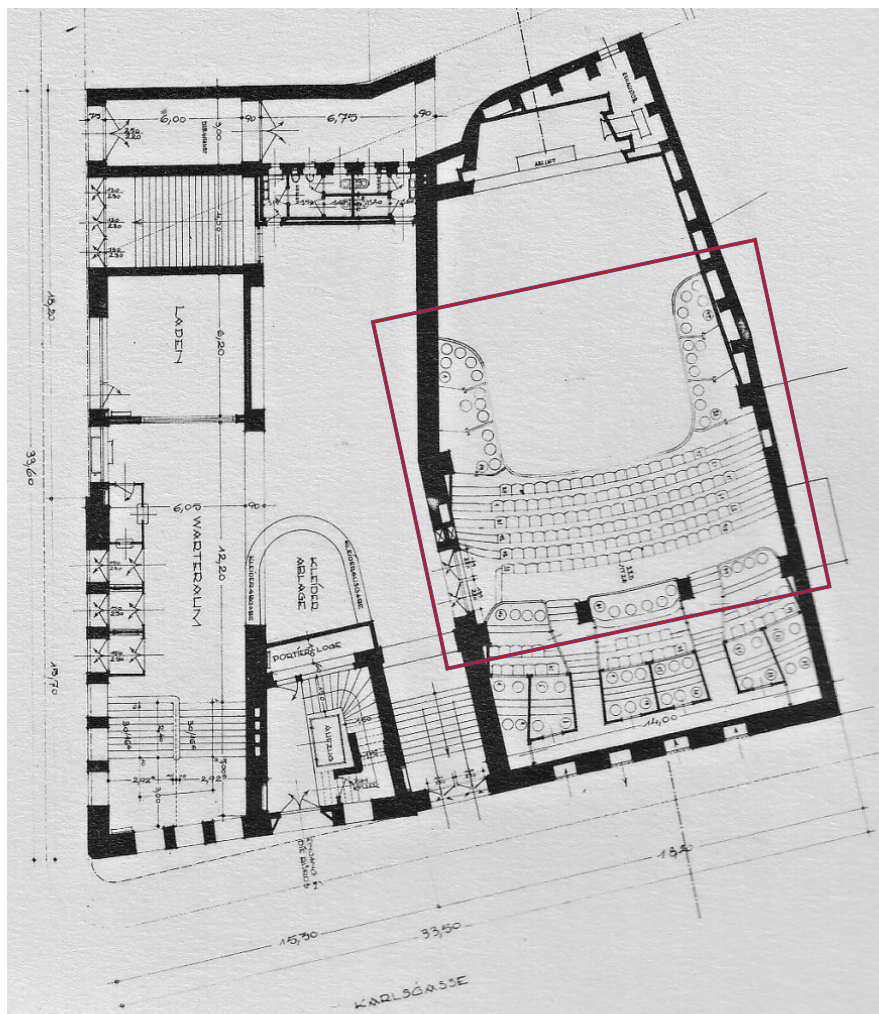
Obrázek č. 5 – Palác Adria

Obě křídla paláce mají pět nadzemních podlaží a centrální věž má o jedno podlaží více. Budova se skládá z obytné a administrativní části, které se nachází každá v jiném křídle. V suterénu se nachází podzemní parkoviště a dva kinosály. Velký kinosál s celkovou kapacitou 163 míst a druhý menší pro 60 diváků filmového klubu. Ve druhém patře velkého sálu se nachází balkon ve tvaru U viz obrázek č. 6. Balkon je podepřený masivním průvlakem a dvěma sloupy. Balkónová deska má v čele rozpětí přibližně 4,5 m. Boky balkónu jsou vyloženy přibližně 1,8 m viz obrázek č. 7.



Obrázek č. 6 – Velký kinosál paláce Adria

Poslední větší rekonstrukcí budova prošla v letech 1986 až 1991. Po dlouhých letech chátrání a majetkových neshodách se budova prodala v dražbě v roce 2014. Od té doby bohužel nedošlo k žádné změně a budova kromě prodejny zdravotnických potřeb v přízemí neslouží žádnému účelu.



Obrázek č. 7 – Půdorys paláce Adria

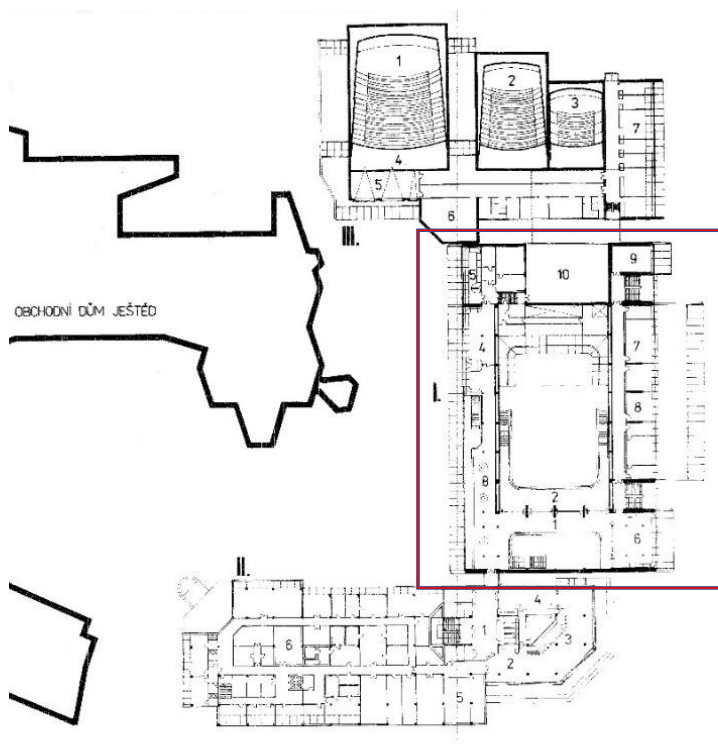
2.1.3. Dům kultury Liberec (1985, Liberec)

Původním názvem Kulturní dům ROH je samostatně stojící budova v samotném centru Liberce v blízkosti řeky Nisa nedaleko Soukenného náměstí. Tato budova je dílem architektů Pavlů Vaněčka a Švancera. V původním záměru měla navazovat na obchodní dům Ještěd od známých architektů K. Hubáčka a M. Masáka, který se v té době stavěl v těsné blízkosti zamýšleného projektu.



Obrázek č. 8 – Dům kultury Liberec

Stavba kulturního domu byla původně koncipována jako komplex tří budov, které se měly stavět jako jednotlivé etapy viz obrázek č. 9. K tomu bohužel nedošlo a postavila se pouze první etapa plánovaného projektu.



Obrázek č. 9 – Dům Kultury Liberec – původní koncepce

Idea tehdejší podoby centra města vymizela úplně po zbourání obchodního domu Ještěd a výstavbě jeho náhrady v podobě obchodního domu FORUM Liberec z roku 2011. Již zmíněná první etapa je z let 1976-1985 a nachází se v ní velký a malý kulturní sál. Druhou etapou se měla stát polyfunkční část obsahující administrativní prostory, obchodní plochy i restauraci. V poslední etapě se chystala stavba prvního multikina v Liberci se třemi kinosály. Kvalitu kulturního domu dokreslují mimo jiné umělecká díla v interiéru.

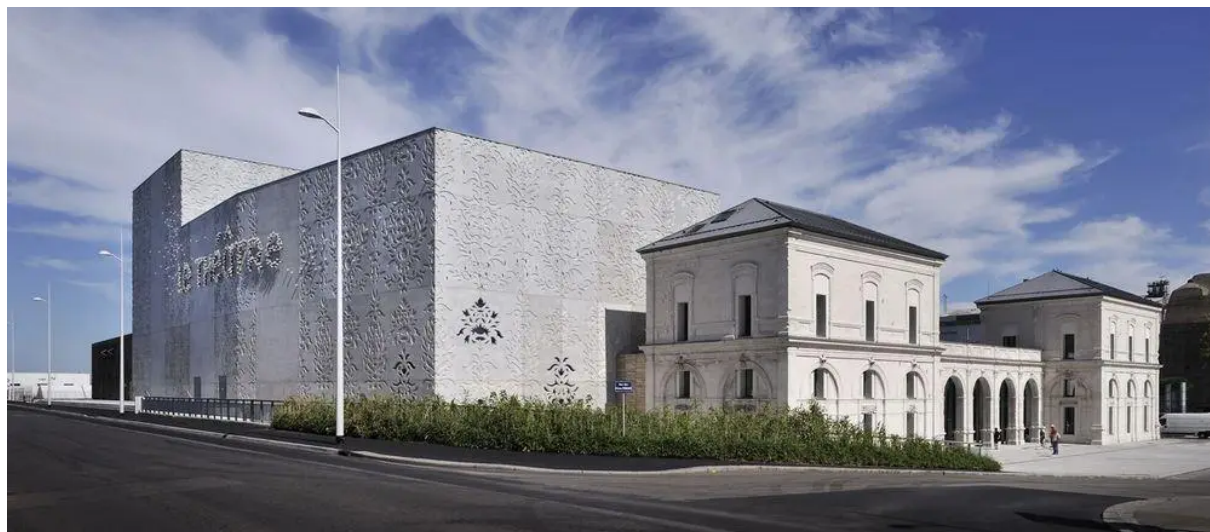


Obrázek č. 10 – Velký sál Domu kultury Liberec

Nynější velký sál se rozkládá na ploše 18,8x25 m a jeho hlediště pojme až tisíc osob. Jeho vnitřní uspořádání je možné měnit do pěti různých rozpoložení podle potřeb klienta. Sál na celou šířku lemuje masivní železobetonový balkón o vyložení přibližně 6 m v čele sálu a 2,5 m po stranách. Přístup na něj tvoří dvojice širokých schodišť po obou stranách sálu viz obrázek č. 10.

2.1.4. Národní divadlo Saint-Nazaire (2012, Francie)

Jedná se o novostavbu divadla ve francouzském městě Saint-Nazaire a adaptaci staré nádražní budovy z 19. století, které spolu tvoří komplex. Důležité je zde podotknout vazbu na minulost. Touto vazbou je nedaleká ponorková základna vystavěná během druhé světové války německou armádou, díky níž se celé město stalo terčem náletů spojeneckých bombardování. Torzo bývalé nádražní budovy je tak jeden z mála zbytků původní zástavby města. Z arkády propojující nádražní budovy po obou stranách tvoří reprezentativní vstup pro nové divadlo v pozadí viz obrázek č. 11.



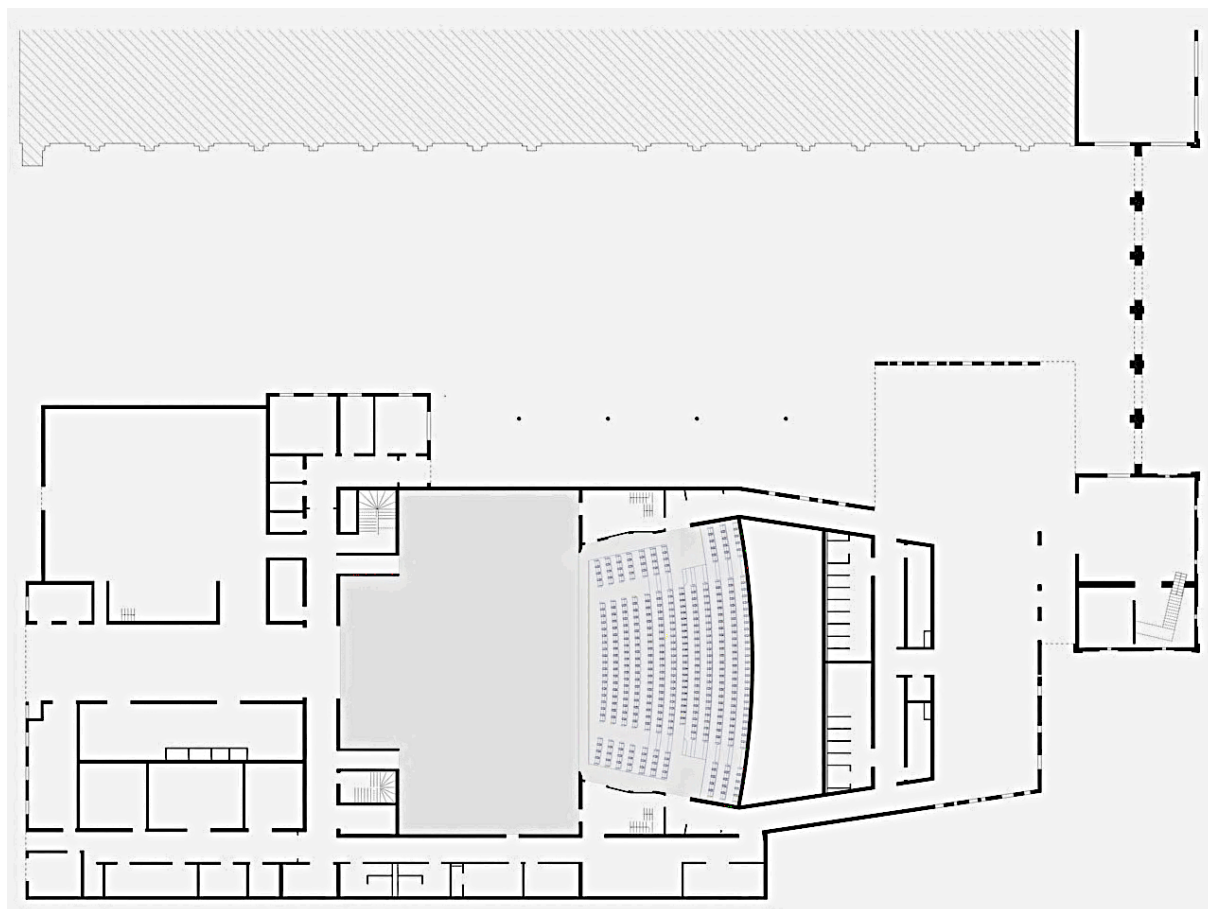
Obrázek č. 11. – Divadlo Saint-Nazaire

Novostavba divadla bohatě využívá pohledového betonu ve střídání hladkého a květinového vzoru, který se používal na hedvábí v 17. století ve Francii. Díky tomuto střídání byla specifická i výstavba, kde hladké prvky jsou odlity na stavbě a prvky s květinovým vzorem jsou lisované prefabrikáty. Divadlo tak svou podobou odkazuje hned na několik částí historie Francie. V podobě květinové vzoru na barokní módu, připojením k torzu klasicistního nádraží na slavnou historii města jako dopravního uzlu pro transatlantické lodě. V neposlední řadě použitím pohledového betonu na ponorkovou základnu, která se stala důvodem zkázy i znovuzrození města.



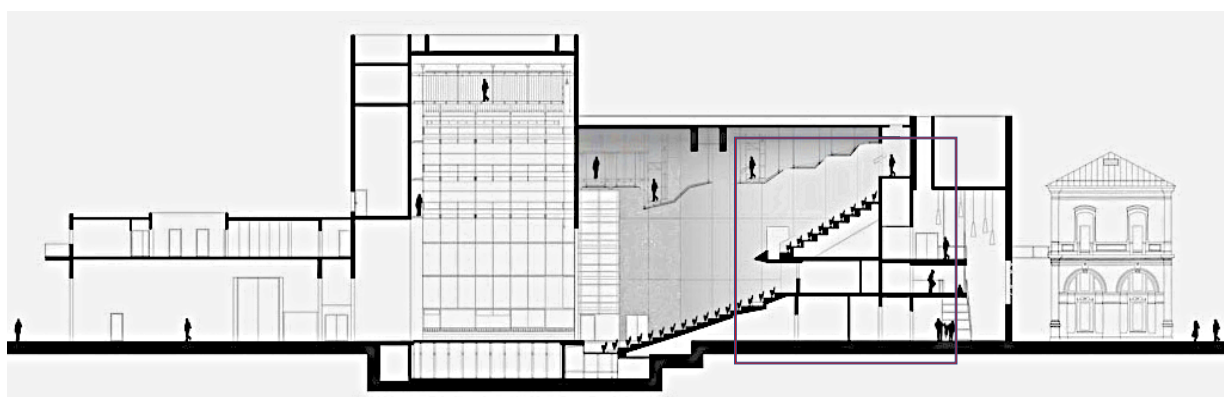
Obrázek č. 12. – Interiér sálu Divadla Saint-Nazaire

Z pohledu požadavků na divadla je toto divadlo francouzskou národní scénou. V divadle je celkem 826 míst, 530 míst v přízemí a 296 míst na balkóně. Konstrukce balkónu je ve tvaru mírného oblouku a podpírána stěnou po celé šířce sálu. V nejvíce namáhaném místě dosahuje vyložení balkónu přibližně 3 m viz obrázek č. 12.



Obrázek č. 13 – Půdorys 1.NP Divadla Saint-Nazaire

Z půdorysu a podélného řezu viz obrázky 13 a 14 je patrná návaznost budovy divadla na stávající torzo bývalého nádraží, které vytváří poměrně velké nádvoří, kde je možné pořádat i venkovní kulturní akce.



Obrázek č. 14 – Podélný řez Divadla Saint-Nazaire

2.2. Statické působení konstrukčních variant, jejich výhody a nevýhody

Balkóny v kulturních budovách mohou být řešeny v různých konstrukčních provedeních, které pak definují způsob roznášení zatížení. Obecným znakem je minimalizace svislých podpor, které omezují výhled diváků a prostor pod balkónem. Nabízí se tak několik možných řešení, které jsou analyzovány níže.

2.2.1. Sloupové podepření

Toto řešení snižuje vyložení balkónové konstrukce, a tak i možné maximální namáhání. Výhodou je značné omezení rozponu ohýbaných průvlaků, a tak i zmenšení jejich průřezů díky podepření tlačnými sloupy. Podepření sloupy je také vhodné v případě, kdy se nachází více balkónů nad sebou a v návaznosti je možné podepřít i strop nad hledištěm. Toto řešení snižuje potřebnou tloušťku konstrukce desky. Tím dojde ke snížení ceny takového řešení. Nevýhodou je možná ztráta cenných míst v hledišti hlavního sálu. Tato skutečnost je ovšem řešena použitím subtilních většinou ocelových sloupů tak, aby byl negativní dopad na diváky, co možná nejmenší. Toto řešení je možné vidět v Divadle F.X. Šaldy viz obrázek č. 15.



Obrázek č. 15 – Podepření balkónů Divadla F.X. Šaldy

2.2.2. Parapetní nosníky

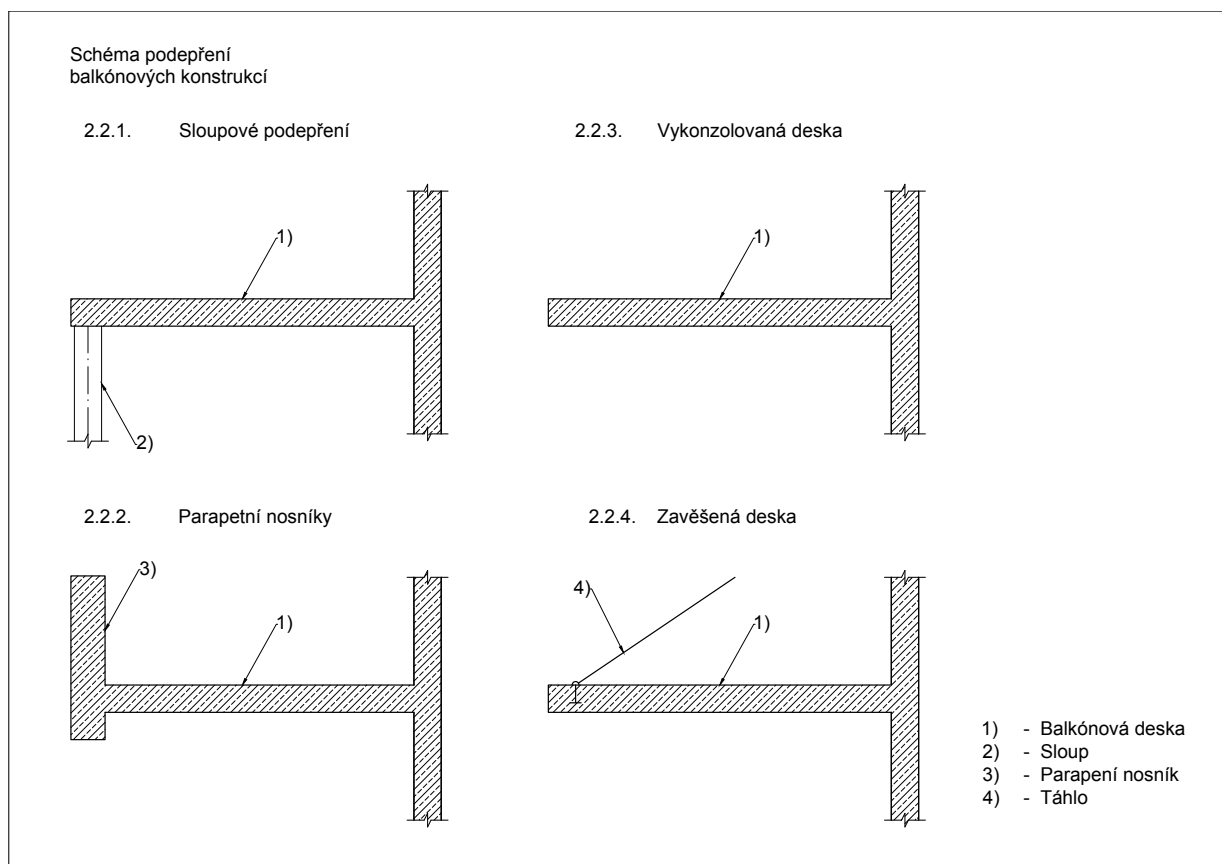
Další možností je nosná konstrukce zábradlí balkónů. Ta funguje jako vysoký ohýbaný nosník a pomáhá roznášet zatížení od samotné balkónové desky v nejvíce namáhaném místě uprostřed rozpětí do nosných stěn sálu, případně do bočních částí balkónů, které mají menší vyložení. Odtud se již zatížení přeneso do nosných obvodových stěn. Výhodou jsou nižší nároky na balkónovou desku, a tak možné snížení potřebné tloušťky konstrukce. Další výhodou je otevření prostoru, a tak i možnosti funkčního využití pro diváky pod balkónem. Nevýhodou pak může být limitace výšky parapetního nosníku kvůli výhledu diváků. Dále náchylnost na kroucení vlivem půdorysného tvaru balkónu, což může tvořit obtížnější a tím pádem i dražší konstrukční řešení. Mezi nevýhody lze zařadit i estetický dojem z takto masivního zábradlí.

2.2.3. Vykonzolovaná deska

Toto řešení vidíme jako nejběžnější v dnešních kulturních budovách. Obdobně jako u předchozího bodu je hlavní výhodou otevření spodní části hlavního sálu pro diváky bez jakýchkoliv podpor, které by snižovali kvalitu využití prostoru. Nevýhodou jsou pak velká zejména tahová namáhání a náchylnost k velkým průhybům. To vše je příčinou vyšších tloušťek takových desek, a tak i vyšších cen dané konstrukce.

2.2.4. Zavěšená deska

Ojedinelé, ale přesto možné řešení je i zavěšení konstrukce. Výhodou je otevřená spodní část sálu bez nutnosti dalších podpor a omezení průhybů balkónové desky. Nevýhodou jsou lana či táhla, které omezí možný zorný úhel z balkónu a přitíží konstrukci stropu nebo střechy nad sálem hlediště, kam budou závěsy uchyceny.



Obrázek č. 16 – Schéma podepření balkónových konstrukcí

2.2.5. Shrnutí technologického vývoje mezi jednotlivými příklady

Z posuzovaných variant je možné vyvodit, že v dřívějších dobách bylo vhodnější využití jednodušších řešení jako například sloupových systémů a průvlaků na kratší rozpětí. To ovšem vedlo ke snížení kvality některých míst či zmenšení kapacity. V dnešních dobách je nejvíce využíváno konzolové železobetonové desky, či obdobných řešení, které nijak neomezují výhled diváků, čímž se zvyšuje kapacita hlediště, avšak i cena konstrukce.

3. Variantní řešení konstrukce balkónu v kině Varšava

3.1 Seznámení s objektem

Budova kina Varšava se nachází v centru Liberce v blízkosti radnice konkrétně ve Frýdlantské ulici. Původní budova ve stylu Art Deco z let 1922 je dílem architektů Effenbergera a Noppese, která nahradila jednodušší přízemní stavbu z roku 1908 viz obrázek č. 17.



Obrázek č. 17 – Venkovní pohled kina Varšava

Jedná se o třípodlažní částečně podsklepený objekt. První dvě patra a suterén slouží jako zázemí kina a poslední podlaží bylo určeno pro garáže a autodílnu. Budova byla unikátní právě tímto spojením kulturní budovy a garáží, a to včetně myčky pro auta, která byla zbourána v roce 2004. V dnešní době se v posledním podlaží nachází italská restaurace. Jak bylo zmíněno v úvodu, kino v dnešní podobě využíváno pouze okrajově a čeká na svou rekonstrukci. Nicméně došlo k opravě foyer, a to našlo nové využití v podobě kavárny Kino káva.



Obrázek č. 18 – Příčný a podélný řez kina Varšava

Pro účely této práce je však objekt uvažován jako novostavba v rozměrech i dispozici původního objektu. Samotný objekt byl řešen v Projektu 2 na katedře betonových a zděných konstrukcí a tato navazující práce se zabývá konkrétně návrhem konstrukce balkónu. Svislé obvodové stěny jsou železobetonové z tloušťek 300 mm. Sál kina je uvažován jako železobetonová rámová konstrukce s žebírkovým stropem. Žebírka mají velikost 160 x 500 mm a osovou vzdálenost 500 mm. Stropní konstrukce v části zázemí kina je tloušťky 200 mm, podpíraná průvlaky 250 x 300 mm a sloupy o rozměrech 300 x 300 mm. V sále pak kruhovými sloupy o průměru 300 mm. Balkónová deska je také uvažována v tloušťce 200 mm. Vnitřní nosné stěny mají tloušťky 200 a 300 mm. Poslední nadzemní podlaží, které není součástí kina, je uvažováno jako zděné s dutinových cihel v tloušťce 300 mm. Konstrukci střechy tvoří lisované dřevěné vazníky.

3.2 Variantní řešení balkónové konstrukce

Následující části se zabývají výběrem nejvhodnější varianty, která vyhoví požadavkům na mezní stav únosnosti nejvíce efektivně. Jednotlivé varianty jsou přehledně vidět ve výkresech tvaru a schématech vyztužení parapetních nosníků viz přílohy.

3.2.1 Zatížení

Stropní a balkónová deska:

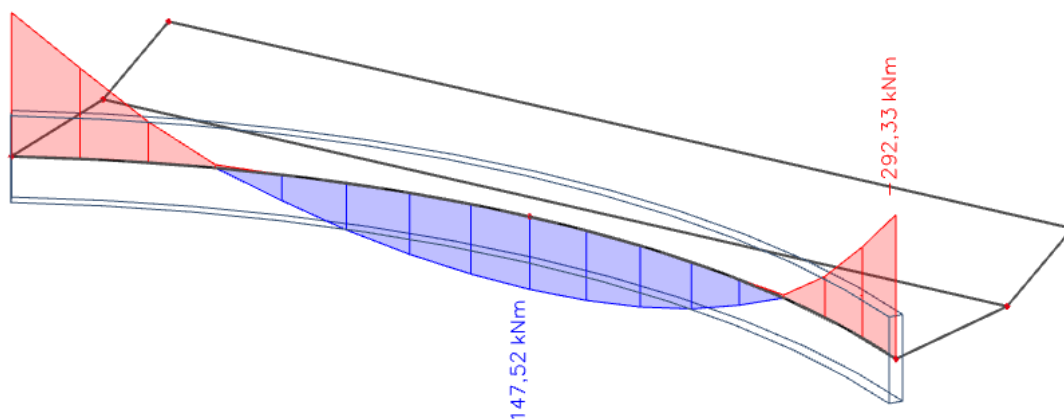
Stálé zatížení:	g_k [kN/m ²]	γ [-]	g_d [kN/m ²]
Podlaha	0,5		0,68
Vlastní tíha	0,2x25 = 5	1,35	6,75
Ostatní stálé	1,5		2,03
Σ	7		9,46
Proměnné zatížení:	q_k [kN/m ²]	γ [-]	q_d [kN/m ²]
Užitné	2	1,5	3
Σ	2		3

Tabulka č. 1 – Zatížení na stropní a balkónovou desku

3.2.2 Kruhový parapetní nosník

V této variantě podpírá balkónovou desku kruhový parapetní nosník o obloukové délce 14374 mm a poloměru oblouku 13875 mm viz výkres tvaru pro variantu 1.

Z empirických vztahů plyne výška nosníku ze vztahu $h_t = 14374/12 = 1197$ mm, volím 1200 mm. Parapetní nosník je namáhán ohybovým momentem nad podporou o velikosti $M_y = -292,33$ kNm, dále ohybovým momentem v poli o velikosti $M_y = 147,52$ kNm. Posouzení výztuže na ohybové namáhání viz tabulky č. 2 a č. 3. Dále na prvek působí kombinace smyku a kroucení. Velikost maximální posouvající síly je $V_z = -119,38$ kN. Maximální torzní moment $M_x = -9,46$ kNm. Vyztužení na toto namáhání viz tabulka č. 4. Na desku pak působí ohybové momenty $m_x = -17,61$ kNm a $m_y = -19,77$ kNm. Na toto namáhání je navržena výztuž viz tabulky č. 5 a č. 6.



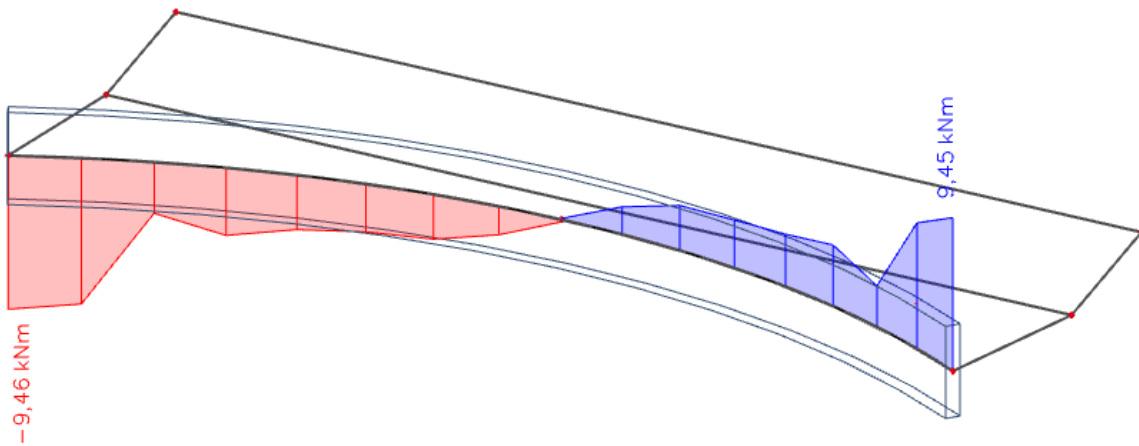
Obrázek č. 20 – Ohybový moment M_y [kNm] varianta 1

ÚNOSNOST PRŮŘEZU V OHYBU		VARIANTA 1 (v poli)	
Materiály:			
Beton C30/37		Výztuž B500B	
char. pevnost v tlaku	$f_{ck} = 30$ MPa	char. mez kluzu	$f_{yk} = 500$ MPa
návrh. pevnost v tlaku	$f_{cd} = 20$ MPa	návrh. mez kluzu	$f_{yd} = 434,78$ MPa
střední pevnost v tahu	$f_{ctm} = 2,9$ MPa		
Geometrie:		Navržená výztuž	
šířka	$b = 200$ mm	poměr. ohybový moment	$\mu = 0,027$ -
výška	$h = 1200$ mm	součinitel	$\zeta = 0,987$ -
krýcí vrstva	$c = 20$ mm	součinitel	$\xi = 0,035$ -
účinná výška průřezu	$d = 1162$ mm	potřebná plocha výztuže	$A_{s,req} = 298,8$ mm ²
		profil výztuže	$\phi_s = 16$ mm
		počet prutů	$n = 2$ ks
		plocha výztuže	$A_{s,prov} = 402$ mm ²
		předpok. profil třmínku	$\phi_{sw} = 10$ mm
Únosnost průřezu:			
výška tlačené oblasti	$x = 54,6$ mm	$\lambda = 0,8$	
rameno vnitřních sil	$z = 1140,2$ mm	$\eta = 1$	
moment únosnosti	$M_{Rd} = 199,28$ kNm	$M_{Ed} = 147,52$ kNm	VYHOVUJE
využití	74,03 %		
Vztahy:			
$\mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} \quad A_{s,rqd} = \frac{0,8 \cdot b \cdot d \cdot \xi \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \quad x = \frac{A_{s,prov} \cdot f_{yd}}{\eta \cdot \lambda \cdot b \cdot f_{cd}} \quad z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x \quad M_{Rd} = A_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot z$			
Konstrukční zásady:			
poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = 0,05$ -	<	$\xi_{max} = 0,45$ - VYHOVUJE
min. plocha výztuže	$A_{s,min} = 350,5$ mm ²	<	$A_{s,prov} = 402$ mm ² VYHOVUJE
max. plochy výztuže	$A_{s,max} = 9296,0$ mm ²	>	$A_{s,prov} = 402$ mm ² VYHOVUJE
min. světlá vzdálenost mezi pruty	$s_{l,min} = 21,0$ mm	<	$s_l = 108$ mm VYHOVUJE
max. ososvá vzdálenost prutů	$s_{max} = 250,0$ mm	>	$s = 124$ mm VYHOVUJE
Vztahy:			
$\xi = \frac{x}{d} \quad A_{s,min} = \max\left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\right) \quad s_l = \max(1,2 \cdot \phi; D_{max} + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm})$ $A_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot d \quad s_{max} = \min(2 \cdot h; 250 \text{ mm})$			

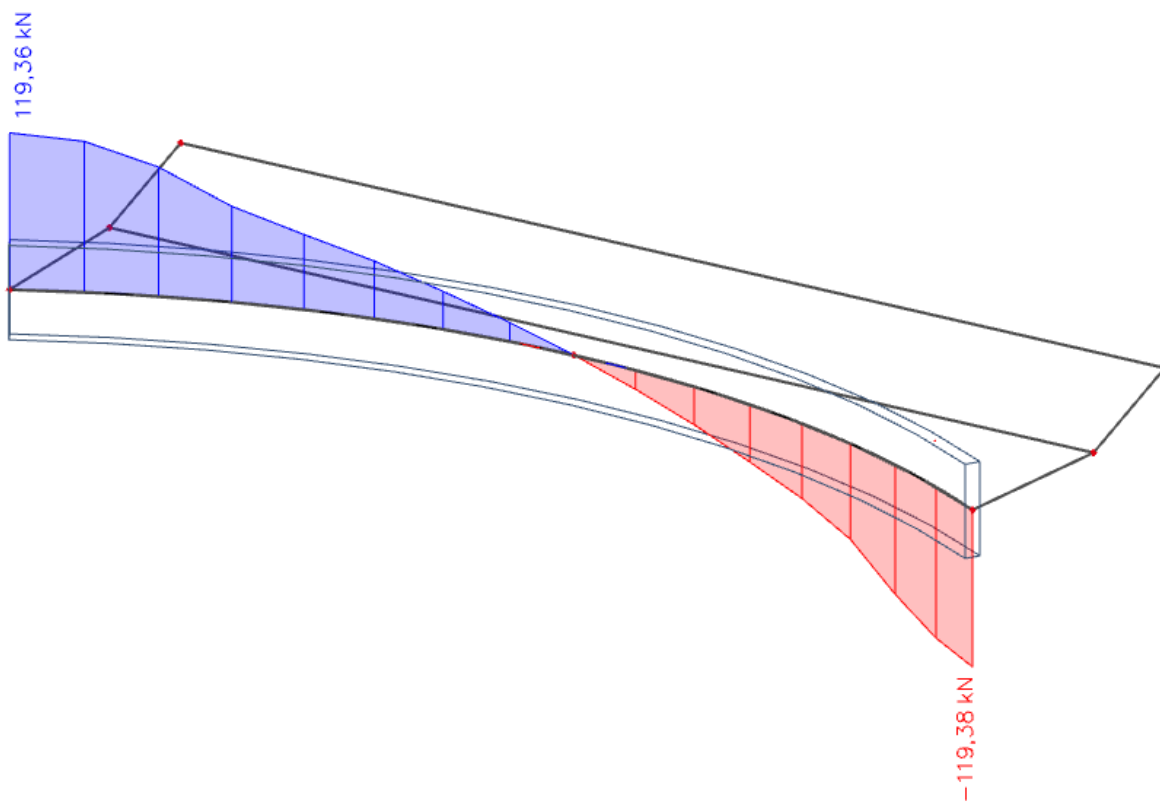
Tabulka č. 2 – Návrh ohybové výztuže varianta 1 (v poli)

ÚNOSNOST PRŮŘEZU V OHYBU		VARIANTA 1 (nad podporou)	
Materiály:			
Beton C30/37		Výztuž B500B	
char. pevnost v tlaku	$f_{ck} = 30$ MPa	char. mez kluzu	$f_{yk} = 500$ MPa
návrh. pevnost v tlaku	$f_{cd} = 20$ MPa	návrh. mez kluzu	$f_{yd} = 434,78$ MPa
střední pevnost v tahu	$f_{ctm} = 2,9$ MPa		
Geometrie:		Navržená výztuž	
šířka	$b = 200$ mm	poměr. ohybový moment	$\mu = 0,054$ -
výška	$h = 1200$ mm	součinitel	$\zeta = 0,972$ -
krýcí vrstva	$c = 20$ mm	součinitel	$\xi = 0,069$ -
účinná výška průřezu	$d = 1160$ mm	potřebná plocha výztuže	$A_{s,req} = 589,1$ mm ²
		profil výztuže	$\phi_s = 20$ mm
		počet prutů	$n = 2$ ks
		plocha výztuže	$A_{s,prov} = 628$ mm ²
		předpok. profil třmínku	$\phi_{sw} = 10$ mm
Únosnost průřezu:			
výška tlačené oblasti	$x = 85,3$ mm	$\lambda = 0,8$	
rameno vnitřních sil	$z = 1125,9$ mm	$\eta = 1$	
moment únosnosti	$M_{Rd} = 307,41$ kNm	$M_{Ed} = 292,33$ kNm	VYHOVUJE
využití	95,09 %		
Vztahy:			
$\mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} \quad A_{s,rqd} = \frac{0,8 \cdot b \cdot d \cdot \xi \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \quad x = \frac{A_{s,prov} \cdot f_{yd}}{\eta \cdot \lambda \cdot b \cdot f_{cd}} \quad z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x \quad M_{Rd} = A_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot z$			
Konstrukční zásady:			
poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = 0,07$ -	<	$\xi_{max} = 0,45$ - VYHOVUJE
min. plocha výztuže	$A_{s,min} = 349,9$ mm ²	<	$A_{s,prov} = 628$ mm ² VYHOVUJE
max. plochy výztuže	$A_{s,max} = 9280,0$ mm ²	>	$A_{s,prov} = 628$ mm ² VYHOVUJE
min. světlá vzdálenost mezi pruty	$s_{l,min} = 24,0$ mm	<	$s_l = 100$ mm VYHOVUJE
max. ososvá vzdálenost prutů	$s_{max} = 250,0$ mm	>	$s = 120$ mm VYHOVUJE
Vztahy:			
$\xi = \frac{x}{d} \quad A_{s,min} = \max\left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\right) \quad s_l = \max(1,2 \cdot \phi; D_{max} + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm})$ $A_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot d \quad s_{max} = \min(2 \cdot h; 250 \text{ mm})$			

Tabulka č. 3 – Návrh ohybové výztuže varianta 1 (nad podporou)



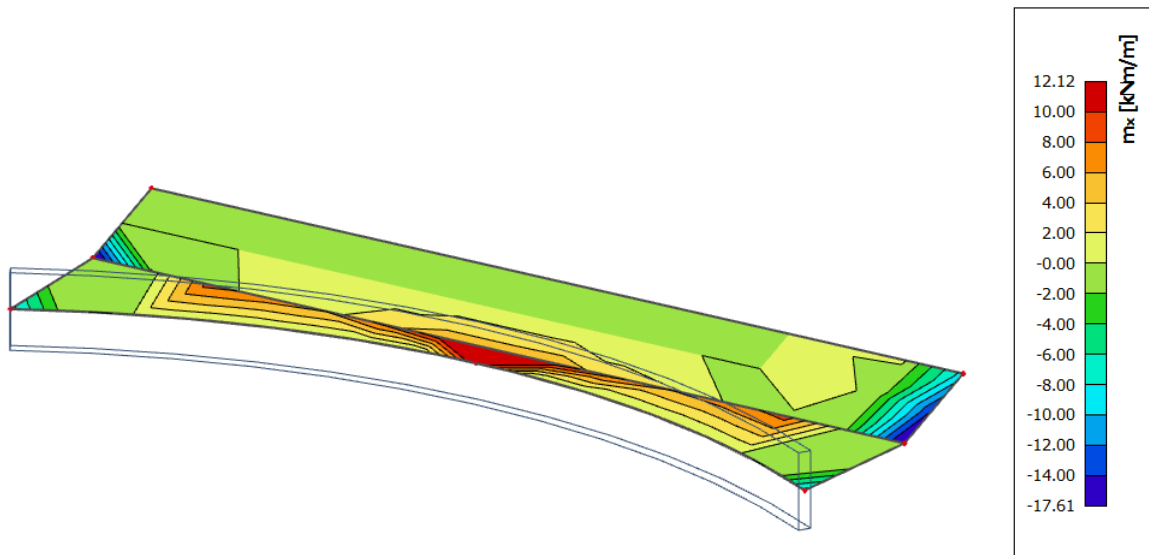
Obrázek č. 21 – Torzní moment $M_x (T_{Ed})$ [kNm] varianta 1



Obrázek č. 22 – Posouvající síla $V_z (V_{Ed})$ [kN] varianta 1

ÚNOSNOST PRŮŘEZU V KOMBINACI SMYKU A KROUCENÍ		VARIANTA 1	
Materiály:			
Beton C30/37		Výztuž B500B	
char. pevnost v tlaku	$f_{ck} = 30$ MPa	char. mez kluzu	$f_{yk} = 500$ MPa
návrh. pevnost v tlaku	$f_{cd} = 20$ MPa	návrh. mez kluzu	$f_{ywd} = f_{yd} = 434,78$ MPa
střední pevnost v tahu	$f_{ctm} = 2,9$ MPa		
redukční součinitel	$\alpha_c = 0,75$ -		
Geometrie:		Navržená ohybová výztuž	
šířka	$b = 200$ mm	profil ohybové výztuže	$\phi_s = 16$ mm
výška	$h = 1200$ mm	plocha ohybové výztuže	$A_{s,prov} = 402$ mm ²
krycí vrstva	$c = 20$ mm	předpok. profil třmínku	$\phi_{sw} = 10$ mm
účinná výška průřezu	$d = 1162$ mm	rameno vnitřních sil	$z = 1140,2$ mm
plocha průřezu	$A = 0,24$ m ²	výška tlačené oblasti	$x = 54,6$ mm
vnější obvod průřezu	$u = 2,80$ m		$\lambda = 0,8$ -
účinná tloušťka stěny	$t_{ef} = 0,086$ m		$\eta = 1$ -
účinné jádro průřezu	$b_k = 0,114$ m		
	$h_k = 1,114$ m		
plocha omezená střednicí	$A_k = 0,127$ m ²		
obvod průřezu A_k	$u_k = 2,46$ m		
sklon tlačené diagonály	$\theta = 45$ °		
	$\cot \theta = 1$ -		
Únosnost tlačené diagonály:			
	$T_{Rd,max} = 77,29$ kNm	$T_{Ed} = 9,46$ kNm	VYHOVUJE
	$V_{Rd,max} = 1204,00$ kN	$V_{Ed} = 119,38$ kN	VYHOVUJE
Maximální únosnost			
	$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd,max}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} = 0,22$	< 1	VYHOVUJE
Návrh podélné výztuže na kroucení:			
potřebná plocha výztuže	$\Sigma A_{sl} = 0,000210$ m ²	$= 209,91$ mm ²	
profil podélné výztuže	$\phi_{sl} = 10$ mm		
počet prutů	$n = 4$ ks		
výsledná plocha výztuže	$A_{sl,prov} = 314$ mm ²	$> 209,91$ mm ²	VYHOVUJE
Návrh třmínků na kroucení:			
zvolená vzdálenost třmínků	$s_{wt} = 0,25$ m		
potřebná plocha výztuže	$\Sigma A_{swt} = 0,000021$ m ²	$= 21,36$ mm ²	
Konstrukční zásady:			
max. vzdálenost třmínků	$s_{wt} = 250$ mm	$< s = 400$ mm	VYHOVUJE
Návrh třmínků na smyk:			
zvolená vzdálenost třmínků	$s_1 = 0,25$ m		
potřebná plocha výztuže	$A_{sw} = 0,000060$ m ²	$= 60,21$ mm ²	
Konstrukční zásady:			
max. vzdálenost třmínků	$s_1 = 250$ mm	$< s = 400$ mm	VYHOVUJE
Posouzení třmínků:			
Celková potřebná plocha výztuže	$81,56$ mm ²		
profil třmínku	$\phi_{sw} = 10$ mm		
střížnost	$n = 2$ -		
výsledná plocha výztuže	$A_{sw,prov} = 157$ mm ²	$> 81,56$ mm ²	VYHOVUJE
vzdálenost třmínků	$s = 0,25$ m		
Vztahy:			
	$T_{Rd,max} = 2v\alpha_{cw}f_{cd}A_kf_{efj}\sin\theta\cos\theta$	$\frac{\Sigma A_{sl}f_{yd}}{u_k} = \frac{T_{Ed}}{2A_k\cot\theta}$	$T_{Ed}/T_{Rd,max} + V_{Ed}/V_{Rd,max} \leq 1,0$
	$V_{Rd,max} = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \cdot \frac{\cot\theta}{1 + \cot^2\theta} \geq V_{Ed,max}$	$s_1 \leq \frac{A_{sw} \cdot f_{yd}}{V_{Ed,1}} \cdot z \cdot \cot\theta$	$s \leq \min(0,75 \cdot d; 400 \text{ mm})$

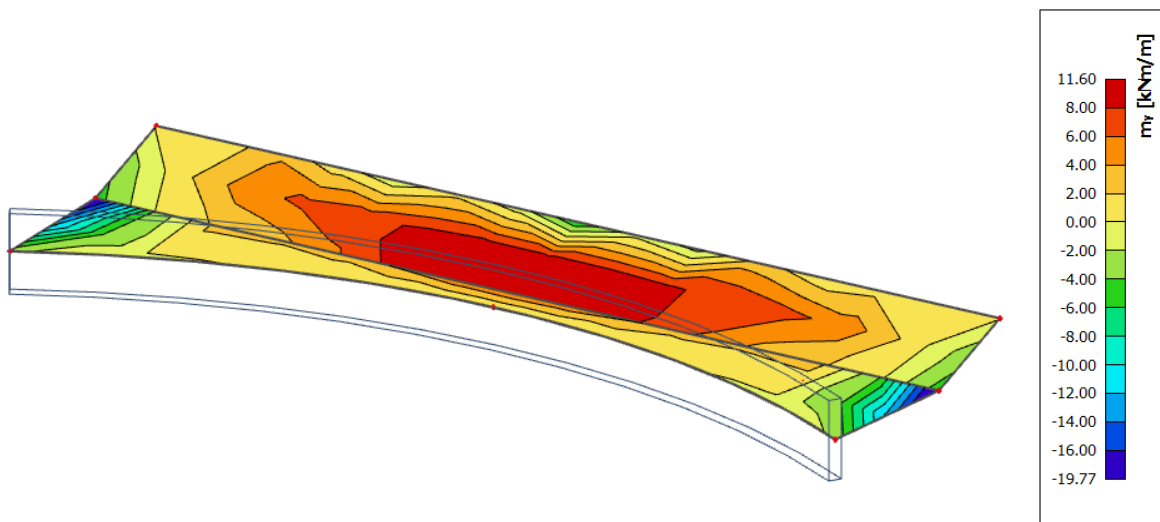
Tabulka č. 4 – Návrh podélné a příčné výztuže na smyk a kroucení varianta 1



Obrázek č. 23 – Ohybový moment m_x [kNm] varianta 1
 Obrázek č. 24 – Legenda k obrázku č. 23

ÚNOSNOST DESKY V OHYBU		VARIANTA 1 (m_x)	
Materiály:			
Beton C30/37		Výztuž B500B	
char. pevnost v tlaku	$f_{ck} = 30$ MPa	char. mez kluzu	$f_{yk} = 500$ MPa
návrh. pevnost v tlaku	$f_{cd} = 20$ MPa	návrh. mez kluzu	$f_{yd} = 434,78$ MPa
střední pevnost v tahu	$f_{ctm} = 2,9$ MPa		
Geometrie:			
šířka	$b = 1000$ mm	Navržená výztuž	
výška	$h = 200$ mm	poměr. ohybový moment	$\mu = 0,029$ -
krycí vrstva	$c = 20$ mm	součinitel	$\zeta = 0,985$ -
účinná výška průřezu	$d = 175$ mm	součinitel	$\xi = 0,038$ -
		potřebná plocha výztuže	$a_{s,req} = 243,3$ mm ²
		profil výztuže	$\phi_s = 10$ mm
		počet prutů	$n = 4$ ks
		plocha výztuže	$a_{s,prov} = 314$ mm ²
Únosnost průřezu:			
výška tlačené oblasti	$x = 8,5$ mm	$\lambda = 0,8$	
rameno vnitřních sil	$z = 171,6$ mm	$\eta = 1$	
moment únosnosti	$m_{Rd} = 23,43$ kNm	$m_{Ed} = 17,62$ kNm	VYHOVUJE
využití	75,22 %		
Rozdělovací výztuž:			
potřebná plocha výztuže	$a_{s,req} = 62,8$ mm ²		
profil výztuže	$\phi_s = 6$ mm		
počet prutů	$n = 4$ ks		
plocha výztuže	$a_{s,prov} = 113$ mm ²	$a_{s,req} = 62,8$ mm ²	VYHOVUJE
Vztahy:			
$\mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} \quad A_{s,reqd} = \frac{0,8 \cdot b \cdot d \cdot \xi \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \quad x = \frac{A_{s,prov} \cdot f_{yd}}{\eta \cdot \lambda \cdot b \cdot f_{cd}} \quad z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x \quad M_{Rd} = A_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot z$			
Konstrukční zásady:			
poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = 0,05$ -	$\xi_{max} = 0,45$ -	VYHOVUJE
min. plocha výztuže	$a_{s,min} = 263,9$ mm ²	$a_{s,prov} = 314$ mm ²	VYHOVUJE
max. ososvá vzdálenost prutů	$s_{max} = 300,0$ mm	$s = 250$ mm	VYHOVUJE
Vztahy:			
$\xi = \frac{x}{d} \quad A_{s,min} = \max\left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\right) \quad s_{max} = \min(2 \cdot h; 250 \text{ mm})$			

Tabulka č. 5 – Návrh ohybové výztuže desky ve směru m_x varianta 1



Obrázek č. 25 – Ohybový moment m_y [kNm] varianta 1
 Obrázek č. 26 – Legenda k obrázku č. 25

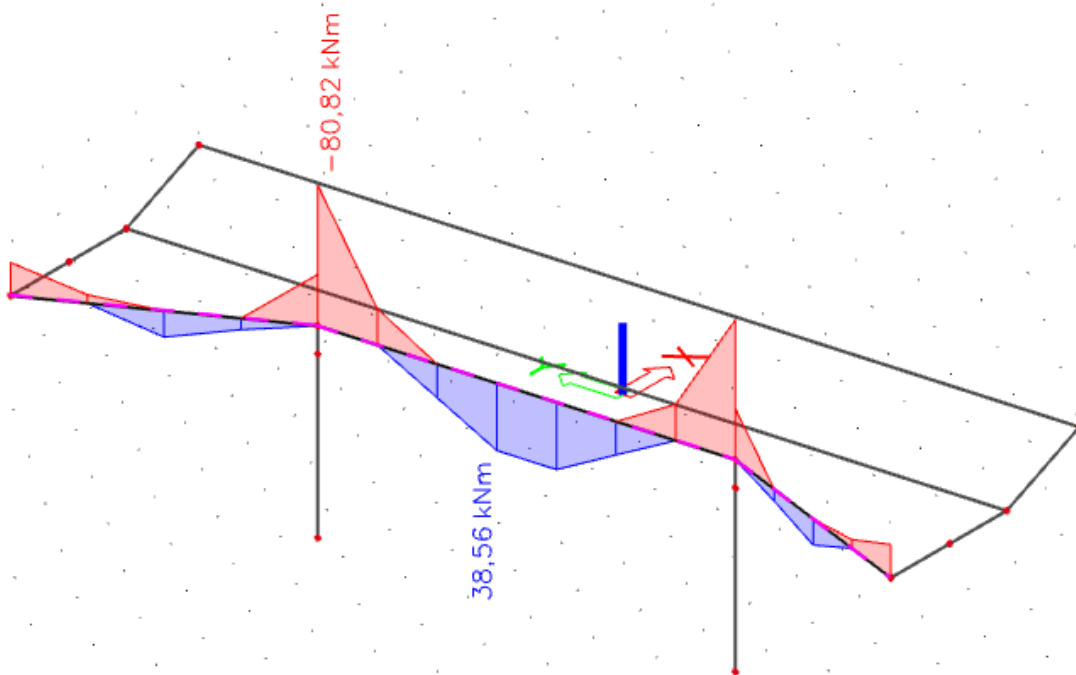
ÚNOSNOST DESKY V OHYBU		VARIANTA 1 (m_y)	
Materiály:			
Beton C30/37			
char. pevnost v tlaku	$f_{ck} = 30$ MPa	Výztuž B500B	
návrh. pevnost v tlaku	$f_{cd} = 20$ MPa	char. mez kluzu	$f_{yk} = 500$ MPa
střední pevnost v tahu	$f_{ctm} = 2,9$ MPa	návrh. mez kluzu	$f_{yd} = 434,78$ MPa
Geometrie:			
šířka	$b = 1000$ mm	Navržená výztuž	
výška	$h = 200$ mm	poměrný ohybový moment	$\mu = 0,061$ -
krycí vrstva	$c = 20$ mm	součinitel	$\zeta = 0,968$ -
účinná výška průřezu	$d = 174$ mm	součinitel	$\xi = 0,079$ -
		potřebná plocha výztuže	$a_{s,req} = 505,9$ mm ²
		profil výztuže	$\phi_s = 12$ mm
		počet prutů	$n = 5$ ks
		plocha výztuže	$a_{s,prov} = 566$ mm ²
Únosnost průřezu:			
výška tláčené oblasti	$x = 15,4$ mm	$\lambda = 0,8$	
rameno vnitřních sil	$z = 167,8$ mm	$\eta = 1$	
moment únosnosti	$m_{Rd} = 41,31$ kNm	$m_{Ed} = 37,02$ kNm	VYHOVUJE
využití	89,63 %		
Rozdělovací výztuž:			
potřebná plocha výztuže	$a_{s,req} = 113,2$ mm ²		
profil výztuže	$\phi_s = 6$ mm		
počet prutů	$n = 5$ ks		
plocha výztuže	$a_{s,prov} = 141$ mm ²	$a_{s,req} = 113,2$ mm ²	VYHOVUJE
Vztahy:			
$\mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} \quad A_{s,rqd} = \frac{0,8 \cdot b \cdot d \cdot \xi \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \quad x = \frac{A_{s,prov} \cdot f_{yd}}{\eta \cdot \lambda \cdot b \cdot f_{cd}} \quad z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x \quad M_{Rd} = A_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot z$			
Konstrukční zásady:			
poměrná výška tláčené oblasti	$\xi = 0,09$ -	$\xi_{max} = 0,45$ -	VYHOVUJE
min. plocha výztuže	$a_{s,min} = 262,4$ mm ²	$a_{s,prov} = 566$ mm ²	VYHOVUJE
max. osová vzdálenost prutů	$s_{max} = 300,0$ mm	$s = 200$ mm	VYHOVUJE
Vztahy:			
$\xi = \frac{x}{d} \quad A_{s,min} = \max\left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\right) \quad s_{max} = \min(2 \cdot h; 250 \text{ mm})$			

Tabulka č. 6 – Návrh ohybové výztuže desky ve směru m_y varianta 1

3.2.3 Lomený parapetní nosník podepřený sloupy

V tomto případě se jedná o parapetní nosník na maximální rozpětí mezi sloupy 6660 mm.

Z empirických vztahů plyne výška nosníku ze vztahu $h_t = 6660/10 = 666$ mm, volím 800 mm. Parapetní nosník je namáhán ohybovým momentem nad podporou o velikosti $M_y = -80,82$ kNm, dále ohybovým momentem v poli o velikosti $M_y = 36,56$ kNm. Posouzení výztuže na ohybové namáhání viz tabulky č. 7 a č. 8. Dále na prvek působí kombinace smyku a kroucení. Velikost maximální posouvající síly je $V_z = 5,87$ kN. Maximální torzní moment $M_x = 58,08$ kNm. Vyztužení na toto namáhání viz tabulka č. 9. Na desku pak působí ohybové momenty $m_x = -21,10$ kNm a $m_y = -10,24$ kNm. Na toto namáhání je navržena výztuž viz tabulky č. 10 a č. 11. Parapetní nosník v obou zlomech podpírá kruhový sloup o průměru 200 mm.



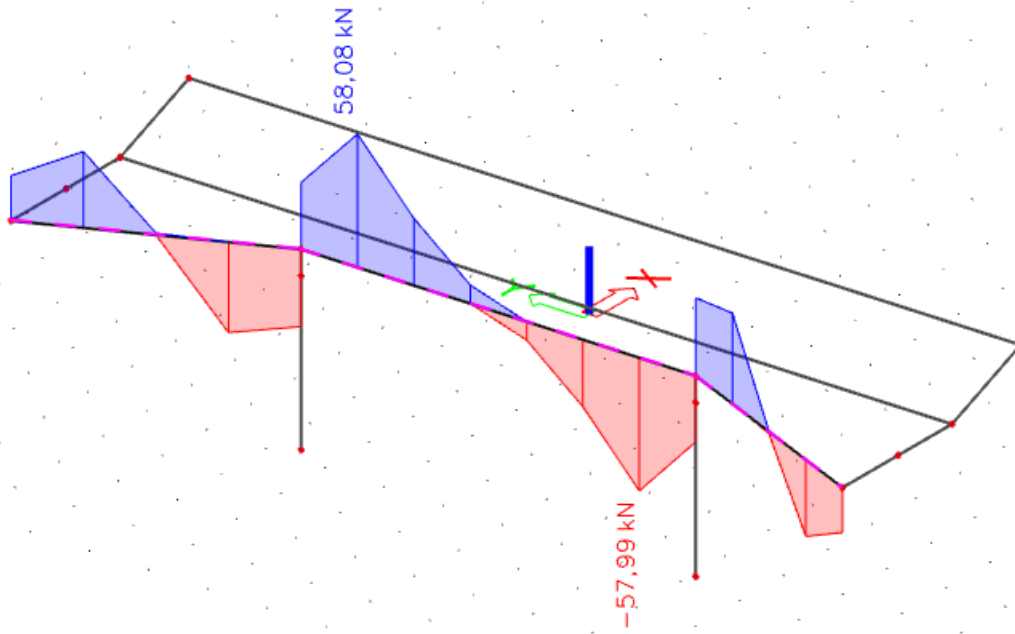
Obrázek č. 27 – Ohybový moment M_y [kNm] varianta 2

ÚNOSNOST PRŮŘEZU V OHYBU		VARIANTA 2 (v poli)	
Materiály:			
Beton C30/37		Výztuž B500B	
char. pevnost v tlaku	$f_{ck} = 30$ MPa	char. mez kluzu	$f_{yk} = 500$ MPa
návrh. pevnost v tlaku	$f_{cd} = 20$ MPa	návrh. mez kluzu	$f_{yd} = 434,78$ MPa
střední pevnost v tahu	$f_{ctm} = 2,9$ MPa		
Geometrie:		Navržená výztuž	
šířka	$b = 200$ mm	poměr. ohybový moment	$\mu = 0,041$ -
výška	$h = 800$ mm	součinitel	$\zeta = 0,979$ -
krycí vrstva	$c = 20$ mm	součinitel	$\xi = 0,053$ -
účinná výška průřezu	$d = 763$ mm	potřebná plocha výztuže	$A_{s,req} = 296,5$ mm ²
		profil výztuže	$\phi_s = 14$ mm
		počet prutů	$n = 2$ ks
		plocha výztuže	$A_{s,prov} = 308$ mm ²
		předpok. profil třmínku	$\phi_{sw} = 10$ mm
Únosnost průřezu:			
výška tlačené oblasti	$x = 41,8$ mm	$\lambda = 0,8$	
rameno vnitřních sil	$z = 746,3$ mm	$\eta = 1$	
moment únosnosti	$M_{Rd} = 99,93$ kNm	$M_{Ed} = 94,49$ kNm	VYHOVUJE
využití	94,55 %		
Vztahy:			
$\mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} \quad A_{s,rqd} = \frac{0,8 \cdot b \cdot d \cdot \xi \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \quad x = \frac{A_{s,prov} \cdot f_{yd}}{\eta \cdot \lambda \cdot b \cdot f_{cd}} \quad z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x \quad M_{Rd} = A_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot z$			
Konstrukční zásady:			
poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = 0,05$ -	<	$\xi_{max} = 0,45$ - VYHOVUJE
min. plocha výztuže	$A_{s,min} = 230,1$ mm ²	<	$A_{s,prov} = 308$ mm ² VYHOVUJE
max. plochy výztuže	$A_{s,max} = 6104,0$ mm ²	>	$A_{s,prov} = 308$ mm ² VYHOVUJE
min. světlá vzdálenost mezi pruty	$s_{l,min} = 21,0$ mm	<	$s_l = 112$ mm VYHOVUJE
max. ososvá vzdálenost prutů	$s_{max} = 250,0$ mm	>	$s = 126$ mm VYHOVUJE
Vztahy:			
$\xi = \frac{x}{d} \quad A_{s,min} = \max(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d) \quad s_l = \max(1,2 \cdot \emptyset; D_{max} + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm})$			
$A_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot d \quad s_{max} = \min(2 \cdot h; 250 \text{ mm})$			

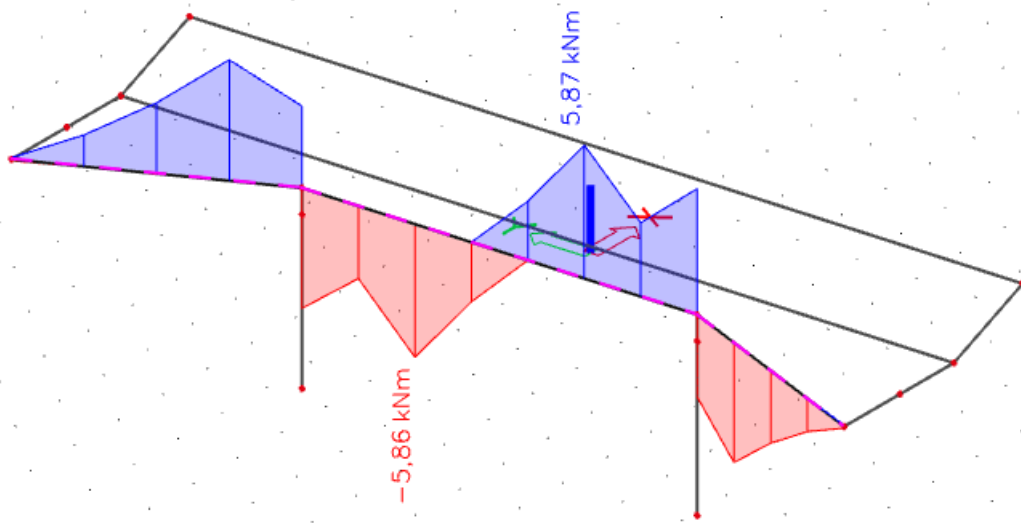
Tabulka č. 7 – Návrh ohybové výztuže varianta 2 (v poli)

ÚNOSNOST PRŮŘEZU V OHYBU		VARIANTA 2 (nad podporou)	
Materiály:			
Beton C30/37		Výztuž B500B	
char. pevnost v tlaku	$f_{ck} = 30$ MPa	char. mez kluzu	$f_{yk} = 500$ MPa
návrh. pevnost v tlaku	$f_{cd} = 20$ MPa	návrh. mez kluzu	$f_{yd} = 434,78$ MPa
střední pevnost v tahu	$f_{ctm} = 2,9$ MPa		
Geometrie:		Navržená výztuž	
šířka	$b = 200$ mm	poměr. ohybový moment	$\mu = 0,068$ -
výška	$h = 800$ mm	součinitel	$\zeta = 0,966$ -
krycí vrstva	$c = 20$ mm	součinitel	$\xi = 0,088$ -
účinná výška průřezu	$d = 761$ mm	potřebná plocha výztuže	$A_{s,req} = 492,2$ mm ²
		profil výztuže	$\phi_s = 18$ mm
		počet prutů	$n = 2$ ks
		plocha výztuže	$A_{s,prov} = 509$ mm ²
		předpok. profil třmínku	$\phi_{sw} = 10$ mm
Únosnost průřezu:			
výška tlačené oblasti	$x = 69,2$ mm	$\lambda = 0,8$	
rameno vnitřních sil	$z = 733,3$ mm	$\eta = 1$	
moment únosnosti	$M_{Rd} = 162,29$ kNm	$M_{Ed} = 156,74$ kNm	VYHOVUJE
využití	96,58 %		
Vztahy:			
$\mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} \quad A_{s,rqd} = \frac{0,8 \cdot b \cdot d \cdot \xi \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \quad x = \frac{A_{s,prov} \cdot f_{yd}}{\eta \cdot \lambda \cdot b \cdot f_{cd}} \quad z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x \quad M_{Rd} = A_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot z$			
Konstrukční zásady:			
poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = 0,09$ -	<	$\xi_{max} = 0,45$ - VYHOVUJE
min. plocha výztuže	$A_{s,min} = 229,5$ mm ²	<	$A_{s,prov} = 509$ mm ² VYHOVUJE
max. plochy výztuže	$A_{s,max} = 6088,0$ mm ²	>	$A_{s,prov} = 509$ mm ² VYHOVUJE
min. světlá vzdálenost mezi pruty	$s_{l,min} = 21,6$ mm	<	$s_l = 104$ mm VYHOVUJE
max. ososvá vzdálenost prutů	$s_{max} = 250,0$ mm	>	$s = 122$ mm VYHOVUJE
Vztahy:			
$\xi = \frac{x}{d} \quad A_{s,min} = \max(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d) \quad s_l = \max(1,2 \cdot \emptyset; D_{max} + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm})$			
$A_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot d \quad s_{max} = \min(2 \cdot h; 250 \text{ mm})$			

Tabulka č. 8 – Návrh ohybové výztuže varianta 2 (nad podporou)



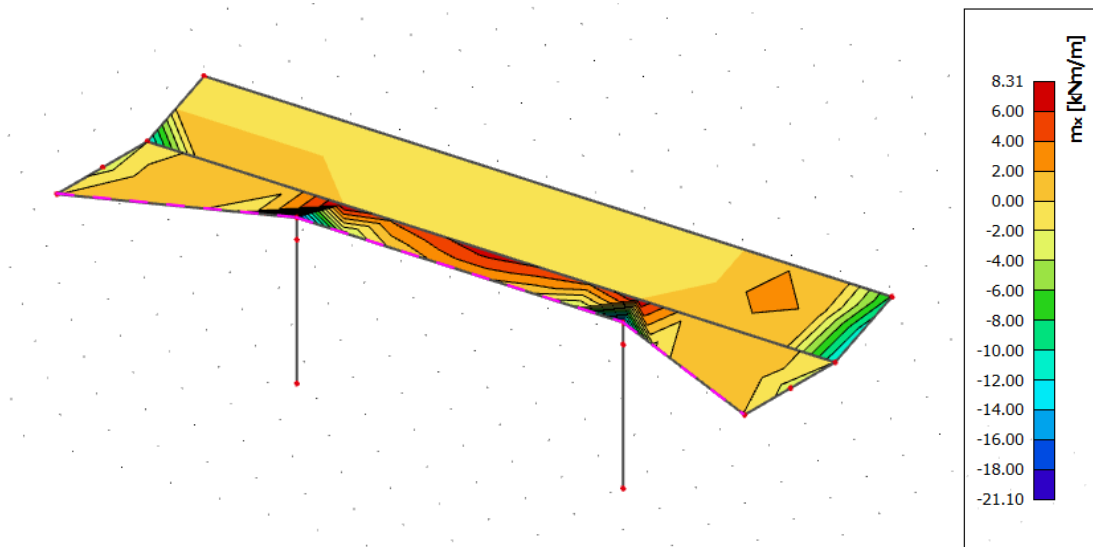
Obrázek č. 28 – Torzní moment $M_x (T_{Ed})$ [kNm] varianta 2



Obrázek č. 29 – Posouvající síla $V_z (V_{Ed})$ [kN] varianta 2

ÚNOSNOST PRŮŘEZU V KOMBINACI SMYKU A KROUCENÍ		VARIANTA 2	
Materiály:			
Beton C30/37		Výztuž B500B	
char. pevnost v tlaku	$f_{ck} = 30$ MPa	char. mez kluzu	$f_{yk} = 500$ MPa
návrh. pevnost v tlaku	$f_{cd} = 20$ MPa	návrh. mez kluzu	$f_{ywd} = f_{yd} = 434,78$ MPa
střední pevnost v tahu	$f_{ct,m} = 2,9$ MPa		
redukční součinitel	$\alpha_{cc} = 0,75$ -		
Geometrie:		Navržená ohybová výztuž	
šířka	$b = 200$ mm	profil ohybové výztuže	$\phi_s = 14$ mm
výška	$h = 800$ mm	plocha ohybové výztuže	$A_{s,prov} = 308$ mm ²
krycí vrstva	$c = 20$ mm	předpok. profil třmínku	$\phi_{sw} = 10$ mm
účinná výška průřezu	$d = 763$ mm	rameno vnitřních sil	$z = 746,3$ mm
plocha průřezu	$A = 0,16$ m ²	výška tlačené oblasti	$x = 41,8$ mm
vnější obvod průřezu	$u = 2,00$ m		$\lambda = 0,8$ -
účinná tloušťka stěny	$t_{ef} = 0,080$ m		$\eta = 1$ -
účinné jádro průřezu	$b_k = 0,120$ m		
	$h_k = 0,720$ m		
plocha omezená střednicí	$A_k = 0,086$ m ²		
obvod průřezu A_k	$u_k = 1,68$ m		
sklon tlačené diagonály	$\theta = 45$ °		
	$\cot \theta = 1$ -		
Únosnost tlačené diagonály:			
	$T_{Rd,max} = 48,94$ kNm	>	$T_{Ed} = 34,92$ kNm VYHOVUJE
	$V_{Rd,max} = 788,05$ kN	>	$V_{Ed} = 97,05$ kN VYHOVUJE
Maximální únosnost			
	$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd,max}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} = 0,84$	<	1 VYHOVUJE
Návrh podélné výztuže na kroucení:			
potřebná plocha výztuže	$\Sigma A_{sl} = 0,000781$ m ²	=	$780,85$ mm ²
profil podélné výztuže	$\phi_{sl} = 18$ mm		
počet prutů	$n = 4$ ks		
výsledná plocha výztuže	$A_{sl,prov} = 1018$ mm ²	>	$780,85$ mm ² VYHOVUJE
Návrh třmínků na kroucení:			
zvolená vzdálenost třmínků	$s_{wt} = 0,2$ m		
potřebná plocha výztuže	$\Sigma A_{swt} = 0,000093$ m ²	=	$92,96$ mm ²
Konstrukční zásady:			
max. vzdálenost třmínků	$s_{wt} = 200$ mm	<	$s = 400$ mm VYHOVUJE
Návrh třmínků na smyk:			
zvolená vzdálenost třmínků	$s_1 = 0,2$ m		
potřebná plocha výztuže	$A_{sw} = 0,000060$ m ²	=	$59,82$ mm ²
Konstrukční zásady:			
max. vzdálenost třmínků	$s_1 = 200$ mm	<	$s = 400$ mm VYHOVUJE
Posouzení třmínků:			
Celková potřebaná plocha výztuže	$152,78$ mm ²		
profil třmínku	$\phi_{sw} = 10$ mm		
střížnost	$n = 2$ -		
výsledná plocha výztuže	$A_{sw,prov} = 157$ mm ²	>	$152,78$ mm ² VYHOVUJE
vzdálenost třmínků	$s = 0,2$ m		
Vztahy:			
	$T_{Rd,max} = 2 \nu \alpha_{cw} f_{ct,ef,j} A_{ct,ef,j} \sin \theta \cos \theta$	$\frac{\Sigma A_{sl} f_{yd}}{u_k} = \frac{T_{Ed}}{2 A_k} \cot \theta$	$T_{Ed} / T_{Rd,max} + V_{Ed} / V_{Rd,max} \leq 1,0$
	$V_{Rd,max} = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \cdot \frac{\cot \theta}{1 + \cot^2 \theta} \geq V_{Ed,max}$	$s_1 \leq \frac{A_{sw} \cdot f_{yd}}{V_{Ed,1}} \cdot z \cdot \cot \theta$	$s \leq \min(0,75 \cdot d; 400 \text{ mm})$

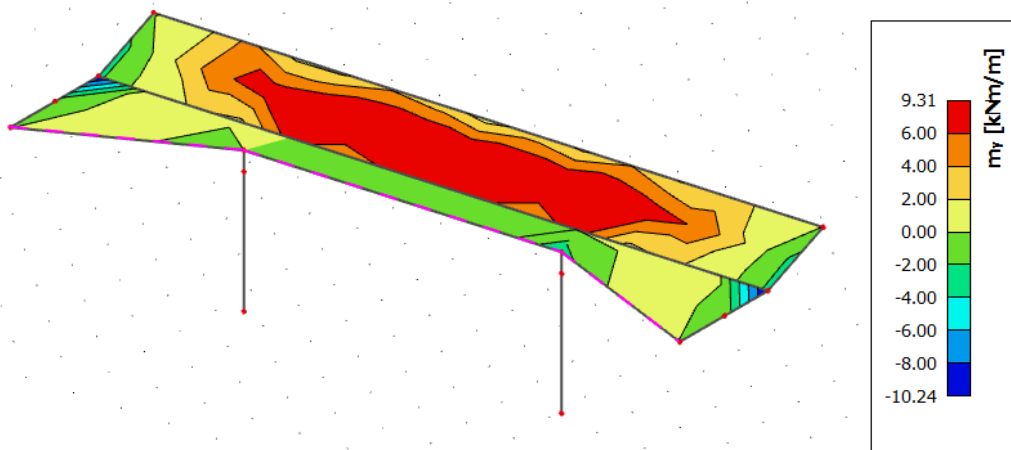
Tabulka č. 9 – Návrh podélné a příčné výztuže na smyk a kroucení varianta 2



Obrázek č. 30 – Ohybový moment m_x [kNm] varianta 2
 Obrázek č. 31 – Legenda k obrázku č. 30

ÚNOSNOST DESKY V OHYBU		VARIANTA 2 (m_x)	
Materiály:			
Beton C30/37		Výztuž B500B	
char. pevnost v tlaku	$f_{ck} = 30$ MPa	char. mez kluzu	$f_{yk} = 500$ MPa
návrh. pevnost v tlaku	$f_{cd} = 20$ MPa	návrh. mez kluzu	$f_{yd} = 434,78$ MPa
střední pevnost v tahu	$f_{ctm} = 2,9$ MPa		
Geometrie:		Navržená výztuž	
šířka	$b = 1000$ mm	poměr. ohybový moment	$\mu = 0,038$ -
výška	$h = 200$ mm	součinitel	$\zeta = 0,981$ -
krycí vrstva	$c = 20$ mm	součinitel	$\xi = 0,049$ -
účinná výška průřezu	$d = 175$ mm	potřebná plocha výztuže	$a_{s,req} = 313,8$ mm ²
		profil výztuže	$\phi_s = 10$ mm
		počet prutů	$n = 5$ ks
		plocha výztuže	$a_{s,prov} = 393$ mm ²
Únosnost průřezu:			
výška tlačené oblasti	$x = 10,7$ mm	$\lambda = 0,8$	
rameno vnitřních sil	$z = 170,7$ mm	$\eta = 1$	
moment únosnosti	$m_{Rd} = 29,17$ kNm	$m_{Ed} = 23,19$ kNm	VYHOVUJE
využití	79,49 %		
Rozdělovací výztuž:			
potřebná plocha výztuže	$a_{s,req} = 78,6$ mm ²		
profil výztuže	$\phi_s = 6$ mm		
počet prutů	$n = 4$ ks		
plocha výztuže	$a_{s,prov} = 113$ mm ²	$a_{s,req} = 78,6$ mm ²	VYHOVUJE
Vztahy:			
$\mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} \quad A_{s,rqd} = \frac{0,8 \cdot b \cdot d \cdot \xi \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \quad \chi = \frac{A_{s,prov} \cdot f_{yd}}{\eta \cdot \lambda \cdot b \cdot f_{cd}} \quad z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot \chi \quad M_{Rd} = A_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot z$			
Konstrukční zásady:			
poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = 0,06$ -	$\xi_{max} = 0,45$ -	VYHOVUJE
min. plocha výztuže	$a_{s,min} = 263,9$ mm ²	$a_{s,prov} = 393$ mm ²	VYHOVUJE
max. ososvá vzdálenost prutů	$s_{max} = 300,0$ mm	$s = 200$ mm	VYHOVUJE
Vztahy:			
$\xi = \frac{x}{d} \quad A_{s,min} = \max\left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\right) \quad s_{max} = \min(2 \cdot h; 250 \text{ mm})$			

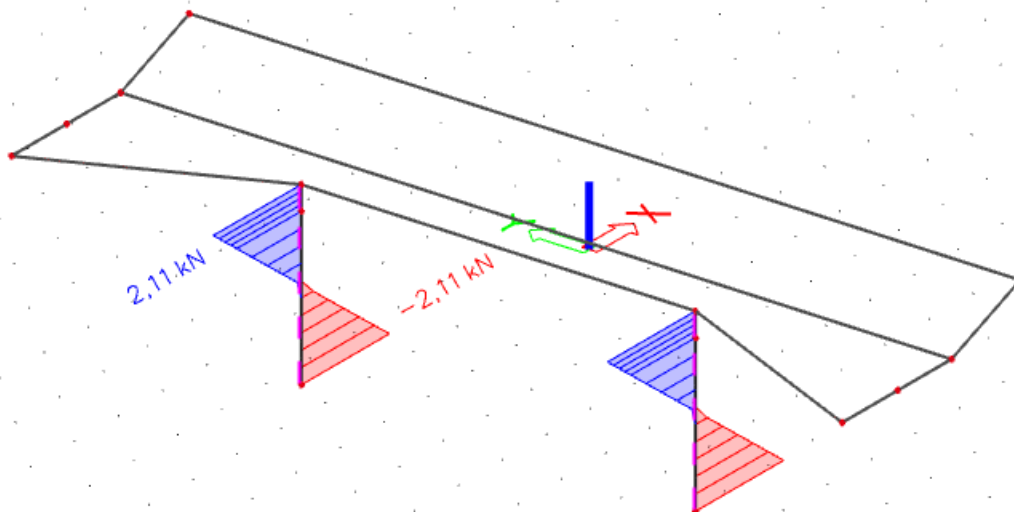
Tabulka č. 10 – Návrh ohybové výztuže desky ve směru m_x varianta 2



Obrázek č. 32 – Ohybový moment m_y [kNm] varianta 2
 Obrázek č. 33 – Legenda k obrázku č. 32

ÚNOSNOST DESKY V OHYBU		VARIANTA 2 (m_y)	
Materiály:			
Beton C30/37			
char. pevnost v tlaku	$f_{ck} = 30$ MPa	Výztuž B500B	
návrh. pevnost v tlaku	$f_{cd} = 20$ MPa	char. mez kluzu	$f_{yk} = 500$ MPa
střední pevnost v tahu	$f_{ctm} = 2,9$ MPa	návrh. mez kluzu	$f_{yd} = 434,78$ MPa
Geometrie:			
šířka	$b = 1000$ mm	Navržená výztuž	
výška	$h = 200$ mm	pomě. ohybový moment	$\mu = 0,035$ -
krycí vrstva	$c = 20$ mm	součinitel	$\zeta = 0,983$ -
účinná výška průřezu	$d = 175$ mm	součinitel	$\xi = 0,044$ -
		potřebná plocha výztuže	$a_{s,req} = 281,7$ mm ²
		profil výztuže	$\phi_s = 10$ mm
		počet prutů	$n = 4$ ks
		plocha výztuže	$a_{s,prov} = 314$ mm ²
Únosnost průřezu:			
výška tlačené oblasti	$x = 8,5$ mm	$\lambda = 0,8$	
rameno vnitřních sil	$z = 171,6$ mm	$\eta = 1$	
moment únosnosti	$m_{Rd} = 23,43$ kNm	$m_{Ed} = 21,12$ kNm	VYHOVUJE
využití	90,16 %		
Rozdělovací výztuž:			
potřebná plocha výztuže	$a_{s,req} = 62,8$ mm ²		
profil výztuže	$\phi_s = 6$ mm		
počet prutů	$n = 4$ ks		
plocha výztuže	$a_{s,prov} = 113$ mm ²	$a_{s,req} = 62,8$ mm ²	VYHOVUJE
Vztahy:			
$\mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} \quad A_{s,rqd} = \frac{0,8 \cdot b \cdot d \cdot \xi \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \quad x = \frac{A_{s,prov} \cdot f_{yd}}{\eta \cdot \lambda \cdot b \cdot f_{cd}} \quad z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x \quad M_{Rd} = A_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot z$			
Konstrukční zásady:			
poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = 0,05$ -	$\xi_{max} = 0,45$ -	VYHOVUJE
min. plocha výztuže	$a_{s,min} = 263,9$ mm ²	$a_{s,prov} = 314$ mm ²	VYHOVUJE
max. osová vzdálenost prutů	$s_{max} = 300,0$ mm	$s = 250$ mm	VYHOVUJE
Vztahy:			
$\xi = \frac{x}{d} \quad A_{s,min} = \max\left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\right) \quad s_{max} = \min(2 \cdot h; 250 \text{ mm})$			

Tabulka č. 11 – Návrh ohybové výztuže desky ve směru m_y varianta 2



Obrázek č. 34 – Normálová síla N_{Ed} ve sloupu varianta 2

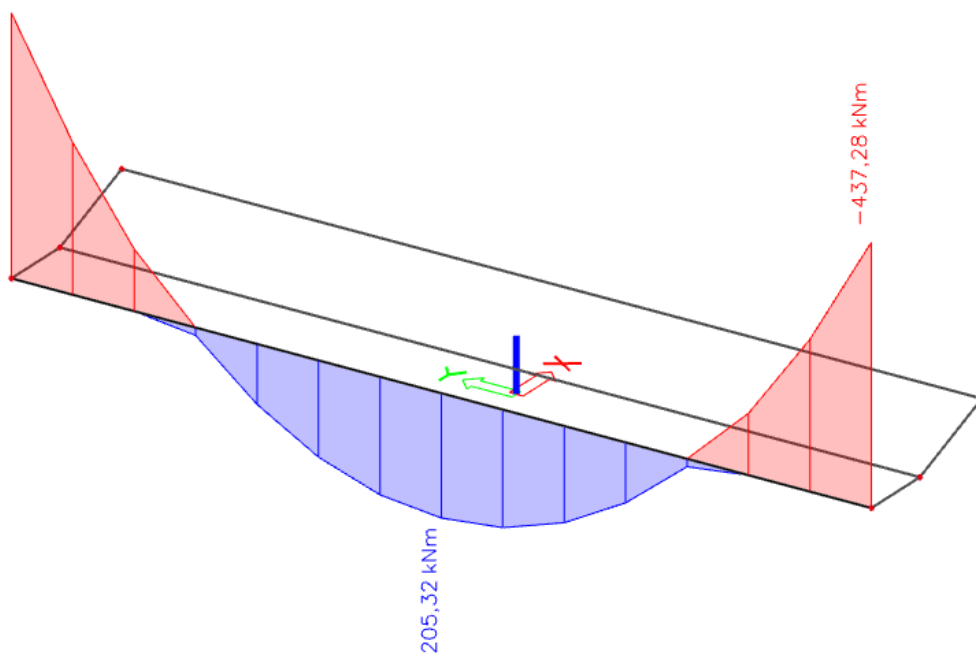
ÚNOSNOST PRŮŘEZU V TLAKU		VARIANTA 2 (sloup)	
Materiály:			
Beton C30/37			
char. pevnost v tlaku	$f_{ck} = 30$ MPa	Výztuž B500B	$f_{yk} = 500$ MPa
návrh. pevnost v tlaku	$f_{cd} = 20$ MPa	char. mez kluzu	$f_{yd} = 434,78$ MPa
střední pevnost v tahu	$f_{ctm} = 2,9$ MPa	návrh. mez kluzu	$\sigma_s = 400$ MPa
napětí výztuže			
Geometrie:			
Navržená výztuž			
průměr	$d = 200$ mm	stupeň výztužení	$\rho = 0,02$ -
výška	$h = 2610$ mm	potřebná plocha výztuže	$A_s = 628,3$ mm ²
krycí vrstva	$c = 20$ mm	profil výztuže	$\phi_s = 12$ mm
plocha betonu	$A_c = 31415,9$ mm ²	počet prutů	$n = 6$ ks
		plocha výztuže	$A_{s,prov} = 679$ mm ²
		předpok. profil třmínku	$\phi_{sw} = 8$ mm
Únosnost průřezu:			
moment únosnosti	$N_{Rd} = 753,98$ kN	>	$N_{Ed} = 2,11$ kN VYHOVUJE
Vztahy:			
$N_{Rd} = 0,8 \cdot A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s = 0,8 \cdot A_c \cdot f_{cd} + A_c \cdot \rho \cdot \sigma_s$			

Tabulka č. 12 – Ověření únosnosti sloupu varianta 2

3.2.4 Přímý parapetní nosník

Posledním případem je přímý parapetní nosník bez vnějších podpor na rozpětí 14040 mm

Z empirických vztahů plyne výška nosníku ze vztahu $h_t = 14040/12 = 1170$ mm, volím 1200 mm. Parapetní nosník je namáhán ohybovým momentem nad podporou o velikosti $M_y = -437,28$ kNm, dále ohybovým momentem v poli o velikosti $M_y = 205,32$ kNm. Posouzení výztuže na ohybové namáhání viz tabulky č. 13 a č. 14. Dále na prvek působí kombinace smyku a kroucení. Velikost maximální posouvající síly je $V_z = -197,21$ kN. Maximální torzní moment $M_x = -40,34$ kNm. Vyztužení na toto namáhání viz tabulka č. 15. Na desku pak působí ohybové momenty $m_x = -15,92$ kNm a $m_y = 9,25$ kNm. Na toto namáhání je navržena výztuž viz tabulky č. 16 a č. 17.



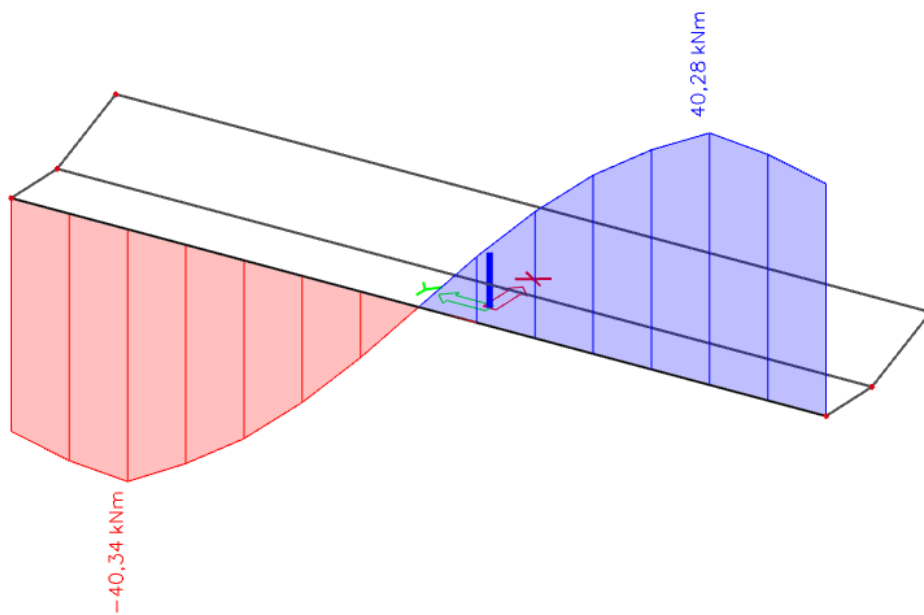
Obrázek č. 35 – Ohybový moment M_y [kNm] varianta 3

ÚNOSNOST PRŮŘEZU V OHYBU		VARIANTA 3 (v poli)	
Materiály:			
Beton C30/37		Výztuž B500B	
char. pevnost v tlaku	$f_{ck} = 30$ MPa	char. mez kluzu	$f_{yk} = 500$ MPa
návrh. pevnost v tlaku	$f_{cd} = 20$ MPa	návrh. mez kluzu	$f_{yd} = 434,78$ MPa
střední pevnost v tahu	$f_{ctm} = 2,9$ MPa		
Geometrie:		Navržená výztuž	
šířka	$b = 200$ mm	poměr. ohybový moment	$\mu = 0,038$ -
výška	$h = 1200$ mm	součinitel	$\zeta = 0,981$ -
krycí vrstva	$c = 20$ mm	součinitel	$\xi = 0,049$ -
účinná výška průřezu	$d = 1161$ mm	potřebná plocha výztuže	$A_{s,req} = 418,3$ mm ²
		profil výztuže	$\phi_s = 18$ mm
		počet prutů	$n = 2$ ks
		plocha výztuže	$A_{s,prov} = 509$ mm ²
		předpok. profil třmínku	$\phi_{sw} = 10$ mm
Únosnost průřezu:			
výška tlačené oblasti	$x = 69,2$ mm	$\lambda = 0,8$	
rameno vnitřních sil	$z = 1133,3$ mm	$\eta = 1$	
moment únosnosti	$M_{Ed} = 250,81$ kNm	$M_{Ed} = 205,32$ kNm	VYHOVUJE
využití	81,86 %		
Vztahy:			
$\mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} \quad A_{s,rqd} = \frac{0,8 \cdot b \cdot d \cdot \xi \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \quad x = \frac{A_{s,prov} \cdot f_{yd}}{\eta \cdot \lambda \cdot b \cdot f_{cd}} \quad z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x \quad M_{Rd} = A_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot z$			
Konstrukční zásady:			
poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = 0,06$ -	<	$\xi_{max} = 0,45$ - VYHOVUJE
min. plocha výztuže	$A_{s,min} = 350,2$ mm ²	<	$A_{s,prov} = 509$ mm ² VYHOVUJE
max. plochy výztuže	$A_{s,max} = 9288,0$ mm ²	>	$A_{s,prov} = 509$ mm ² VYHOVUJE
min. světlá vzdálenost mezi pruty	$s_{l,min} = 21,6$ mm	<	$s_l = 104$ mm VYHOVUJE
max. ososvá vzdálenost prutů	$s_{max} = 250,0$ mm	>	$s = 122$ mm VYHOVUJE
Vztahy:			
$\xi = \frac{x}{d} \quad A_{s,min} = \max\left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\right) \quad s_l = \max(1,2 \cdot \phi; D_{max} + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm})$			
$A_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot d \quad s_{max} = \min(2 \cdot h; 250 \text{ mm})$			

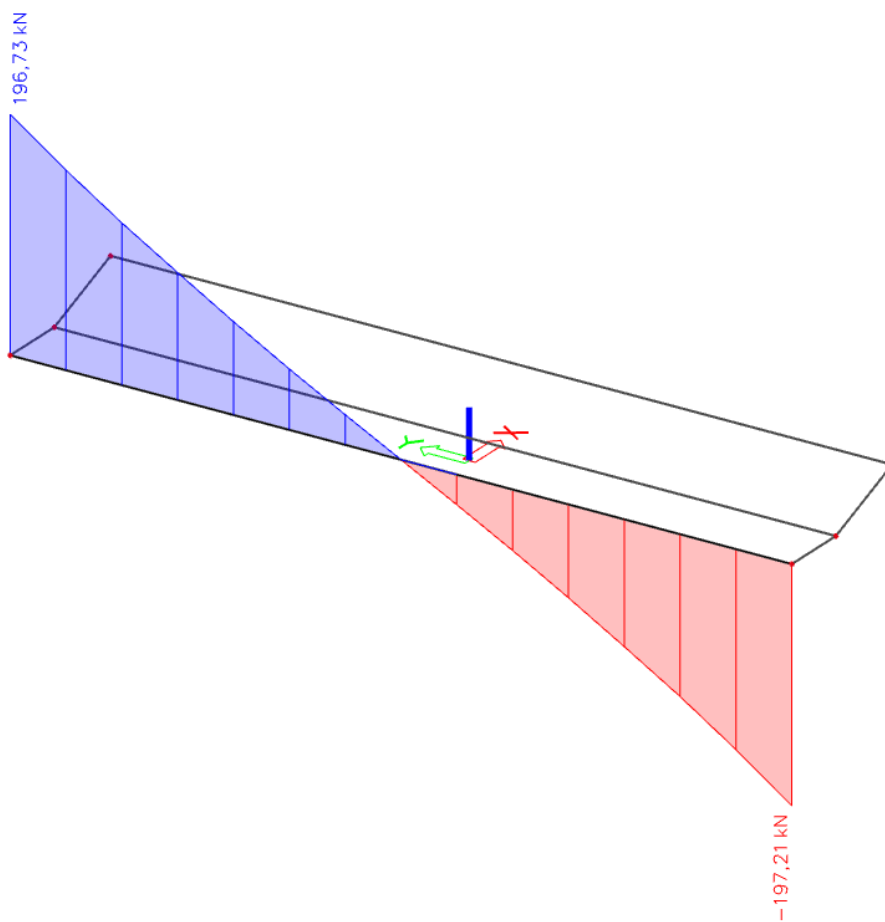
Tabulka č. 13 – Návrh ohybové výztuže varianta 3 (v poli)

ÚNOSNOST PRŮŘEZU V OHYBU		VARIANTA 3 (nad podporou)	
Materiály:			
Beton C30/37		Výztuž B500B	
char. pevnost v tlaku	$f_{ck} = 30$ MPa	char. mez kluzu	$f_{yk} = 500$ MPa
návrh. pevnost v tlaku	$f_{cd} = 20$ MPa	návrh. mez kluzu	$f_{yd} = 434,78$ MPa
střední pevnost v tahu	$f_{ctm} = 2,9$ MPa		
Geometrie:		Navržená výztuž	
šířka	$b = 200$ mm	poměr. ohybový moment	$\mu = 0,081$ -
výška	$h = 1200$ mm	součinitel	$\zeta = 0,957$ -
krycí vrstva	$c = 20$ mm	součinitel	$\xi = 0,106$ -
účinná výška průřezu	$d = 1157,5$ mm	potřebná plocha výztuže	$A_{s,req} = 905,0$ mm ²
		profil výztuže	$\phi_s = 25$ mm
		počet prutů	$n = 2$ ks
		plocha výztuže	$A_{s,prov} = 982$ mm ²
		předpok. profil třmínku	$\phi_{sw} = 10$ mm
Únosnost průřezu:			
výška tlačené oblasti	$x = 133,4$ mm	$\lambda = 0,8$	
rameno vnitřních sil	$z = 1104,1$ mm	$\eta = 1$	
moment únosnosti	$M_{Ed} = 471,42$ kNm	$M_{Ed} = 437,28$ kNm	VYHOVUJE
využití	92,76 %		
Vztahy:			
$\mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} \quad A_{s,rqd} = \frac{0,8 \cdot b \cdot d \cdot \xi \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \quad x = \frac{A_{s,prov} \cdot f_{yd}}{\eta \cdot \lambda \cdot b \cdot f_{cd}} \quad z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x \quad M_{Rd} = A_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot z$			
Konstrukční zásady:			
poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = 0,12$ -	<	$\xi_{max} = 0,45$ - VYHOVUJE
min. plocha výztuže	$A_{s,min} = 349,1$ mm ²	<	$A_{s,prov} = 982$ mm ² VYHOVUJE
max. plochy výztuže	$A_{s,max} = 9260,0$ mm ²	>	$A_{s,prov} = 982$ mm ² VYHOVUJE
min. světlá vzdálenost mezi pruty	$s_{l,min} = 30,0$ mm	<	$s_l = 90$ mm VYHOVUJE
max. ososvá vzdálenost prutů	$s_{max} = 250,0$ mm	>	$s = 115$ mm VYHOVUJE
Vztahy:			
$\xi = \frac{x}{d} \quad A_{s,min} = \max\left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\right) \quad s_l = \max(1,2 \cdot \phi; D_{max} + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm})$			
$A_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot d \quad s_{max} = \min(2 \cdot h; 250 \text{ mm})$			

Tabulka č. 14 – Návrh ohybové výztuže varianta 3 (nad podporou)



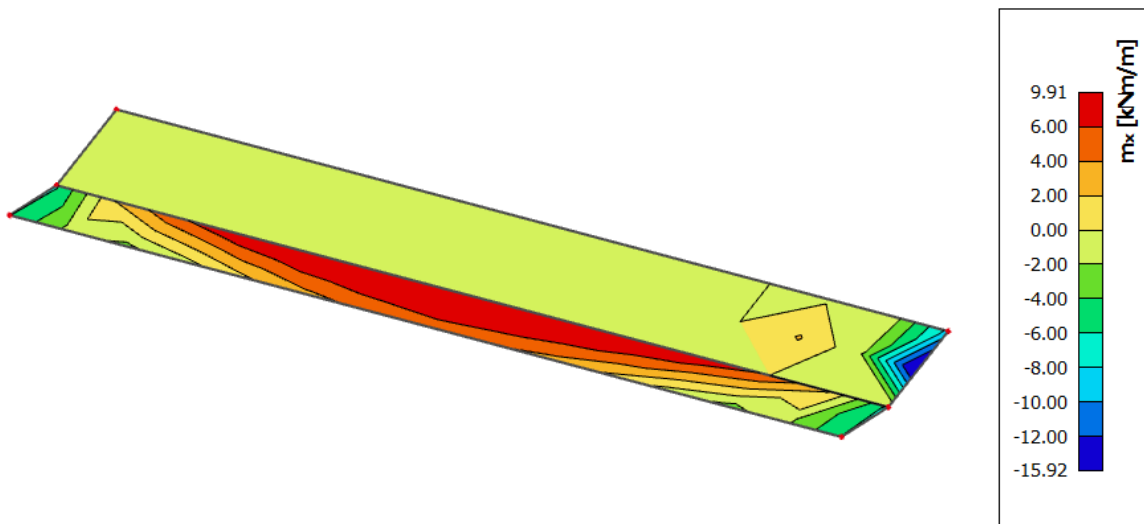
Obrázek č. 36 – Torzní moment $M_x (T_{Ed})$ [kNm] varianta 3



Obrázek č. 37 – Posouvající síla $V_z (V_{Ed})$ [kN] varianta 3

ÚNOSNOST PRŮŘEZU V KOMBINACI SMYKU A KROUCENÍ		VARIANTA 3	
Materiály:			
Beton C30/37		Výztuž B500B	
char. pevnost v tlaku	$f_{ck} = 30$ MPa	char. mez kluzu	$f_{yk} = 500$ MPa
návrh. pevnost v tlaku	$f_{cd} = 20$ MPa	návrh. mez kluzu	$f_{ywd} = f_{yd} = 434,78$ MPa
střední pevnost v tahu	$f_{ctm} = 2,9$ MPa		
redukční součinitel	$\alpha_{cc} = 0,75$ -		
Geometrie:		Navržená ohybová výztuž	
šířka	$b = 200$ mm	profil ohybové výztuže	$\phi_s = 18$ mm
výška	$h = 1200$ mm	plocha ohybové výztuže	$A_{s,prov} = 509$ mm ²
krycí vrstva	$c = 20$ mm	předpok. profil třmínku	$\phi_{sw} = 10$ mm
účinná výška průřezu	$d = 1161$ mm	rameno vnitřních sil	$z = 1133,3$ mm
plocha průřezu	$A = 0,24$ m ²	výška tlačené oblasti	$x = 69,2$ mm
vnější obvod průřezu	$u = 2,80$ m		$\lambda = 0,8$ -
účinná tloušťka stěny	$t_{ef} = 0,086$ m		$\eta = 1$ -
účinné jádro průřezu	$b_k = 0,114$ m		
	$h_k = 1,114$ m		
plocha omezená střednicí	$A_k = 0,127$ m ²		
obvod průřezu A_k	$u_k = 2,46$ m		
sklon tlačené diagonály	$\theta = 45$ °		
	$\cot \theta = 1$ -		
Únosnost tlačené diagonály:			
	$T_{Rd,max} = 77,29$ kNm	$T_{Ed} = 40,34$ kNm	VYHOVUJE
	$V_{Rd,max} = 1196,80$ kN	$V_{Ed} = 197,21$ kN	VYHOVUJE
Maximální únosnost			
	$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd,max}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Rd,max}} = 0,69$	< 1	VYHOVUJE
Návrh podélné výztuže na kroucení:			
potřebná plocha výztuže	$\Sigma A_{sl} = 0,000895$ m ²	$= 895,11$ mm ²	
profil podélné výztuže	$\phi_{sl} = 18$ mm		
počet prutů	$n = 4$ ks		
výsledná plocha výztuže	$A_{sl,prov} = 1018$ mm ²	$> 895,11$ mm ²	VYHOVUJE
Návrh třmínků na kroucení:			
zvolená vzdálenost třmínků	$s_{wt} = 0,2$ m		
potřebná plocha výztuže	$\Sigma A_{swt} = 0,000073$ m ²	$= 72,86$ mm ²	
Konstrukční zásady:			
max. vzdálenost třmínků	$s_{wt} = 200$ mm	$< s = 400$ mm	VYHOVUJE
Návrh třmínků na smyk:			
zvolená vzdálenost třmínků	$s_1 = 0,2$ m		
potřebná plocha výztuže	$A_{sw} = 0,000080$ m ²	$= 80,04$ mm ²	
Konstrukční zásady:			
max. vzdálenost třmínků	$s_1 = 200$ mm	$< s = 400$ mm	VYHOVUJE
Posouzení třmínků:			
Celková potřebaná plocha výztuže	$152,90$ mm ²		
profil třmínku	$\phi_{sw} = 10$ mm		
střížnost	$n = 2$ -		
výsledná plocha výztuže	$A_{sw,prov} = 157$ mm ²	$> 152,90$ mm ²	VYHOVUJE
vzdálenost třmínků	$s = 0,2$ m		
Vztahy:			
	$T_{Rd,max} = 2v\alpha_{cw}f_{cd}A_{t,ef,j}\sin\theta\cos\theta$	$\frac{\Sigma A_{sl}f_{yd}}{u_k} = \frac{T_{Ed}}{2A_k}\cot\theta$	$T_{Ed}/T_{Rd,max} + V_{Ed}/V_{Rd,max} \leq 1,0$
	$V_{Rd,max} = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \cdot \frac{\cot\theta}{1 + \cot\theta^2} \geq V_{Ed,max}$	$s_1 \leq \frac{A_{sw} \cdot f_{yd}}{V_{Ed,1}} \cdot z \cdot \cot\theta$	$s \leq \min(0,75 \cdot d; 400 \text{ mm})$

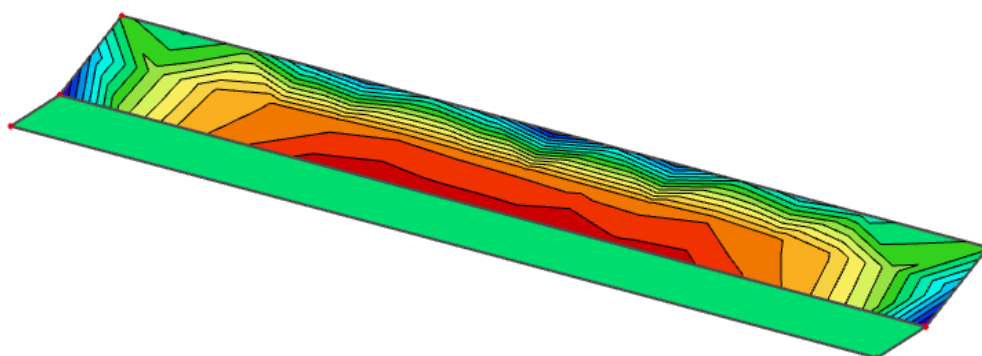
Tabulka č. 15 – Návrh podélné a příčné výztuže na smyk a kroucení varianta 3



Obrázek č. 38 – Ohybový moment m_x [kNm] varianta 3
 Obrázek č. 39 – Legenda k obrázku č. 38

ÚNOSNOST DESKY V OHYBU		VARIANTA 3 (m_x)	
Materiály:			
Beton C30/37		Výztuž B500B	
char. pevnost v tlaku	$f_{ck} = 30$ MPa	char. mez kluzu	$f_{yk} = 500$ MPa
návrh. pevnost v tlaku	$f_{cd} = 20$ MPa	návrh. mez kluzu	$f_{yd} = 434,78$ MPa
střední pevnost v tahu	$f_{ctm} = 2,9$ MPa		
Geometrie:		Navržená výztuž	
šířka	$b = 1000$ mm	poměrný ohybový moment	$\mu = 0,026$ -
výška	$h = 200$ mm	součinitel	$\zeta = 0,989$ -
krycí vrstva	$c = 20$ mm	součinitel	$\xi = 0,032$ -
účinná výška průřezu	$d = 175$ mm	potřebná plocha výztuže	$a_{s,req} = 204,9$ mm ²
		profil výztuže	$\phi_s = 10$ mm
		počet prutů	$n = 4$ ks
		plocha výztuže	$a_{s,prov} = 314$ mm ²
Únosnost průřezu:			
výška tlačené oblasti	$x = 8,5$ mm	$\lambda = 0,8$	
rameno vnitřních sil	$z = 171,6$ mm	$\eta = 1$	
moment únosnosti	$m_{Rd} = 23,43$ kNm	$m_{Ed} = 15,92$ kNm	VYHOVUJE
využití	67,96 %		
Rozdělovací výztuž:			
potřebná plocha výztuže	$a_{s,req} = 62,8$ mm ²		
profil výztuže	$\phi_s = 6$ mm		
počet prutů	$n = 4$ ks		
plocha výztuže	$a_{s,prov} = 113$ mm ²	$a_{s,req} = 62,8$ mm ²	VYHOVUJE
Vztahy:			
$\mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} \quad A_{s,rqd} = \frac{0,8 \cdot b \cdot d \cdot \xi \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \quad x = \frac{A_{s,prov} \cdot f_{yd}}{\eta \cdot \lambda \cdot b \cdot f_{cd}} \quad z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x \quad M_{Rd} = A_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot z$			
Konstrukční zásady:			
poměrná výška tlačené oblasti	$\xi = 0,05$ -	$\xi_{max} = 0,45$ -	VYHOVUJE
min. plocha výztuže	$a_{s,min} = 263,9$ mm ²	$a_{s,prov} = 314$ mm ²	VYHOVUJE
max. osová vzdálenost prutů	$s_{max} = 300,0$ mm	$s = 250$ mm	VYHOVUJE
Vztahy:			
$\xi = \frac{x}{d} \quad A_{s,min} = \max\left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\right) \quad s_{max} = \min(2 \cdot h; 250 \text{ mm})$			

Tabulka č. 16 – Návrh ohybové výztuže desky ve směru m_x varianta 3



Obrázek č. 40 – Ohybový moment m_y [kNm] varianta 3
Obrázek č. 41 – Legenda k obrázku č. 40

ÚNOSNOST DESKY V OHYBU		VARIANTA 3 (m _y)	
Materiály:			
Beton C30/37		Výztuž B500B	
char. pevnost v tlaku	$f_{ck} = 30$ MPa	char. mez kluzu	$f_{yk} = 500$ MPa
návrh. pevnost v tlaku	$f_{cd} = 20$ MPa	návrh. mez kluzu	$f_{yd} = 434,78$ MPa
střední pevnost v tahu	$f_{ctm} = 2,9$ MPa		
Geometrie:		Navržená výztuž	
šířka	$b = 1000$ mm	poměr. ohybový moment	$\mu = 0,015$ -
výška	$h = 200$ mm	součinitel	$\zeta = 0,993$ -
krycí vrstva	$c = 20$ mm	součinitel	$\xi = 0,019$ -
účinná výška průřezu	$d = 175$ mm	potřebná plocha výztuže	$a_{s,req} = 121,7$ mm ²
		profil výztuže	$\phi_s = 10$ mm
		počet prutů	$n = 4$ ks
		plocha výztuže	$a_{s,prov} = 314$ mm ²
Únosnost průřezu:			
výška tlacené oblasti	$x = 8,5$ mm	$\lambda = 0,8$	
rameno vnitřních sil	$z = 171,6$ mm	$\eta = 1$	
moment únosnosti	$m_{Rd} = 23,43$ kNm	$m_{Ed} = 9,25$ kNm	VYHOVUJE
využití	39,49 %		
Rozdělovací výztuž:			
potřebná plocha výztuže	$a_{s,req} = 62,8$ mm ²		
profil výztuže	$\phi_s = 6$ mm		
počet prutů	$n = 4$ ks		
plocha výztuže	$a_{s,prov} = 113$ mm ²	$a_{s,req} = 62,8$ mm ²	VYHOVUJE
Vztahy:			
$\mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} \quad A_{s,rqd} = \frac{0,8 \cdot b \cdot d \cdot \xi \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \quad \chi = \frac{A_{s,prov} \cdot f_{yd}}{\eta \cdot \lambda \cdot b \cdot f_{cd}} \quad z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x \quad M_{Rd} = A_{s,prov} \cdot f_{yd} \cdot z$			
Konstrukční zásady:			
poměrná výška tlacené oblasti	$\xi = 0,05$ -	$\xi_{max} = 0,45$ -	VYHOVUJE
min. plocha výztuže	$a_{s,min} = 263,9$ mm ²	$a_{s,prov} = 314$ mm ²	VYHOVUJE
max. osová vzdálenost prutů	$s_{max} = 300,0$ mm	$s = 250$ mm	VYHOVUJE
Vztahy:			
$\xi = \frac{x}{d} \quad A_{s,min} = \max\left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\right) \quad s_{max} = \min(2 \cdot h; 250 \text{ mm})$			

Tabulka č. 17 – Návrh ohybové výztuže desky ve směru m_y varianta 3

4. Závěr

Práce se zabývala balkóny v kulturních budovách a zejména konstrukčním návrhem balkónu v kině Varšava v Liberci. Z výpočtu se jeví nejvhodnější varianta č. 1, tj. varianta s kruhovým parapetním nosníkem, protože je zde oproti ostatním variantám potřeba značně méně výztuže na kombinaci kroucení a smyku. Dále pak kruhový tvar je esteticky nejpříjemnější a umožňuje lepší výhled do sálu. Tím se i potenciálně zvyšuje kapacita balkónu. Na namáhání parapetního nosníku byla navržena výztuž viz schéma vyztužení. Konstrukce splňuje požadavky na MSÚ a konstrukční zásady. Pro splnění požadavků na MSP je nutný podrobnější rozbor dané varianty.

Seznam zdrojů:

- [1] SVIŽN s.r.o. Divadlo F. X. Šaldy Liberec: rekonstrukce systému vytápění, chlazení a vzduchotechniky. [online]. [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: <https://www.svizn.cz/reference/divadlo-f-x-saldy-liberec-rekonstrukce-systemu-vytapeni-chlazení-a-vzduchotechniky/>
- [2] ČTK/Petrášek Radek. Divadlo F. X. Šaldy, oprava, rekonstrukce, interiér. [online]. [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: <https://multimedia.ctk.cz/foto/document/56024433/2>
- [3] Divadlo F. X. Šaldy. [online]. [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Divadlo_F._X._Šaldy
- [4] Zuzana Vacková. DIVADLO F. X. ŠALDY V LIBERCI. 11–FP–KFL–073. [online]. [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/55807/V_30811_Pb.pdf?sequence=-1
- [5] Jan Purkert. Soukenické divadlo alias Alte Tuchmachertheater, Zunfttheater. [online]. [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: <https://www.theatre-architecture.eu/cs/internetove-muzeum/?theatreId=977>
- [6] Městské informační centrum. Divadlo F. X. Šaldy. [online]. [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: <https://www.visitliberec.eu/jedinecnyliberec/divadlo-f-x-saldy/>
- [7] Dana Hladíková. Divadelní architektura ateliéru Fellner & Helmer v Čechách a na Moravě. [online]. [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: <https://www.pruzkumypamatek.cz/pdf/2002-02-10.pdf>
- [8] Šaldovo divadlo. O DIVADLE. [online]. [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: <https://www.saldovo-divadlo.cz/o-divadle>
- [9] MICHAELA POMPOVÁ. Diváci se mohou zapsat do historie libereckého divadla darováním sedačky. [online]. [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: <https://operaplus.cz/divaci-se-mohou-zapsat-do-historie-libereckeho-divadla-darovanim-sedacky/>
- [10] tlumenesvetlo, Rendy, Dáša, Monika W. Palác Adria Liberec. [online]. [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: <https://prazdnedomy.cz/domy/objekty/detail/354-palac-adria-liberec>
- [11] Palác Adria (Liberec). [online]. [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Palác_Adria_\(Liberec\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Palác_Adria_(Liberec))
- [12] Zuzana Lauerová. Architektura peněžních ústavů v severních Čechách v období 1880–1948. Signatura: D35624. [online]. [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: <https://dk.upce.cz/handle/10195/67813>
- [13] Krajská vědecká knihovna v Liberci. R e š e r š e (Dokumentografická jednorázová rešerše) Palác Adria, architekt Max Kühn. Evidenční číslo: 9-2006. [online]. [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: <https://adoc.pub/palac-adria-architekt-max-khn.html>

- [14] Marek Kuntoš. Palác Adria v Liberci se v dražbě prodal za 17,5 milionu korun. [online]. [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: <https://www.archiweb.cz/n/home/palac-adria-v-liberci-se-v-drazbe-prodal-za-17-5-milionu-korun>
- [15] Roman Kašpar. Kniha o Liberci. et al. *Kniha o Liberci*. 2. vyd. Liberec: Dialog, 2004. ISBN 80-86761-13-4.
- [16] Jaroslav Zeman. Liberec-urbanismus, architektura, industriál, pomníky, objekty, památky. Liberec: Knihy 555, 2011. ISBN 978-80-86660-33-2.
- [17] Národní památkový ústav. Kulturní dům v Liberci. [online]. [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: <https://www.pamatkovykatalog.cz/kulturni-dum-v-liberci-15812448>
- [18] Romana Fojtová, Zuzana Koňasová, Filip Landa, Jaroslav Zeman. Kulturní dům Liberec. [online]. [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: <https://liberec-reichenberg.net/stavby/karta/nazev/175-kulturni-dum-liberec>
- [19] Ing. arch. Alexandra Hoffmannová doc. Ing. arch. Petr Vorlík, Ph.D. POVÁLEČNÉ KULTURNÍ DOMY. [online]. [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: <https://www.ebeton.cz/clanky/2018-1-54-povalecne-kulturni-domy/>
- [20] Romana Fojtová, Zuzana Koňasová, Filip Landa, Jaroslav Zeman. Obchodní středisko Ještěd. [online]. [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: <https://www.liberec-reichenberg.net/stavby/karta/nazev/29-obchodni-stredisko-jested>
- [21] Kultura.cz, s.r.o. Dům kultury Liberec. [online]. [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: <http://www.kultura.cz/profile/38067-dum-kultury-liberec>
- [22] blogarchiphotos. LE THÉÂTRE DE SAINT-NAZAIRE. [online]. [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: <http://blogarchiphotos.com/7873-2/>
- [23] K ARCHITECTURES. ZER THÉÂTRE DE SAINT-NAZAIRE. [online]. [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: <https://www.k-architectures.com/projets/jkl-nom-projet/>
- [24] Lucie Šimečková, redakce. DIVADLO VE FRANCOUZSKÉM SAINT-NAZAIRE. THEATRE IN SAINT-NAZARE IN FRANCE. [online]. [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: <https://www.ebeton.cz/clanky/2014-1-20-divadlo-ve-francouzskem-saint-nazaire/>
- [25] Pages Jaunes. Le Théâtre, scène nationale de Saint-Nazaire. [online]. [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: [https://www.pagesjaunes.fr/pros/06923733?xtor=AD-350-\[APPLE\]-\[CONTRIBUTIF\]-\[VOIR_TOUTES_PHOTOS\]#ancrePhotoVideo](https://www.pagesjaunes.fr/pros/06923733?xtor=AD-350-[APPLE]-[CONTRIBUTIF]-[VOIR_TOUTES_PHOTOS]#ancrePhotoVideo)
- [26] Sumit Singhal. Theatre de Saint-Nazaire in Paris, France by K-Architecture. [online]. [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: <https://www10.aecafe.com/blogs/arch-showcase/2012/12/19/theatre-de-saint-nazaire-in-paris-france-by-k-architecture/>
- [27] Magistrát města Liberce, Archiv stavebního úřadu, složka domu čp. 285-I

[28] Romana Fojtová, Zuzana Koňasová, Filip Landa, Jaroslav Zeman. Kino Varšava. [online]. [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: <https://liberec-reichenberg.net/stavby/karta/nazev/106-kino-varsava>

[29] Ondřej Čížek. LIBERECKÉ KINO VARŠAVA: ART-DECOVÝ KLENOT, KTERÝ NESMÍ ZMIZET. [online]. [cit. 2022-05-07]. Dostupné z: <http://ondrejczizek.com/pribehkinavarsava/>

[30] Jaroslav Procházka, Alena Kohoutková, Jitka Vašková. NAVRHOVÁNÍ ŽELEZOBETONOVÝCH KONSTRUKCÍ. Příklady a postupy. 2. vyd. Praha: SEFIRA, 2021. ISBN 978-80-01-06916-5

Normy:

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 206-1 Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba, shoda

ČSN EN 13670 Provádění betonových konstrukcí

ČSN 73 1201 Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

Seznam použitých programů:

MS Word

MS Excel

SCIA Engineer 20

AutoCAD 2020

Seznam příloh:

Výkres tvaru stropní konstrukce nad 1.NP – varianta 1

Výkres tvaru stropní konstrukce nad 1.NP – varianta 2

Výkres tvaru stropní konstrukce nad 1.NP – varianta 3

Schéma vyztužení parapetního nosníku – varianta 1

Schéma vyztužení parapetního nosníku – varianta 2

Schéma vyztužení parapetního nosníku – varianta 3