



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra betonových a zděných konstrukcí

Konstrukční návrh střešního helipadu nemocnice

Structural design of rooftop hospital helipad

Bakalářská práce

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: Ing. Josef Novák, Ph. D.

Matěj Chaloupka

Praha 2022

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Chaloupka</u>	Jméno: <u>Matěj</u>	Osobní číslo: <u>485987</u>
Zadávací katedra: <u>Katedra betonových a zděných konstrukcí</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor: <u>Konstrukce pozemních staveb</u>		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Konstrukční návrh střešního helipadu nemocnice</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>Structural design of rooftop hospital helipad</u>	
Pokyny pro vypracování: Souhrn informací ke konstrukci helipadu - ukázky reálných konstrukcí, konstrukční řešení, návrhové přístupy, zatížení, požadavky apod. Konstrukční návrh střešního helipadu nemocnice - návrh konstrukčního systému, podrobný návrh vyztužení, zpracování výkresu tvaru a vyztuže.	
Seznam doporučené literatury: Marine Structural Design Calculations, Mohamed El-Reedy	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>Ing. Josef Novák, Ph.D.</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>14.02.2022</u>	Termín odevzdání BP v IS KOS: <u>15.05.2022</u> <small>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</small>
..... Podpis vedoucího práce Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

.....
Datum převzetí zadání

.....
Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení

Já Matěj Chaloupka prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně, a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 14.5.2022

.....

Matěj Chaloupka

Poděkování

Touto cestou bych rád velice poděkoval vedoucímu této bakalářské práce Ing. Josefu Novákovi, Ph.D., za vedení, podnětné rady a věnovaný čas při vypracování této bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval rodině a přátelům za podporu.

V Praze dne 14.5.2022

Matěj Chaloupka

ABSTRAKT

Bakalářská práce se věnuje konstrukčnímu návrhu helipadu Fakultní nemocnice v Hradci Králové. V úvodu shrnuje základní informace k heliportům a uvádí typické realizace, také seznámí čtenáře stručně s fungováním letecké záchranné služby v České republice. Následně zpracovává přehled hlavních požadavků k navrhování helipadů. Ucelená pravidla byla následně využita při konstrukčním návrhu vyvýšeného pracovního helipadu umístěného na střeše nemocnice.

Nastíněno bylo několik variant konstrukčních řešení, ze kterých je vybráno jedno, a na něj je vytvořen podrobný statický výpočet. Pro znázornění konstrukční řešení byly vytvořeny 3D modely v programu Allplan. Pro samotný statický posudek, byl vytvořen model v programu SCIA Engineer, který odpovídá velikostí i zatížením reálné konstrukci. Statický výpočet se podrobně zabývá návrhem desky přistávací plochy, trámy podepírající tuto desku a svislými nosnými konstrukcemi helipadu. Návrh je proveden ručně a je doplněn o posudek v programu FIN EC.

Součástí bakalářské práce, je také výkresová dokumentace, která obsahuje výkresy tvaru obou desek helipadu, výkres horní a dolní výztuže desky přistávací plochy, výkres výztuže trámů a výkres výztuže svislých nosných konstrukcí.

KLÍČOVÁ SLOVA

helipad, FATO, heliport, vrtulník, železobeton, vibroizolace, konstrukční varianta, monolitické konstrukce, deska, stěny, trám

ABSTRACT

The bachelor's thesis deals with the design of the helipad of the Teaching Hospital in Hradec Králové. In the introduction, it summarizes the basic information about the heliports and presents typical realizations, and also briefly acquaints the reader with the operation of the air rescue service in the Czech Republic. Subsequently, the final work processes an overview of the main requirements for designing helipads. The comprehensive rules were subsequently used in the design of an elevated working helipad located on the roof of the hospital.

Several variants of design solutions have been outlined, one of them is selected, and a detailed static calculation is created for it. To illustrate the design solutions were created 3D models in program Allplan. For static calculation is created a model in the program SCIA Engineer, which corresponds to the size and load of the real structure. Static calculation deals in detail with the design of the landing slab, the beams supporting this slab and with the vertical load-bearing structures of the helipad. The calculation is performed manually and is supplied by a report in the program FIN EC.

Part of the bachelor's thesis is also drawing documentation, which contains formwork drawings of both helipad slabs, drawing of the upper and lower reinforcement of the landing slab, drawing of the beam reinforcement and drawing of the reinforcement of vertical load-bearing structures.

KEYWORDS

helipad, FATO, heliport, helicopter, reinforced concrete, antivibration insulation, design variant, monolithic structures, slab, walls, beam

Obsah

1	Úvod.....	11
2	Varianty přistávacích ploch pro vrtulníky.....	12
2.1	Definice přistávací plochy pro vrtulníky.....	12
2.2	Rozdělení	12
2.3	Využití přistávacích ploch pro vrtulníky v ČR	14
3	Helipady a heliporty LZS.....	15
3.1	Historie využití LZS v České republice	15
3.2	Obecné informace	15
3.2.1	Označení	15
4	Požadavky na návrh konstrukce helipadu	16
4.1	Konstrukční.....	16
4.2	Materiálové	17
4.3	FATO	17
4.4	TLOF.....	17
4.5	Vzdušný prostor	18
4.6	Značení přistávací plochy	19
4.7	Akustické požadavky	19
4.8	Návrhové případy dle ICAO HELIPORT MANUAL	19
4.8.1	Případ A – Vrtulník při přistání	19
4.8.2	Případ B – Vrtulník v klidu.....	20
4.9	Zamezení přenosu vibrací do objektu	20
4.10	Popis konkrétních konstrukčních řešení.....	21
4.10.1	Heliport LZS v Liberci.....	21
4.10.2	Heliport LZS ve Frýdku Místku.....	21
4.10.3	Heliport LZS v Brně	22
5	Příklady nejčastěji využívaných vrtulníků v ČR.....	23
5.1	Letecká technika IZS	23
5.1.1	Eurocopter EC 135.....	23
5.2	Vojenská letecká technika.....	24
5.2.1	PZL W-3 Sokol	24
6	Pavilon Pohotovost – Emergency FN HK	25
6.1	Popis objektu.....	25
6.1.1	Popis konstrukčního řešení	25
6.1.2	Umístění objektu v rámci areálu nemocnice.....	25
6.2	3D model návaznosti helipadu na objekt	26
7	Konstrukce helipadu nemocnice	27

7.1	Obecný popis konstrukce	27
7.1.1	Výpočet FATO a výběr vhodné helikoptéry	27
7.2	Konstrukční varianty řešení	28
7.2.1	Konstrukční varianta 1	28
7.2.2	Konstrukční varianta 2	29
7.2.3	Konstrukční varianta 3	30
7.2.4	Konstrukční varianta 4	31
7.2.5	Konstrukční varianta 5	32
7.3	Konstrukční řešení zvolené varianty	33
7.3.1	Spodní pohled na konstrukci	33
7.3.2	Vrchní pohled na konstrukci	33
7.3.3	Pohled pod desku přistávací plochy	33
7.3.4	Pohled na vibroizolaci.....	34
7.4	Základní návrhové údaje	35
7.4.1	Použité materiály.....	35
7.4.2	Skladby podlah.....	35
7.4.3	Zatížení sněhem	36
7.4.4	Zatížení větrem	36
7.4.5	Zatížení dle ICAO HELIPORT MANUAL	37
7.5	Statický výpočet.....	39
7.5.1	Zatížení SCIA Engineer	39
7.5.1.1	Ostatní stálé zatížení	39
7.5.1.2	Dynamické zatížení od vrtulníku v okamžiku dosednutí	39
7.5.1.3	Zatížení od vrtulníku v okamžiku stání na přistávací ploše	39
7.5.1.4	Užitné zatížení – Návrhový případ A.....	40
7.5.1.5	Užitné zatížení – Návrhový případ B.....	40
7.5.1.6	Vodorovná síla vyvolaná přistáním vrtulníku.....	40
7.5.1.7	Zatížení od technologií.....	41
7.6	Protlačení kola helikoptéry do desky	41
7.7	Mezní stavy	41
7.7.1	Mezní stav únosnosti (MSÚ)	41
7.7.2	Mezní stav použitelnosti (MSP).....	41
7.8	Stykování výztuže a kotevní délka.....	42
7.9	Celková deformace konstrukce	43
7.10	Návrh vodorovných konstrukcí.....	44
7.10.1	Popis návrhových veličin pro návrh výztuže desky	44
7.10.2	Stropní deska.....	44

7.10.2.1	Empirický návrh.....	44
7.10.2.2	Deformace desky z programu SCIA Engineer.....	44
7.10.2.3	Moment u dolních vláken ve směru osy Y.....	45
7.10.2.4	Moment u horních vláken ve směru osy Y	46
7.10.2.5	Moment u dolních vláken ve směru osy X.....	46
7.10.2.6	Moment u horních vláken ve směru osy X	47
7.10.2.7	Návrh a posouzení výztuže desky při dolním povrchu ve směru X.....	47
7.10.2.8	Návrh a posouzení výztuže desky při dolním povrchu ve směru Y	51
7.10.2.9	Návrh a posouzení výztuže desky při horním povrchu ve směru X.....	52
7.10.2.10	Návrh a posouzení výztuže desky při horním povrchu ve směru Y	53
7.10.3	Trámy.....	55
7.10.3.1	Deformace všech trámů	55
7.10.3.2	Posouvající síla Vz všech trámů	56
7.10.3.3	Momenty my všech trámů.....	56
7.10.3.4	Návrh první varianty	57
7.10.3.5	Návrh druhé varianty	64
7.10.3.6	Návrh a posouzení třetí varianty	67
7.10.3.7	Návrh a posouzení čtvrté varianty.....	70
7.10.4	Základová deska helipadu.....	73
7.10.4.1	Deformace desky z programu SCIA Engineer.....	73
7.10.4.2	Moment u dolních vláken ve směru osy Y.....	74
7.10.4.3	Moment u horních vláken ve směru osy Y	74
7.10.4.4	Moment u dolních vláken ve směru osy X.....	75
7.10.4.5	Moment u horních vláken ve směru osy X	75
7.11	Návrh svislých konstrukcí.....	76
7.11.1	Stěny	76
7.11.1.1	Normálová síla N na stěně	76
7.11.1.2	Moment my na stěně	76
7.11.1.3	Návrh výztuže nejvíce zatíženého místa stěny.....	77
7.11.1.4	Normálová síla N na svislých žebrech stěny.....	80
7.11.1.5	Moment my na svislých žebrech stěny	80
7.11.1.6	Moment my a normálová síla N nejvíce zatíženého žebra P1	80
7.11.1.7	Návrh nejvíce zatíženého svislého žebra stěny	81
8	Závěr	82
9	Seznam obrázků.....	83
10	Seznam tabulek	86
11	Seznam použitých podkladů a zdrojů	87

11.1	Literatura.....	87
11.2	Citace obrázků.....	87
11.3	Použité programy	88

1 Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá konstrukcí helipadu. Práce je rozdělena na dvě části. První část tvoří teoretický popis konstrukcí a požadavků heliportů. Druhá část se zabývá konkrétním návrhem vybrané konstrukce.

V úvodu první části jsou uvedeny obecné informace o konstrukci helipadu a jeho variantách řešení. Poté se už práce zabývá pouze heliporty v České republice. Jsou zde uvedeny informace o využití heliportů, dále popis konkrétně heliportů letecké záchrané služby, které jsou i předmětem druhé části bakalářské práce.

V teoretické části je uveden souhrn požadavků na návrh konstrukce heliportu, a to jak z pohledu konstrukčního, tak z pohledu obecných požadavků na konstrukci. V závěru teoretické části jsou uvedeny příklady konkrétních konstrukčních řešení.

Druhá část práce se zabývá konkrétním návrhem konstrukce helipadu ve Fakultní nemocnici v Hradci Králové. Objekt helipadu se nachází na střeše budovy pavilonu Pohotovost – Emergency FN HK a jedná se o vyvýšený pracovní helipad letecké záchrané služby České republiky.

V úvodu druhé části je seznámení s objektem pavilonu Pohotovost – Emergency FN HK.

Pro určení vhodného vrtulníku, který bude využívat daný helipad je nutné spočítat nejprve velikost FATO. Z důvodu, že známe požadavky na rozměr konstrukce, musí být velikost FATO taková, aby jej mohl vrtulník bezpečně využívat.

V rámci konkrétního návrhu konstrukce bude proveden rozbor konstrukčních řešení helipadu. Pro znázornění konstrukčních řešení budou využity 3D modely vytvořené v programu Allplan. Z konstrukčních řešení bude vybráno jedno konkrétní, na které bude proveden podrobný statický výpočet, který obsahuje rozbor zatížení konstrukce, materiálové charakteristiky a samotný návrh nosných prvků.

Pro návrh a posouzení konstrukce bude vytvořen podrobný výpočetní model v programu SCIA Engineer. Model odpovídá velikostí i zatížením reálné konstrukci helipadu. V rámci návrhu je konstrukce posouzena na mezní stav únosnosti, a i na mezní stav použitelnosti.

Objekt helipadu je navržen jako samostatný dilatační celek. Od desky střešní konstrukce pavilonu nemocnice je oddělen vrstvou vibroizolace, která zamezuje přenosu nežádoucích vibrací. Celý objekt je navržen jako monolitická železobetonová konstrukce, která je řešena jako stěnový systém. Podrobný statický výpočet se zabývá návrhem desky přistávací plochy, trámů na této desce a svislými nosnými konstrukcemi helipadu. Výpočet obnáší návrh výztuže prvků.

Součástí bakalářské práce je výkresová dokumentace, a to konkrétně výkres tvaru obou desek helipadu a výkresy výztuže desky přistávací plochy, trámů a stěn konstrukce.

2 Varianty přistávacích ploch pro vrtulníky

2.1 Definice přistávací plochy pro vrtulníky

Jedná se o letiště nebo o vymezený prostor na konstrukci určený zcela nebo z části pro přílety a odlety vrtulníků. Díky jejich přítomnosti v oblasti, je zajištěna možnost rychlého transportu osob nebo materiálu do míst, kde by pozemní doprava trvala o poznání déle. Tento fakt je hojně využíván primárně ve službách letecké záchranné služby (LZS). [8]

2.2 Rozdělení

Lze je rozdělit na přistávací plochy umístěné na zemi. Tyto plochy jsou často součástí letiště nebo se nachází v méně zastavěné oblasti. Jedná se ve většině případů pouze o vymezenou zpevněnou plochu, která je náležitě označena. [8]



Obrázek 1 Heliport umístění na zemi-Irsko [16]

Další možností jsou vyvýšené heliporty. Tato varianta je často využívána v silně zastavěné oblasti, kde není dostatek prostoru pro výstavbu heliportu na zemi. Ve většině případů jsou umístěny na střechy objektů. Zde je zajištěna možnost bezpečného manévrování vrtulníků (přílet a odlet je možno provést bezpečně). [8]



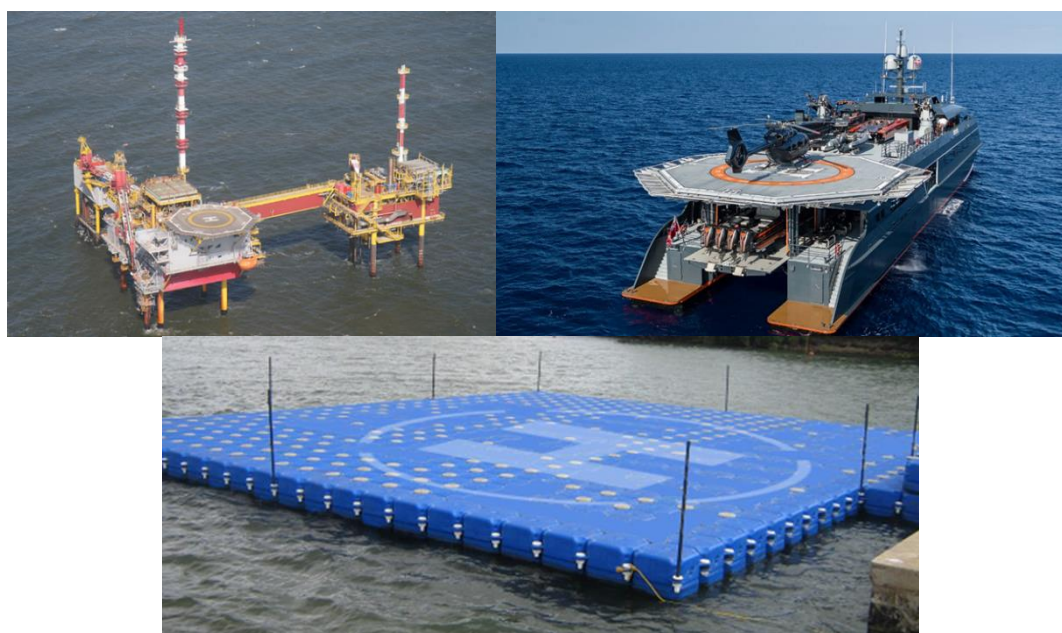
Obrázek 2 Heliport jako součást objektu–Nové Město na Moravě (vlevo), Praha (vpravo) [17], [18]

Vyvýšené heliporty lze konstruovat také jako samostatně stojící. Tato varianta se využívá v případě, že v místě výstavby nejsou vhodné střechy, které by mohli být pro tento účel využity. V tomto případě je stavba často doplněna o přídavné využití, jako jsou například parkovací stání ve spodních patrech konstrukce nebo je možnost využít vzniklý prostor, dle konkrétních potřeb např. skladovací prostory, strojovny, technické místnosti aj. Samostatně stojící heliporty jsou často dominantou prostoru, ve kterém byly vystavěny, takže lze spodní patra využít pro komerční způsoby jako např. vyhlídka pro turisty. [8]



Obrázek 3 Samostatně stojící heliport-Brno (vlevo), Liberec (vpravo) [19], [20]

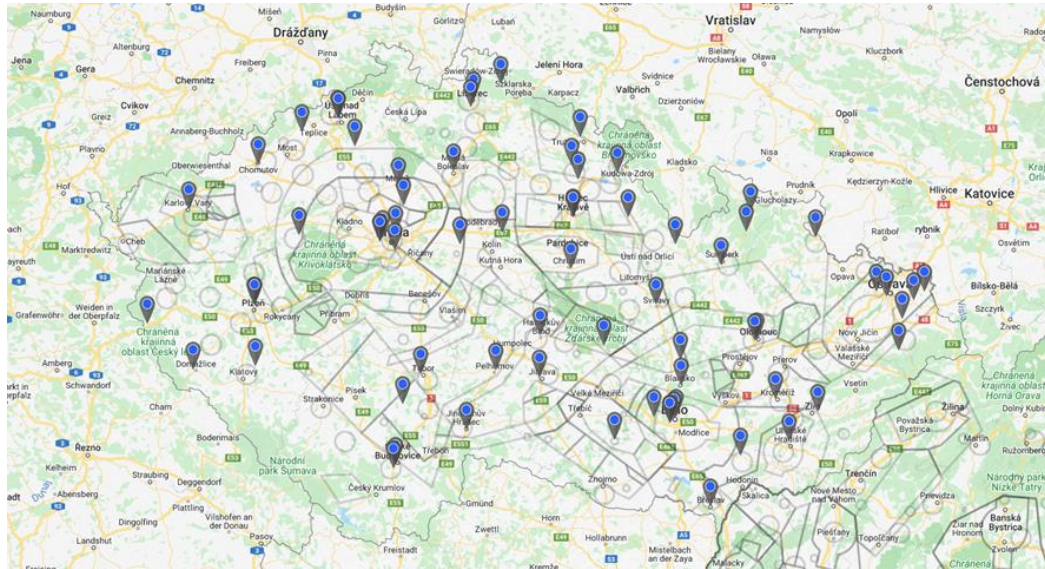
Mezi atypické konstrukce patří helideky. Tato konstrukce se liší v místě výstavby. Jsou stavěny mimo břeh, a to na plovoucím nebo na stacionárním zařízení. Mohou být součástí paluby lodě nebo např. těžební plošiny v otevřeném moři. Mezi helideky patří také plovoucí přistávací plochy pro vrtulníky. Které jsou jako samostatná konstrukce přímo na vodní hladině. Jejich praktické využití se nijak neliší od využití klasických heliportů na pevnině. Umožňují snazší dostupnost špatně přístupných míst a rychlejší transport osob a materiálu. [8]



Obrázek 4 Heliport součástí ropné plošiny-Nizozemsko (vlevo), Heliport součástí lodě -Katamarán HODOR (vpravo), Plovoucí heliport-Indie (dole) [21], [22], [23]

2.3 Využití přistávacích ploch pro vrtulníky v ČR

Lze říci, že historicky mezi první využití střechy objektu, jako přistávací plochy pro vrtulník, jde považovat přistání vrtulníku HC-2 V-10 na střeše domu Bílá Labuť v roce 1957. Největší rozvoj výstavby heliportů v České republice byl na přelomu dvacátého a dvacátého prvního století. Od 7. 3. 1996 vstoupil v platnost letecký předpis L 14, který byl později doplněn o konkrétní část L 14H pro heliporty. Od roku 2000 vzniklo na území České republiky přibližně 69 aktivně využívaných heliportů viz. Obr. 5 Mapa heliportů v ČR. [10] [11]



Obrázek 5 Mapa heliportů v ČR [24]

3 Helipady a heliporty LZS

Helipad a heliport se vzájemně výrazně neliší. Hlavním rozdílem je primárně rozměr. Heliport je zpravidla větší než helipad. [8]

Lze je rozdělit podle umístění, a to na konstrukce na zemi nebo vyvýšené. Obvykle jsou situovány v areálu nemocnice nebo v její těsné blízkosti. [8]

Heliporty se dělí do dvou skupin:

- Pracovní – využíváné pro přílety a odlety vrtulníku, bez provozní vybavení na údržbu vrtulníků
- Základnové – využíváné primárně jako základna vrtulníku se vším potřebným vybavením pro obsluhu vrtulníku

Heliporty LZS mohou být provozovány pouze za příhodných meteorologických podmínek a dobré viditelnosti. Provoz je možný v noci i ve dne. [8]

3.1 Historie využití LZS v České republice

Za počátek založení letecké záchranné služby (LZS) v podobě v jaké ji známe v dnešní době, lze považovat rok 1985, kdy se konal mezinárodní kongres leteckých záchranných služeb AIRMED v Curychu, kterého se zúčastnila i československá delegace. Na základě informací z tohoto kongresu vznikla skupina specialistů, která vytvořila koncept LZS v Československu a později řídili provoz. První stanoviště vzniklo v Praze dne 1. 4. 1987. [12]

3.2 Obecné informace

Letecká záchranná služba se využívá pro přepravu osob s vážným poraněním, kde by mohly hrozit vážné následky z prodlení. Její praktičnost spočívá také v možnosti záchrany osob z nedostupných lokalit, kam se není schopna dopravit pozemní záchranná jednotka. [12]

Zdravotnický personál zajišťuje krajská záchranná služba, avšak provozovatele vrtulníku zajišťuje Ministerstvo zdravotnictví ČR. Samotnými provozovateli jsou Letecká služba Policie ČR (LS PČR), Armáda ČR (AČR), Delta Systém Air a.s. (DSA) a Air Transport Europe s.r.o. (ATE). [12]

V současnosti se v LZS používají dva typy vrtulníků. Armáda ČR využívá vrtulník střední kategorie PZL W3A Sokol a ostatní provozovatelé využívají různě modifikovaný vrtulník Eurocopter EC-135. [12]

3.2.1 Označení

Vrtulníky a základny jsou označeny volacím znakem Kryštof, který je doplněn o číslo stanice, podle pořadí, jak vznikali. Toto označení slouží k rozdělení jednotlivých úseků. V České republice máme nyní 10 stanic letecké záchranné služby. [12]

4 Požadavky na návrh konstrukce heliportu

4.1 Konstrukční

Konstrukční řešení heliportu v České republice se řídí dle legislativy leteckého předpisu L14H, který vydalo Ministerstvo dopravy České republiky v roce 2014. A podléhá i následným změnám, kdy poslední změna předpisu byla provedena 20. 5. 2021. [8]

Požadavky se liší dle typu konstrukce, proto bude uveden průřez požadavků pro různé konstrukční řešení. [8]

V první řadě je nutné zjistit stupeň a frekvence vytížení a zatížení daného heliportu, tzv. typ vrtulníku využívající daný heliport a přibližnou četnost využití. Tento faktor zásadně ovlivní návrh konstrukce, protože heliporty jsou dimenzovány na maximální zatížení konkrétními typy vrtulníků, které je číselně uvedeno na vrchní části heliportu. Velikost vrtulníku a průměr rotoru ovlivní návrh dotykových a vzletových ploch. Tyto oblasti jsou buď kruhového nebo čtvercového tvaru a jejich velikost se řídí přímo rozměry stroje. [8]

Poté se musí určit vhodné geometrické uspořádání konstrukce. Tento faktor závisí na okolním vzdušném prostoru, vzdálenosti a výšce okolních budov. Prostor musí být bez překážek, které by bránily bezpečnému přistání a manévrování stroje a konstrukce musí být umístěna tak, aby byla pevně uložena na zemi nebo na objektu a bylo zamezeno poškození konstrukce samotné, či závislých konstrukcí díky provozu heliportu. [8]

U samostatně stojících konstrukcí musí být zjištěna únosnost terénu, na kterém se nachází a na tuto hodnotu, také navržena. [8]

Konstrukci navrhujeme i z pohledu životnosti, dle tohoto faktoru volíme vhodné materiály, které odpovídají předpokládané životnosti. [8]

Konstrukce si musí zachovat své vlastnosti ve všech ročních obdobích, proto je skladba přistávací plochy často doplněna o podlahové vytápění, které i v nepříznivých podmínkách zamezuje negativním vlivům např. namrzání přistávací plochy, či držení se sněhu na přistávací ploše. [8]

Návrh heliportu úzce závisí na typu vrtulníku využívajícího daný heliport a tomu se i podřizuje. [8]

Zatížení od vrtulníku je do plochy heliportu distribuováno v několika bodech. Proto je pro návrh důležitá konfigurace podvozku daného vrtulníku. Dle této konfigurace se provede konkrétní návrh. [8]

U heliportů umístěných na zemi je nutné minimalizovat prašnost povrchu v okolí přistávací plochy. Toto lze zajistit např. zhutněním okolní půdy, zavezením okolní plochy kamenivem, či vytvořením asfaltové plochy. Toto opatření zásadně usnadní provoz pro pozemní personál a zamezí případnému poškození stroje. [8]

4.2 Materiálové

Nosné prvky všech přistávacích ploch pro vrtulníky musí být tvořeny únosnými materiály, které jsou schopny přenést kladené zatížení na konstrukci. Mezi nejběžnější patří ocel a beton a jejich kombinace. Lze se setkat i s heliporty, kde jsou použity alternativní materiály jako je plast. Tyto materiály jsou však využívány u konstrukcí, které mají netradiční využití. Například je lze využít pro plovoucí heliporty, kde je heliport tvořen plastovými tvarovkami.

Povrchová úprava heliportu je vždy zhotovena z protiskluzových materiálů. Je to z důvodu, aby byl zajištěn bezpečný provoz.

Materiály musí splňovat požadavky na udržitelnost a životnost konstrukce.

4.3 FATO

Definicí zkratky FATO se rozumí plocha konečného přiblížení a vzletu vrtulníku. Pro vrtulníky první třídy výkonosti zahrnuje i prostor přerušného letu. [8]

FATO musí být umístěno a orientováno tak, aby minimalizovalo akustickou zátěž oblastí, nad kterými vedou letové trasy vrtulníku. [8]

Musí zajistit plochu bez překážek, s výjimkou nezbytných objektů, které plní svou funkci (např. návěstidla, hasící zařízení, atd.). Každý heliport musí mít alespoň jednu FATO, která nemusí být zpevněná. Minimální rozměrem se rozumí plocha, do které lze vepsat kružnici o průměru 1,5násobku návrhového D. Návrhové D je určeno dle typu využívaného vrtulníku. A odpovídá délce vrtulníku od konce zadní vrtule po konec hlavní vrtule. [8]

FATO musí být obklopena bezpečnostní plochou, která nemusí být zpevněná. Bezpečnostní plocha musí být, buď 0,25 návrhové D nebo min. 3 metry, bere se větší rozměr. [8]

4.4 TLOF

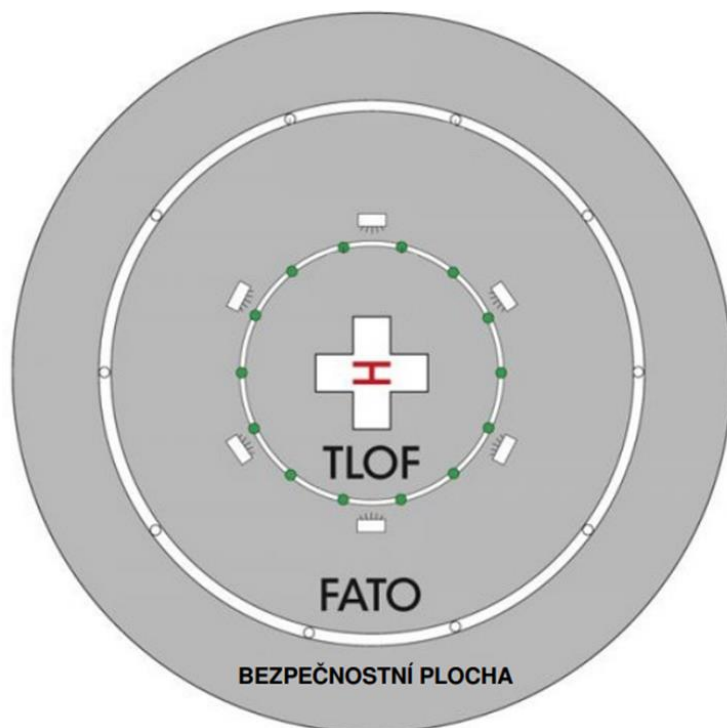
Definicí zkratky TLOF se rozumí prostor dotyku a odpoutání vrtulníku. Pro vrtulníky první třídy výkonosti zahrnuje i prostor přerušného letu. [8]

Na heliportu musí být zřízena alespoň jedna TLOF. [8]

Minimální rozměr, pokud není žádné omezení na dosednutí vrtulníku, je 0,83 návrhového D vrtulníku. Pro vyvýšené heliporty je to však minimálně kružnice o průměru 1 návrhové D. [8]

Minimální rozměr TLOF pro heliporty HEMS musí být minimálně plocha, které se dá opsat kružnice průměru 10 metrů. [8]

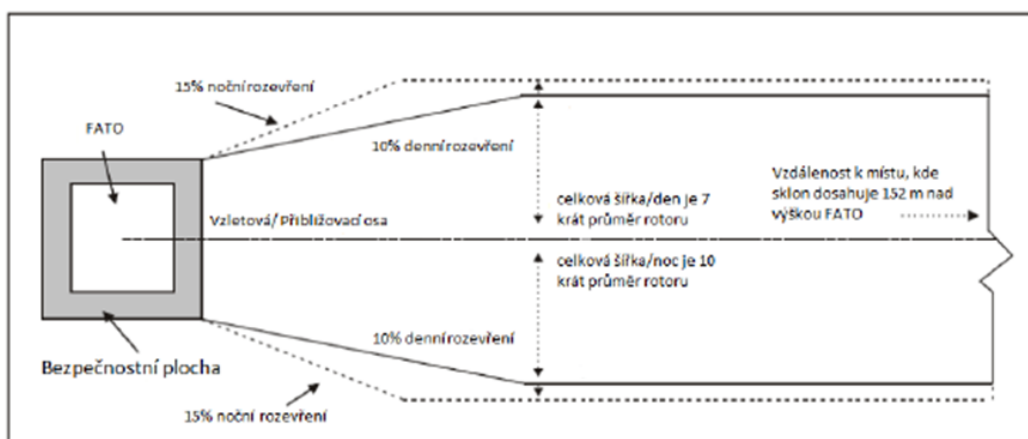
Zeměpisné souřadnice středu TLOF musí být změřeny a ohlášeny letecké informační službě ve stupních, minutách, vteřinách a v setinách vteřin. [8]



Obrázek 6 Schéma heliportu [25]

4.5 Vzdušný prostor

Skládá se z přiblížovací plochy, přechodové plochy, vzletové plochy a bezpřekážkového sektoru. [8]



Obrázek 7 Schéma vzdušného prostoru [26]

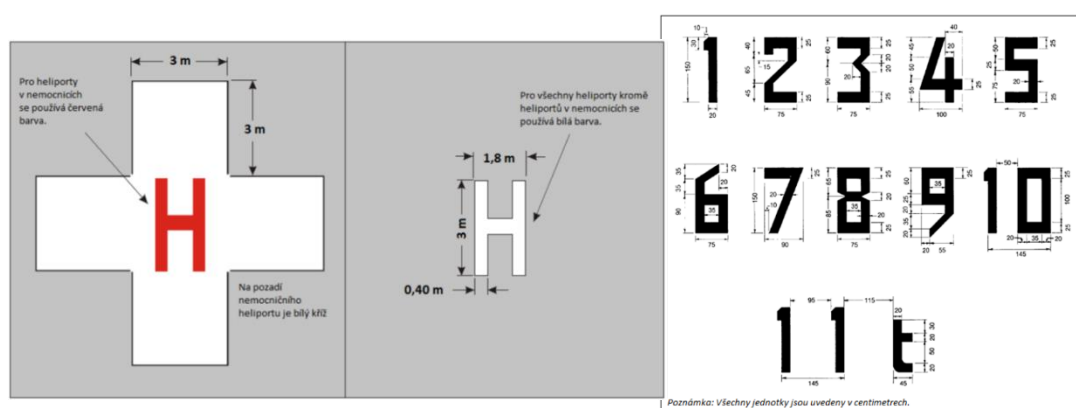
4.6 Značení přistávací plochy

Značení konstrukce heliportu musí být složeno z písmene H předepsaných rozměrů viz. Obr.8. Jediné možné správné označení je stejného rozměru nebo větší. Značení heliportů v nemocnicích se liší barvou označení, která vždy musí být červená. [8]

Poznávací značení musí být orientováno tak, že příčka písmene H je v kolmém směru na směr konečného přiblížení. [8]

U vyvýšených heliportů je povinností, aby u písmena H byla uvedena maximální hmotnost vrtulníku, který je schopen bezpečně přistát na heliportu. Toto je z důvodu zvýšení bezpečnosti letového provozu. Označení hmotnosti se provádí pomocí normově velkých písmen viz. Obr. 8. [8]

Hmotnost je uvedena s přesností na nejbližších 100 kg, zaokrouhlena na jedno desetinné místo a uvedeno v tunách. [8]



Obrázek 8 Značení přistávací plochy pro vrtulníky [27], [28]

4.7 Akustické požadavky

Akustická zátěž na okolí je úzce spjatá s využíváním heliportů, proto je nutné tento faktor při návrhu zohlednit. V objektech v blízkosti heliportu jsou prováděny akustické zátěžové zkoušky, při kterých na dané místo přiletí vrtulník a v tu dobu je pomocí hlukoměrů v objektech měřena akustická zátěž. Pokud by přesáhla normovou hodnotu, je nutné v okolních budovách provést vhodná opatření, které zamezí průniku hluku do objektu. [6]

4.8 Návrhové případy dle ICAO HELIPORT MANUAL

4.8.1 Příklad A – Vrtulník při přistání

Návrh konstrukce je proveden na okamžik dosednutí vrtulníku na přistávací plochu. V tomto případě je nutné počítat s dynamickým zatížením vlivem dosednutí. V případě běžného přistání vrtulníku s rychlostí klesání 1,8 m/s to odpovídá 1,5násobku maximální vzletové hmotnosti vrtulníku. Může se jednat i o nouzové přistání, pro které je uvažována rychlost klesání 3,6 m/s, toto je do výpočtu uvažováno pomocí bezpečnostního součinitele 1,66. Z tohoto vyplývá, že hodnotu svislého zatížení od dosednutí vrtulníku lze spočítat jako $1,66 \cdot 1,5 \cdot \text{maximální vzletová hmotnost vrtulníku}$. [6]

Dále je nutné počítat s odezvou konstrukce, která závisí na vlastní frekvenci desky, na kterou vrtulník dosedá. Tento vliv do výpočtu zaneseme pomocí faktoru odezvy o hodnotě 1,3. [6]

Je nutné uvažovat také užité zatížení, personálu a zařízení na přistávací ploše. To bude reprezentováno hodnotou $0,5 \text{ kN/m}^2$. [6]

V rámci návrhu je také uvažováno s vodorovnými silami, působícími na konstrukci. Vrtulník vyvolá bodové vodorovné síly o hodnotě poloviny maximální vzletové hmotnosti. Tato hodnota se přenásobuje součinitelem 1,6. Konstrukce musí být schopna přenést tyto bodové síly společně se zatížením vyvolaným větrem. Návrh bude proveden se zatížením aplikovaným tak, aby na konstrukci vyvolalo největší možné momenty. [6]

Do návrh vstoupí také vlastní hmotnost konstrukce, která bude přenásobena bezpečnostním součinitelem 1,4. [6]

Je nutné také posoudit protlačení mezi podvozkem vrtulníku a přistávací plochou, a to za použití maximálního návrhového zatížení v kontaktu s plochou $64,5 \times 10^3 \text{ mm}^2$. [6]

4.8.2 Příklad B – Vrtulník v klidu

Návrh konstrukce je proveden pro vrtulník, který již plně dosedl na přistávací plochu a setrvává zde. Konstrukce musí být schopna unést vlastní váhu vrtulníku, který ji zatěžuje bodovými silami. Zatížení může být kdekoliv v oblasti FATO a pro návrh bude využita ta nejméně příznivá. Hodnota zatížení se přenásobuje součinitelem 1,4. [6]

Přes celou plochu FATO se uvažuje plošné zatížení $2,0 \text{ kN/m}^2$ pro vrtulníky kategorie II., do které spadá vrtulník, dle kterého bude proveden návrh konstrukce v bakalářské práci. (přesná specifikace pro další kategorie je uvedena v tabulce dokumentu ICAO Heliport Manual) [6]

Vlastní tíha konstrukce a zatížení větrem zde bude uvažováno stejně jako v případu A. [6]

4.9 Zamezení přenosu vibrací do objektu

Dosednutí vrtulníku na plochu heliportu je doprovázeno vibracemi, které nesmí ovlivnit objekt, na kterém je heliport umístěn. Tomuto lze zabránit například použitím vibroizolace. Ta bude plošně umístěna v patě objektu v celém rozsahu. Vibroizolace musí být schopna unést daný objekt bez markantní deformace, která by ovlivnila chování konstrukce. Mezi materiály využívané pro tento účel patří například BELAR nebo SYLOMER. Jedná se o elastickou kompozitní hmotu zhotovenou z pryžového granulátu pojeného polybutadien-polyuretanovým pojivem. Tento materiál je odolný vůči mnoha vlivům mezi, které patří působení kyselin, zásad a solí. Dále je také odolný vůči mikrobům a je chemicky neutrální a zdravotně nezávadný. Tato vrstva tvoří samostatný celek v konstrukci a není nijak pevně spojena s navazujícími konstrukcemi. [6] [15]

4.10 Popis konkrétních konstrukčních řešení

4.10.1 Heliport LZS v Liberci



Obrázek 9 Samostatně stojící heliport-Liberec [20]

Jedná se o konstrukci samostatně stojícího vyvýšeného heliportu kruhového půdorysu umístěného v areálu Krajské nemocnice v Liberci. Jde o ocelovou konstrukci s železobetonovou deskou přistávací plochy. Založení konstrukce je řešeno pomocí hlubinných vrtaných velkopřůměrových železobetonových pilot. Ocelová konstrukce tvoří samostatný dilatační celek. Propojení s budovou nemocnice je pomocí ocelové spojovací lávky. Kruhová deska přistávací plochy stojí na třech šikmých ocelových sloupech, které tvoří tzv. trojnožku. Deska přistávací plochy je tvořena filigránovými prefabrikovanými deskami s betonovou vyztuženou zálivkou. Po jejím obvodě je prstenec z pororoštu, který slouží jako ochranné pásmo. Celkově lze nosnou konstrukci pojmenovat jako prostorový rám z nakloněných trubek. Konstrukce má mezipatro přístupné po ocelovém pororoštovém schodišti veřejnosti. Toto mezipatro je řešeno jako ocelový rošt s pochozí vrstvou z pororoštu. Hlavní rám je doplněn o zavětrování s diagonálních trubek menšího profilu, než jsou hlavní nosné prvky. Lze předpokládat, že součástí skladby přistávací plochy bude podlahové vytápění, které zajistí bezpečný provoz i v zimním období.

Popis konstrukce je pouze dle vizuálního subjektivního pohledu.

4.10.2 Heliport LZS ve Frýdku Místku



Obrázek 10 Heliport součástí objektu – Frýdek Místek [29], [30]

Jedná se o konstrukci vyvýšeného heliportu, který je součástí budovy chirurgických oborů nemocnice ve Frýdku Místku. Jde o ocelovou konstrukci s kruhovou železobetonovou deskou přistávací plochy. Heliport je navržen na přistání a stání pouze jednoho vrtulníku maximální váhy 3,5 tuny. Železobetonová deska je vynesena pomocí vzpěr z žárově zinkované oceli. Tyto ocelové vzpěry jsou kotvené do železobetonové konstrukce skeletu budovy pod heliportem. Vzpěry jsou řešeny jako šikmé ocelové sloupy. Tyto sloupy slouží jako nosné prvky a zároveň jako zavětrování celé konstrukce. Okolo desky přistávací plochy je prstenec z porořostu, který tak rozšiřuje ochranné pásmo heliportu. Pro únik z budovy i heliportu je zde navrženou ocelové točité schodiště, které se nachází v exteriéru při jedné z obvodových stěn. Heliport je situován přibližně 23 metrů nad okolním terénem.

Popis konstrukce je pouze dle vizuálního subjektivního pohledu

4.10.3 Heliport LZS v Brně



Obrázek 11 Samostatně stojící heliport – Brno [19]

Jedná se o konstrukci samostatně stojícího vyvýšeného heliportu kruhového půdorysu umístěného v areálu Fakultní nemocnice v Brně. Jedná se o železobetonovou monolitickou konstrukci o třech nadzemních patrech, kde střecha této konstrukce, slouží jako přistávací plocha pro vrtulníky. Jednotlivá patra slouží jako parkovací dům. Konstrukce je založena na velkopřůměrových vrtaných pilotách. Nad kterými se nachází patky pod všemi sloupy konstrukce. Objekt je řešen jako železobetonový monolitický skelet a tvoří samostatný dilatační celek, kde jeho prostorová tuhost je zajištěna tubusem na středu konstrukce. Deska přistávací plochy je kruhová a je monoliticky spojena se svislými konstrukcemi patra pod ní. Vedle heliportu se nachází samostatné schodiště s výtahem, které umožňuje transport osob z konstrukce heliportu. Toto schodiště je propojeno se samotnou konstrukcí pomocí ocelové lávky. Samozřejmostí je značení svrchní části desky písmenem H, které je červené. To je typické pro heliporty LZS.

Popis konstrukce je pouze dle vizuálního subjektivního pohledu

5 Příklady nejčastěji využívaných vrtulníků v ČR

Letectvo České republiky disponuje několika typy rotorových letadel s pohonem horizontálně rotujícími nosnými plochami neboli vrtulníky. Například bitevními Mi-24V, Mi-171Š, Mi-171ŠM nebo transportními Mi-8S a Mi-17. Nejpočetněji jsou však zastoupeny helikoptéry používané LZS. Z tohoto důvodu bude uvažována právě s těmito dvěma vrtulníky. [11]

5.1 Letecká technika IZS

Letecká služba integrovaného záchranného systému České republiky využívá pro záchranné operace lehké vrtulníky Eurocopter EC 135. V případě nouze by konstrukce heliportu měla být schopna unést i těžké armádní vrtulníky jako je v ČR stroj PZL W-3 Sokol. [12]

5.1.1 Eurocopter EC 135

Tento typ helikoptéry je nyní jediný používaný v letecké záchranné službě České republiky.



Obrázek 12 Vrtulník Eurocopter EC 135 [31]

Technické parametry	
Kategorie	II.
Max. počet osob	9
Délka	10,2 m
Výška	3,51 m
Průměr rotoru	10,2 m
Prázdná hmotnost	1455 kg
Max. vzletová hmotnost	2910 kg
Max. rychlost	259 km/h
Dolet	635 km

Tabulka 1 Technické parametry Eurocopter EC 135 [13]

5.2 vojenská letecká technika

Vojenská služba využívá několik typů vrtulníků, pro záchranné akce je primárně využíván typ PZL W-3 Sokol.

5.2.1 PZL W-3 Sokol



Obrázek 13 Vojenský vrtulník PLZ W-3 Sokol [32]

Technické parametry	
Kategorie	III.
Max. počet osob	14
Délka	14,21 m
Výška	5,14 m
Průměr rotoru	15,7 m
Prázdná hmotnost	3850 kg
Max. vzletová hmotnost	6400 kg
Max. rychlost	260 km/h
Dolet	745 km

Tabulka 2 Technické parametry PLZ W-3 Sokol [14]

6 Pavilon Pohotovost – Emergency FN HK

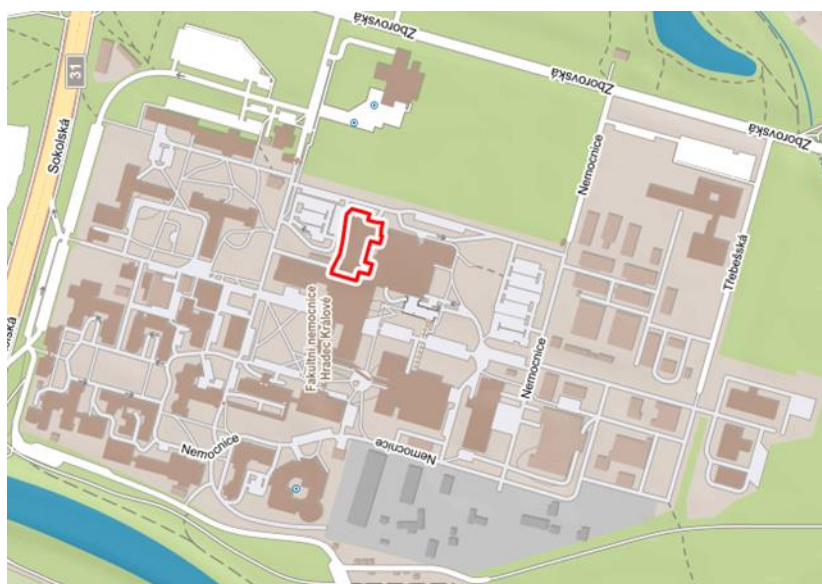
6.1 Popis objektu

Objekt nového pavilonu urgentního příjmu Fakultní nemocnice v Hradci Králové vzešel z konceptu architektonické soutěže z roku 1999. Objekt je přímo napojen na stávající části nemocnice, a to konkrétně na chirurgický pavilon akad. Bedrny a Pavilon interních oborů. Tyto tři budovy tvoří funkční monoblok akutní medicíny FNHK. Objekt pavilonu je pětipodlažní. 1. podzemní podlaží je provedeno pod objektem jen částečně a je využíváno jako technické zázemí, které navazuje na zásobovací dvůr. 1. nadzemní podlaží se nachází akutní a emergentní příjem pacientů a ve 2. - 3. nadzemním podlaží jsou umístěny jednotky intenzivní péče o pacienty. 4. nadzemní podlaží je jen nad částí půdorysu a složí jako strojovna. Strop tohoto podlaží je navržen jako přistávací plocha pro vrtulníky. Tento helipad je řešen jako pracovní vyvýšený heliport LZS a je využíván pro rychlou transportaci pacientů. [9]

6.1.1 Popis konstrukčního řešení

Jedná se o železobetonový kombinovaný systém se třemi nadzemními podlažími s částečným podsklepením a plochou střechou. Přibližné půdorysné rozměry jsou 55,7x37,5 m. Objekt je založen na železobetonové desce tloušťky 300 mm, která je doplněna v místě svislých konstrukcí navazujícího podlaží pilotami. Suterén je řešen jako kombinace železobetonových stěn tloušťky 300 mm a čtvercových sloupů 400x400 mm. Svislé konstrukce nadzemních podlaží jsou také řešeny jako kombinace železobetonových stěn tloušťky 200 mm a primárně čtvercovými sloupy 400x400 mm. Stropní konstrukce všech nadzemních podlaží je monolitická železobetonová deska tl. 250 mm. Deska 3. NP je lemována atikou výšky 700 mm. Konstrukční výška podlaží je 4,2 m. V místě samostatného výtahu je jeho šachta vytažena až nad úroveň plochy helipadu, aby jím bylo možné transportovat osoby do budovy. Na tuto budovu přímo navazuje konstrukce helipadu umístěného na střeše objektu. Konstrukční řešení bude uvedeno konkrétně v další kapitole.

6.1.2 Umístění objektu v rámci areálu nemocnice



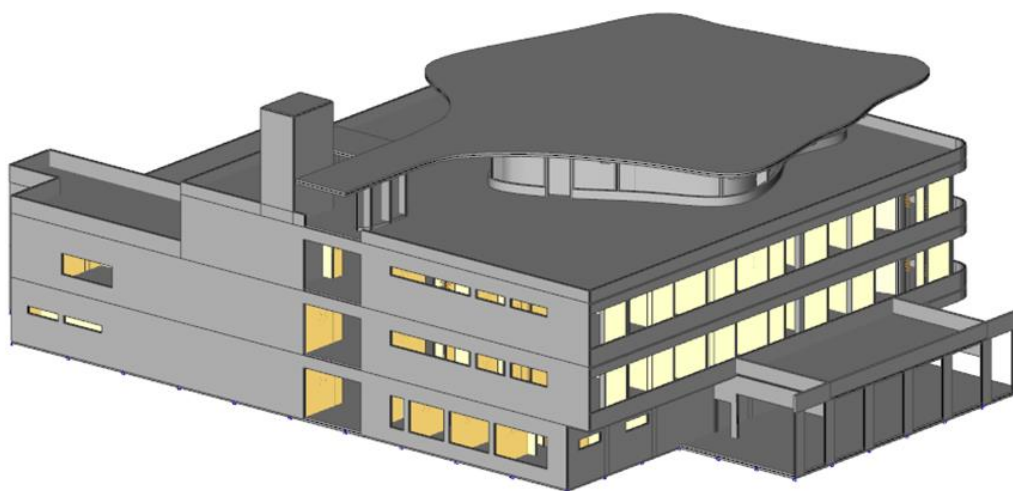
Obrázek 14 Mapa areálu Fakultní nemocnice Hradec Králové [33]

6.2 3D model návaznosti helipadu na objekt

Model je vytvořen v programu SCIA Engineer a znázorňuje hrubou představu napojení helipadu na konstrukci Pavilonu Emergency. Samotný model byl částečně zjednodušen a neobsahuje podsklepení objektu.



Obrázek 15 Model celého objektu - SCIA Engineer (přední pohled)



Obrázek 16 Model celého objektu – SCIA Engineer (zadní pohled)

7 Konstrukce helipadu nemocnice

7.1 Obecný popis konstrukce

Jedná se o vyvýšený pracovní helipad LZS. Konstrukčně jde o železobetonovou monolitickou konstrukci, která je řešena jako stěnový systém. Tato konstrukce tvoří samostatný dilatační celek, a je od stropní desky 3.NP celoplošně oddělena vrstvou vibroizolace BELAR tloušťky 40 mm. Skladba podlahy přistávací plochy je doplněna o podlahové vytápění pomocí topného kabelu, který je uložen ve vrstvě betonové mazaniny tloušťky 100 mm. Podlahové vytápění poskytuje bezpečný provoz helipadu i v zimním období. Abychom zamezili faktu, že nám helipad bude tvořit tepelný most pro budovu nemocnice, je zde v podhledu vrstva tepelné izolace ROCKWOOL tloušťky 150 mm. Skladba podlahy interiéru konstrukce helipadu je řešena, jako klasická interiérová podlaha s dlažbou jako povrchovou úpravou. Interiér helipadu se využívá jako strojovna vzduchotechniky.

7.1.1 Výpočet FATO a výběr vhodné helikoptéry

V rámci návrhu helipadu je nutné navrhnout oblast FATO. Ta závisí na velikosti vrtulníku, který bude helipad využívat. Návrh proběhne na dva typy vrtulníku Eurocopter EC 135 a PZL W-3 Sokol. Rozhodujícím faktorem je délka vrtulníku od konce zadní vrtule po konec hlavní vrtule. Na konstrukci helipadu je navržena kruhová plocha FATO.

PLZ W-3 SOKOL

Celková délka = 17,4 m

Průměr FATO = $17,4 * 1,5 = 26,1 \text{ m}$

EUROCOPTER EC 135

Celková délka = 12,16

Průměr FATO = $12,16 * 1,5 = 18,24 \text{ m}$

ZÁVĚR

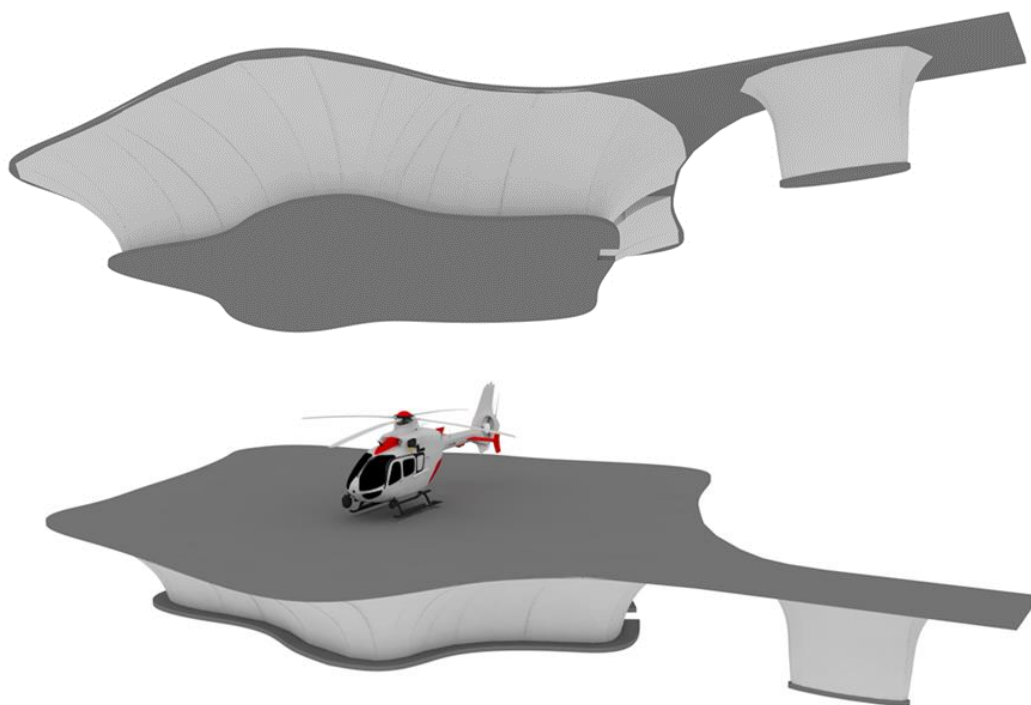
Návrh proběhne pouze na vrtulník Eurocopter EC 135 z důvodu, že konstrukce neumožňuje přistání vrtulníku PLZ W-3 Sokol, který má potřebnou velikost FATO takovou, že rozměry konstrukce jsou nedostačující.

7.2 Konstrukční varianty řešení

7.2.1 Konstrukční varianta 1

První konstrukční varianta je navržena jako kombinovaný systém. Sloupy, stěny, průvlaky a desky jsou navrženy z železobetonu C30/37. Uvnitř konstrukce se nachází rošt z průvlaků podepřený železobetonovými sloupy. Obvodové stěny jsou z lehčeného betonu a jsou plně monolitické včetně náběhů, které se na konstrukci nachází z důvodu architektonického návrhu.

Tato varianta nebyla zvolena jako výchozí pro výpočet z důvodu složitosti bednění konstrukce, neekonomičnosti, kvůli množství použitého betonu a celkově vysoké váze finální konstrukce.

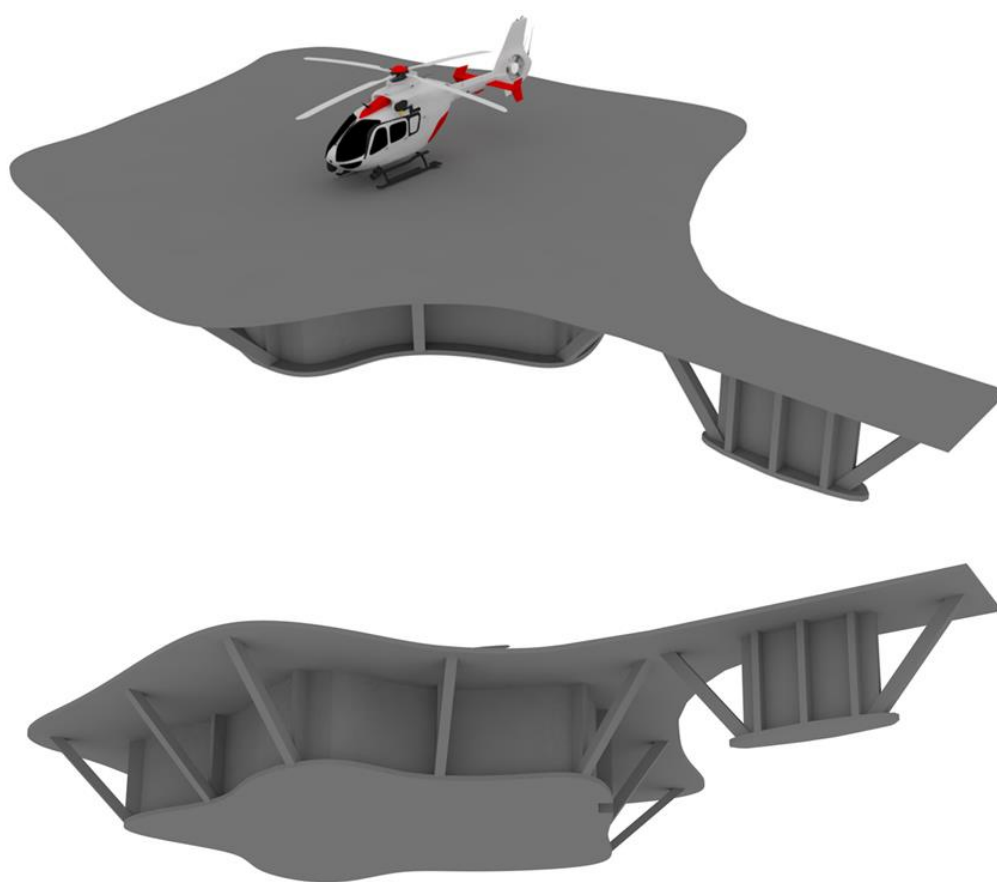


Obrázek 17 Konstrukční systém 1

7.2.2 Konstrukční varianta 2

Druhá konstrukční varianta je navržena jako kombinovaný systém. Všechny nosné konstrukce jsou navrženy ze železobetonu C30/37. Pilíř podepírající krček heliportu je řešen pomocí čtveřice stěn, které jsou uspořádány, tak aby zajistili dobrou odolnost konstrukce proti vodorovným silám. Stěny samotného heliportu jsou řešeny jako 250 mm silné s výztužnými žebry v místě vzpěr. Podepření konzol je zde řešeno pomocí železobetonových šikmých sloupů, které tvoří vzpěry. Finální tvar konstrukce dle architektonického návrhu je řešen pomocí lehkého obvodového pláště.

Tato varianta nebyla zvolena jako výchozí pro výpočet z důvodu, nevýhod vycházejících z použití šikmých železobetonových prvků. Chování těchto prvků může v rámci návrhu docházet k poškození, jako je například drcení betonu nebo vzniku tahu v železobetonové konstrukci.

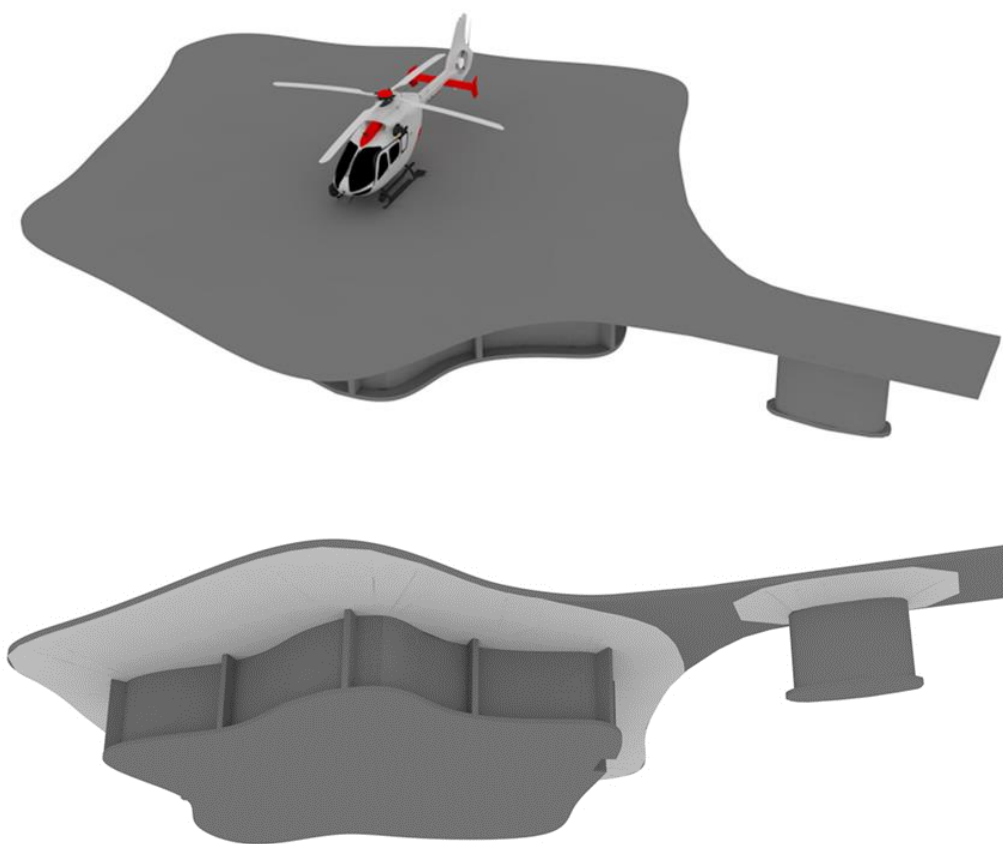


Obrázek 18 Konstrukční systém 2

7.2.3 Konstrukční varianta 3

Třetí konstrukční varianta je navržena jako kombinovaný systém. Všechny nosné prvky konstrukce jsou navrženy z betonu C30/37. Nosný pilíř krčku konstrukce heliportu je elipsoidního tvaru a je plně monolitický. Svislé nosné konstrukce samotné přistávací plochy jsou stěny tloušťky 250 mm s výztužnými žebry pro lepší přenos vodorovných sil. Podepření konzoly je pomocí náběhů na desku. Tento náběh na desku o svislé stěny ke konci konzoly a u stěny má výšku 500 mm.

Tato varianta nebyla zvolena jako výchozí pro výpočet z důvodu, že ekonomičtější návrhem je využití pouze žebér s náběhem, a ne celé desky, konstrukce je zbytečně těžká a je složité bednění náběhů na desku.

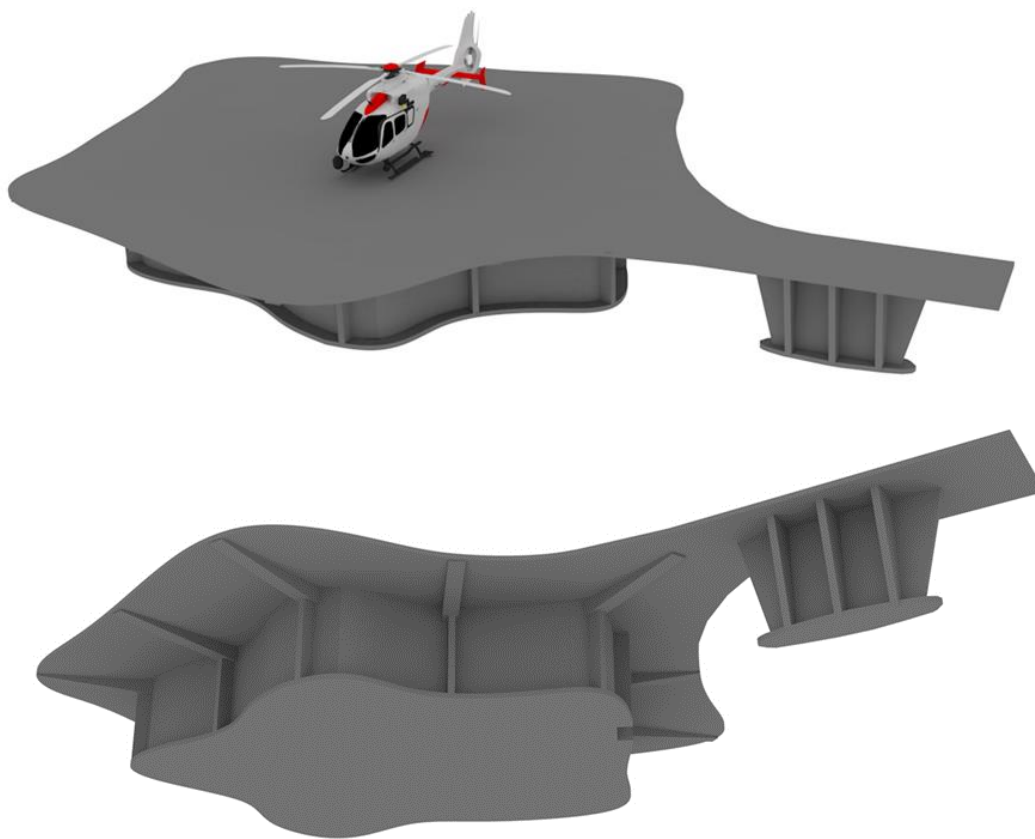


Obrázek 19 Konstrukční systém 3

7.2.4 Konstrukční varianta 4

Čtvrtá konstrukční varianta je navržena jako kombinovaný systém. Všechny nosné prvky konstrukce jsou navrženy z betonu C30/37. Pilíř podepírající krček konstrukce je řešen pomocí čtveřice stěn, které se rozšiřují k vrcholu, a tak jsou schopny lépe podepřít desku a zamezit tak větším deformacím. Svislé nosné konstrukce jsou řešeny jako stěny s výztužnými svislými žebry a uvnitř se nachází dvě stěny, které podepírají desku přistávací plochy. V každé z těchto stěn se nachází dveře, aby nebylo zamezeno využití interiéru konstrukce. Podepření konzoly je řešeno pomocí průvlaků s náběhem o profilu $h = 900$ a $b = 600$ mm u stěny a $h = 400$ a $b = 600$ mm na konci konzoly. Tyto průvlaky jsou vždy umístěny nad svislými výztužnými žebry stěny. Finální tvar konstrukce dle architektonického návrhu je řešen pomocí lepené a kotvené izolace vytvarované do příslušného tvaru.

Tato varianta bude dále podrobněji navržena ve statickém výpočtu. Byla vybrána z důvodu nejekonomičtějšího řešení.

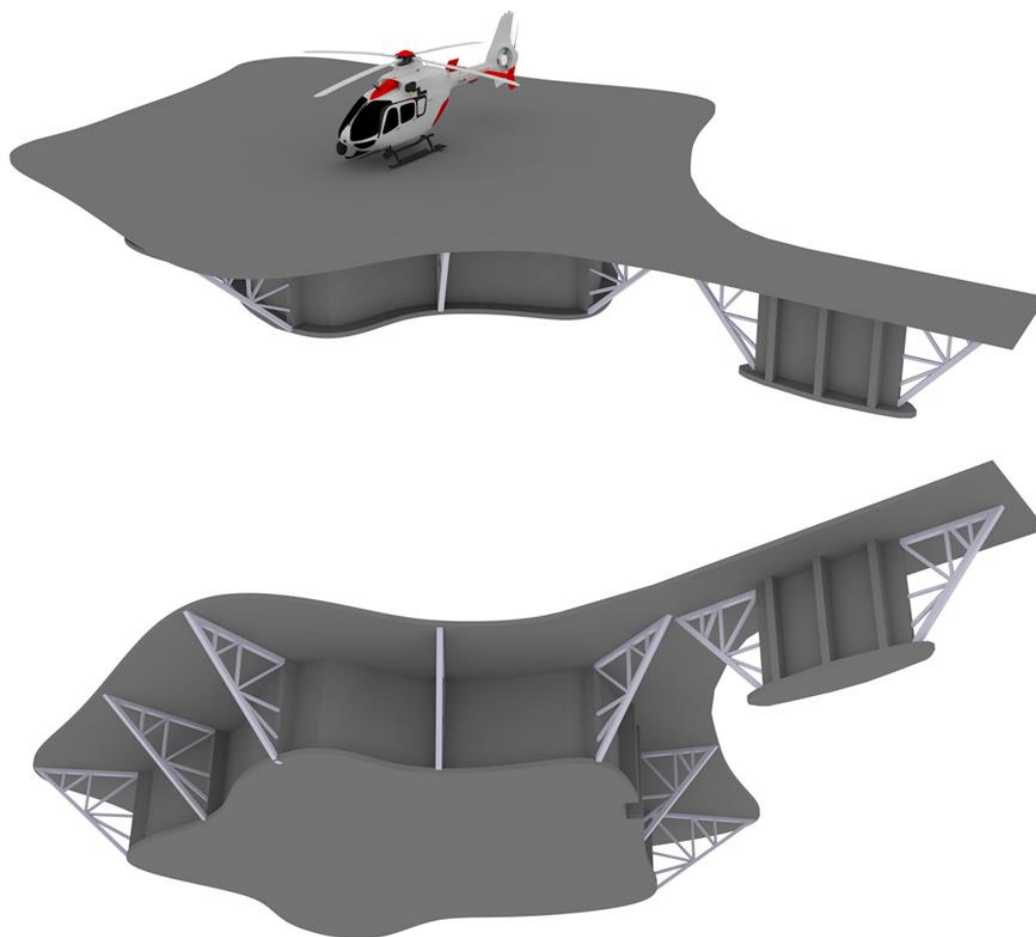


Obrázek 20 Konstrukční systém 4

7.2.5 Konstrukční varianta 5

Pátá konstrukční varianta je navržena jako kombinovaný systém. Svislé nosné konstrukce a desky s průvlaky jsou z betonu C3037. Pilíř podepírající krček konstrukce je řešen pomocí čtveřice stěn, které jsou uspořádány, tak aby zajistili dobrou odolnost konstrukce proti vodorovným silám. Svislé nosné konstrukce jsou řešeny jako stěny s výztužnými žebry. Podepření desky přistávací plochy je řešeno pomocí ocelových příhradových nosníků z tenkostěnných trubek obdélníkového profilu. Tyto nosníky jsou vždy v místě výztužného žebra stěny. Finální tvar konstrukce dle architektonického návrhu je řešen pomocí lehkého obvodového pláště.

Tato varianta nebyla zvolena jako výchozí pro výpočet z důvodu, že všechny ocelové vazníky nejsou pnuty na stejnou vzdálenost, a tudíž nebudou stejné. Z čehož vyplívá vyšší složitost provádění konstrukce.

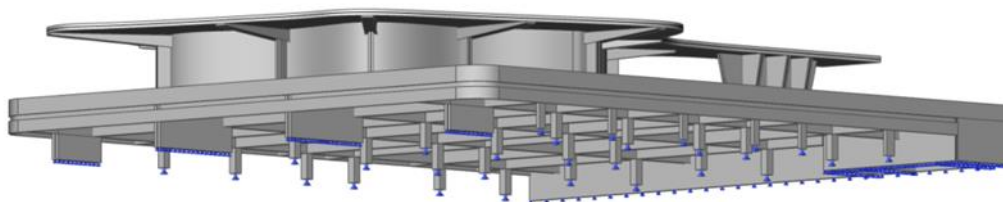


Obrázek 21 Konstrukční systém 5

7.3 Konstrukční řešení zvolené varianty

7.3.1 Spodní pohled na konstrukci

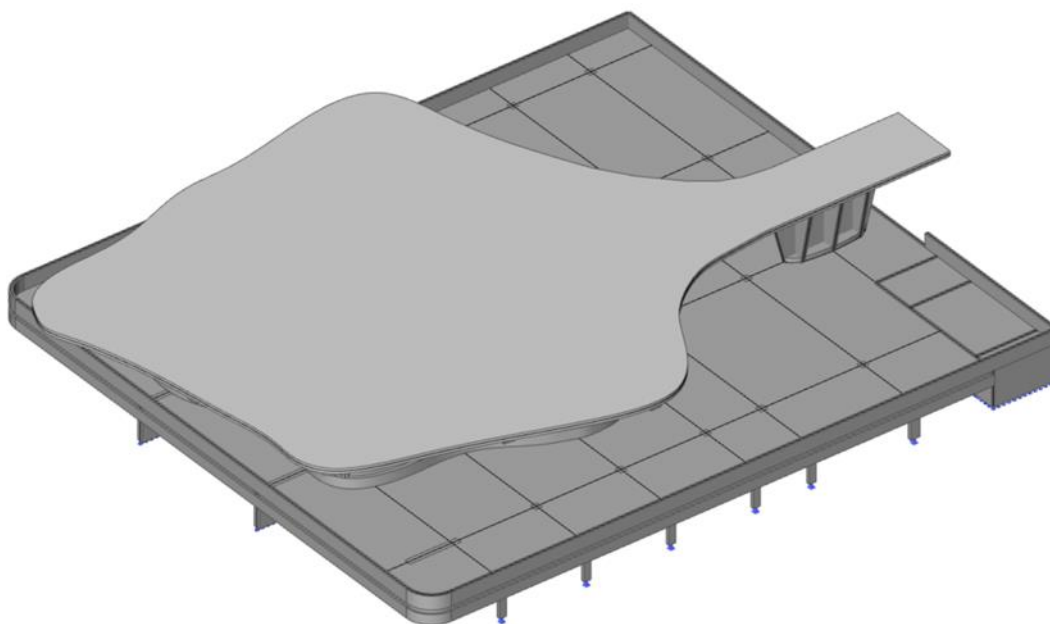
V tomto pohledu je možné vidět konstrukci stropní desky patra pod helipadem. Tato deska je podepřena sloupy mezi kterými jsou křížem pnuté průvlaky, aby byla zajištěna dostatečná tuhost konstrukce. Po obvodě je tato deska lemována atikou výšky 700 mm a nadpražím výšky 600 mm. Deska je částečně podepřena i stěnami, ale dominantní podpory tvoří sloupy. Pro výpočetní model byly svislé nosné konstrukce svrchního patra nemocnice brány v poloviční výšce a v tomto bodě byly kloubově uloženy.



Obrázek 22 Konstrukční systém zvolené varianty – Pohled 1

7.3.2 Vrchní pohled na konstrukci

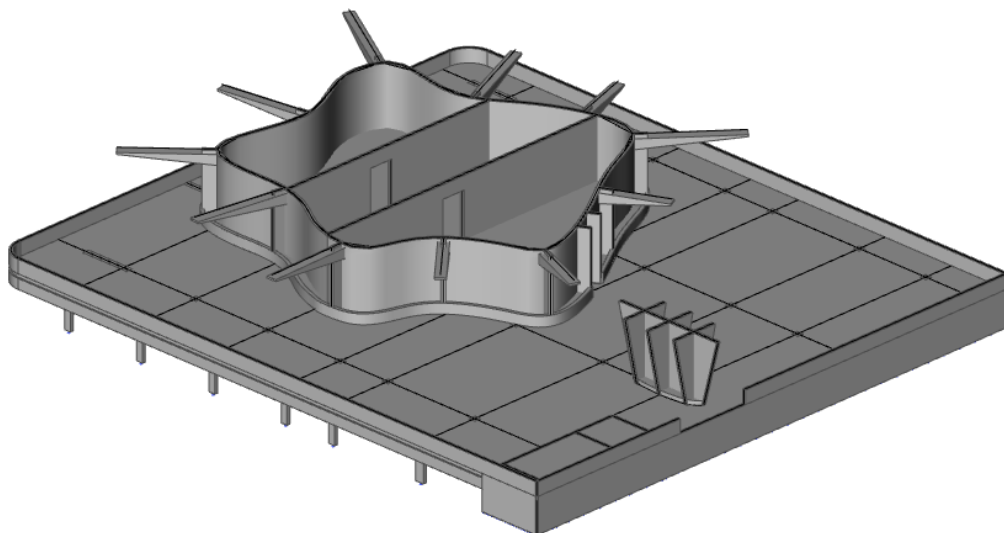
Z tohoto pohledu je možné vidět celou konstrukci helipadu. Deska přistávací plochy je monolitická a má tloušťku 300 mm.



Obrázek 23 Konstrukční systém zvolené varianty – Pohled 2

7.3.3 Pohled pod desku přistávací plochy

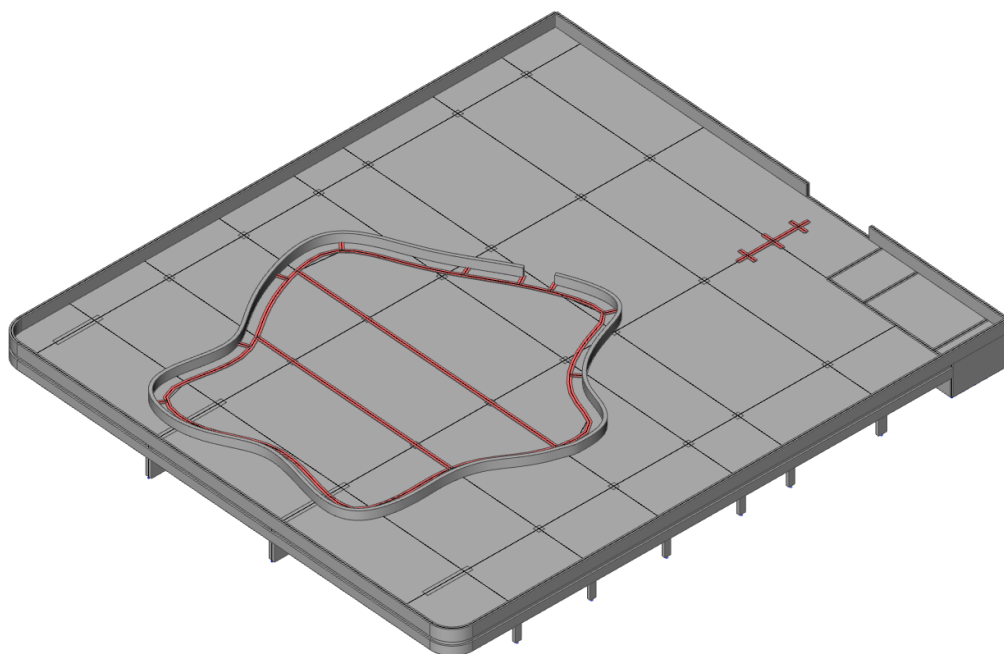
V tomto pohledu je možné vidět žebra s náběhem, které podepírají konzoly vrchní desky. Dále zde můžeme vidět svislé nosné konstrukce stěn, které jsou v celé konstrukci stejné tloušťky 250 mm. Vstup do objektu je možný dveřmi v obvodové stěně helipadu. Dále je zde vidět konstrukce pilíře podepírající krček přistávací plochy. Tento pilíř je řešen pomocí rozšiřujících se stěn do tvaru písmene V tloušťky 250 mm. Dále je zde vidět konstrukce základové desky helipadu tloušťky 250 mm. Tato deska je lemována atikou výšky 500 mm, která je vytažena ze stropní konstrukce desky 3. NP a přesně kopíruje tvar základové desky.



Obrázek 24 Konstrukční systém zvolené varianty – Pohled pod desku

7.3.4 Pohled na vibroizolaci

V rámci výpočetního modelu v programu SCIA Engineer nebylo možné vytvořit plošně vrstvu vibroizolace, tak aby model odpovídal skutečnosti. Z tohoto důvodu, byla zvolena varianta řešení pomocí krátkých stěn výšky 40 mm pod všemi svislými konstrukcemi helipadu. Tato varianta řešení bohužel také není dokonalá a v rámci modelu vyvolá drobné imperfekce v deformaci konstrukce. Tyto nedostatky nejsou však nikterak zásadní pro samotný návrh konstrukce a v praxi se tento postup běžně pro návrh využívá.



Obrázek 25 Konstrukční systém zvolené varianty – Vibroizolace

7.4 Základní návrhové údaje

7.4.1 Použité materiály

VODOROVNÉ KONSTRUKCE

Beton – C30/37 – XC3, D_{\max} 16, S3

SVISLÉ KONSTRUKCE

Beton – C30/37 – XC3, D_{\max} 16, S3

VÝZTUŽ

Ocel B500B

VIBROIZOLACE

BELAR

7.4.2 Skladby podlah

Přístavací plocha	Tloušťka	Obj. hmotnost	Char. zatížení	γ	Návrh. zatížení
-	mm	kN/m ³	kN/m ²	-	kN/m ²
Povrchová úprava - vulkanický protiskuzový nátěr	-	-	0,005	1,35	0,007
Betonová mazanina s kari sítí a topným kabelem	100	25	2,5		3,375
Izolace FIBRANxps 500-L	50	0,3	0,015		0,020
Podhled - Izolace ROCKWOOL STOPROCK G	150	0,78	0,117		0,158
Celkem			2,637		3,560

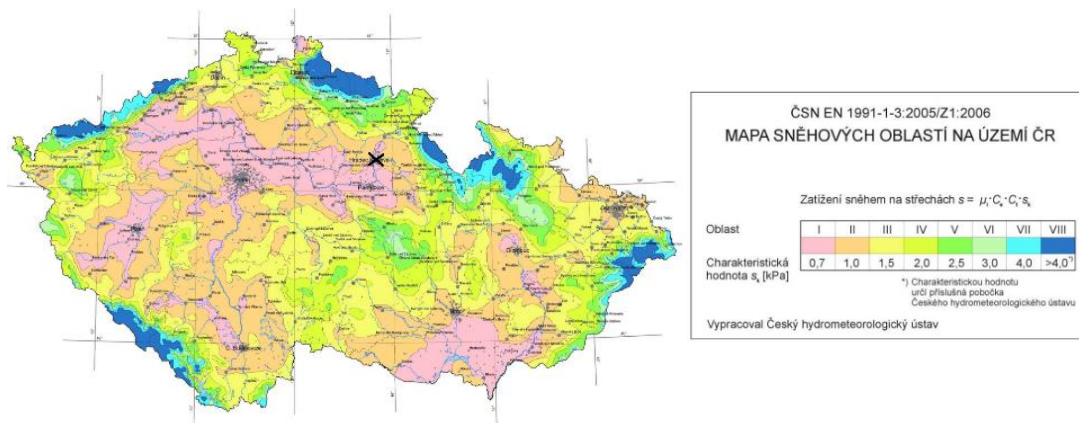
Obrázek 26 Skladba přístavací plochy

Podlaha interiéru	Tloušťka	Obj. hmotnost	Char. zatížení	γ	Návrh. zatížení
-	mm	kN/m ³	kN/m ²	-	kN/m ²
Nášlapná vrstva - dlažba	10	22	0,22	1,35	0,297
Betonová mazanina	50	25	1,25		1,688
Kroječová izolace - RIGIFLOOR 4000	40	0,3	0,012		0,016
Celkem			1,482	2,001	

Obrázek 27 Skladba podlahy interiéru heliportu

7.4.3 Zatížení sněhem

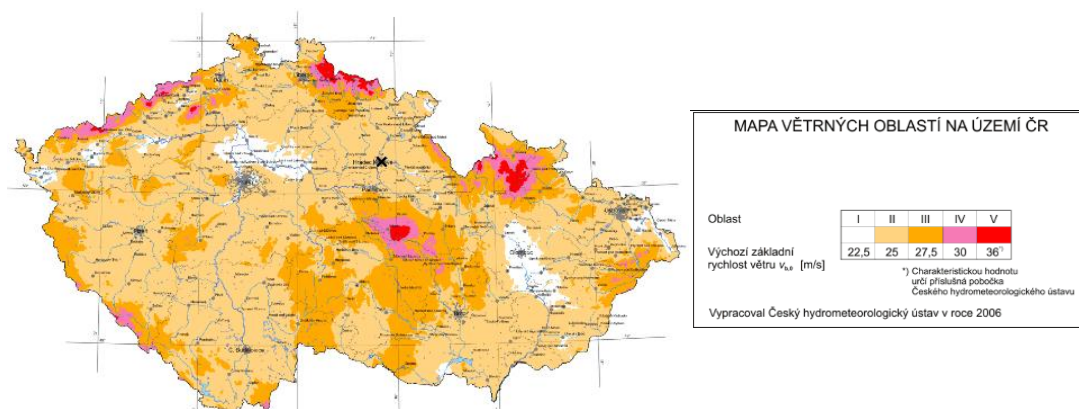
Objekt se nachází v Hradci Králové ve sněhové oblasti I. V rámci výpočtu nebude uvažováno se zatížením sněhem. Důvodem je podlahové vytápění přistávací plochy, které zajistí, že se sníh neudrží na konstrukci.



Obrázek 28 Sněhová mapa ČR [35]

7.4.4 Zatížení větrem

Objekt se nachází v Hradci Králové ve větrné oblasti II. V rámci výpočtu nebude uvažováno se zatížením větrem, protože pro konstrukci není rozhodující. "



Obrázek 29 Větrná mapa ČR [36]

7.4.5 Zatížení dle ICAO HELIPIPORT MANUAL

Zatížení konstrukce je uvažováno dle ICAO HELIPIPORT MANUAL. V rámci návrhu je postup modifikovaný. Místo bezpečnostních součinitelů, které jsou uvedeny v manuálu, byly použity bezpečnostní součinitele dle Eurokódu a to 1,35 pro stálé zatížení a 1,5 pro zatížení proměnné. Dle ICAO HELIPIPORT MANUAL by měl návrh zatížení proběhnout na horní mez kategorie vrtulníku dle Tabulky 3. Vrtulník EUROCOPTER EC 135 spadá do kategorie II. Ale návrh bude proveden přímo na hmotnost vrtulníku, z důvodu ekonomičnosti návrhu.

Kategorie helikoptéry	Maximální vzletová hmotnost		Bodové zatížení pro každé kolo	Vzdálenost mezi koly podvozku	Plošné zatížení	Plošné zatížení
	(kg)	(kN)	(kN)	(m)	(S_{Hd}) (kN/m ²)	(S_{Hv}) (kN/m ²)
1	up to 2 300	up to 22.6	12.0	1.75	0.5	1.5
2	2 301 — 5 000	22.6 — 49.2	25.0	2.0	0.5	2.0
3	5 001 — 9 000	49.2 — 88.5	45.0	2.5	0.5	2.5
4	9 001 — 13 500	88.5 — 133.0	67.0	3.0	0.5	3.0
5	13 501 — 19 500	133.0 — 192.0	96.0	3.5	0.5	3.0
6	19 501 — 27 000	192.0 — 266.0	133.0	4.5	0.5	3.0

Tabulka 3 Zatížení dle ICAO HELIPIPORT MANUAL [34]

NÁVRHOVÝ PŘÍPAD A – PŘISTÁVACÍ PLOCHA

Dynamické zatížení od vrtulníku v okamžiku dosednutí

$$T = L_H * 1,66 * 1,5 = 29,1 * 1,66 * 1,5 = 72,46 \text{ kN}$$

$$T_R = T * R = 72,46 * 1,3 = 94,2 \text{ kN}$$

$$T_{R/2} = \frac{94,2}{2} = 47,1 \text{ kN}$$

Vodorovná síla vyvolaná přistáním vrtulníku

$$S = 1,5 * \frac{L_H}{2} = 1,5 * \frac{29,1}{2} = 21,8 \text{ kN}$$

Užitné zatížení

$$f_1 = 0,5 * 1,5 = 0,75 \text{ kN/m}^2$$

Ostatní stálé zatížení

$$f_d = 3,56 \text{ kN/m}^2$$

Vlastní tíha konstrukce

- počítá program SCIA Engineer automaticky

NÁVRHOVÝ PŘÍPAD A – PODLAHA INTERIÉRU

Užitné zatížení

$$f_1 = 1,5 * 1,5 = 2,25 \text{ kN/m}^2$$

Ostatní stálé zatížení

$$f_d = 2,001 \text{ kN/m}^2$$

Zatížení od technologií

$$f_d = 1 * 1,5 = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

Vlastní tíha konstrukce

- počítá program SCIA Engineer automaticky

NÁVRHOVÝ PŘÍPAD B – PŘISTÁVACÍ PLOCHA

Zatížení od vrtulníku v okamžiku stání na přistávací ploše

$$P = L_H * 1,5 = 29,1 * 1,5 = 43,65 \text{ kN}$$

$$P_{1/2} = \frac{43,65}{2} = 21,83 \text{ kN}$$

Užitné zatížení

$$f_1 = 2 * 1,5 = 3 \text{ kN/m}^2$$

Ostatní stálé zatížení

$$f_d = 3,56 \text{ kN/m}^2$$

Vlastní tíha konstrukce

- počítá program SCIA Engineer automaticky

NÁVRHOVÝ PŘÍPAD B – PODLAHA INTERIÉRU

Užitné zatížení

$$f_1 = 1,5 * 1,5 = 2,25 \text{ kN/m}^2$$

Ostatní stálé zatížení

$$f_d = 2,001 \text{ kN/m}^2$$

Zatížení od technologií

$$f_d = 1 * 1,5 = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

Vlastní tíha konstrukce

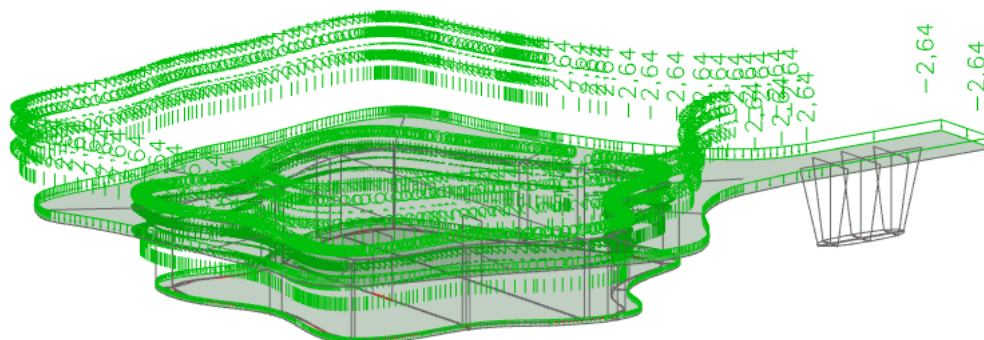
- počítá program SCIA Engineer automaticky

7.5 Statický výpočet

7.5.1 Zatížení SCIA Engineer

7.5.1.1 Ostatní stálé zatížení

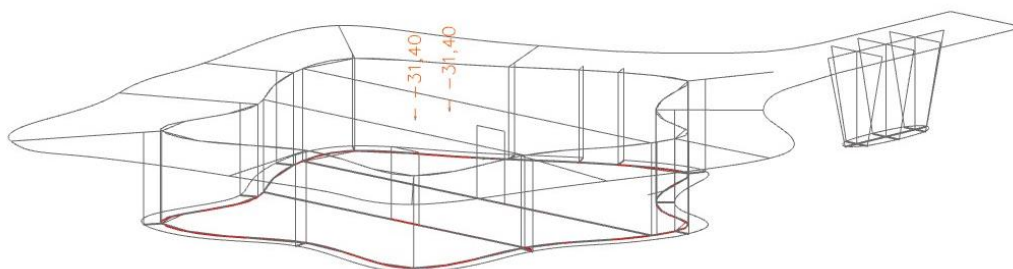
Ostatní stálé zatížení vychází se skladby podlahy konstrukce.



Obrázek 30 Ostatní stálé zatížení

7.5.1.2 Dynamické zatížení od vrtulníku v okamžiku dosednutí

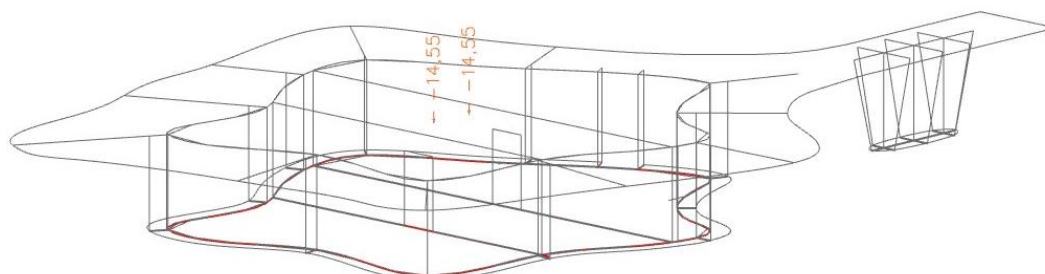
Toto zatížení působí přesně v okamžiku dosednutí jako dvojice bodových sil od ližin helikoptéry.



Obrázek 31 Dynamické zatížení od vrtulníku v okamžiku dosednutí

7.5.1.3 Zatížení od vrtulníku v okamžiku stání na přistávací ploše

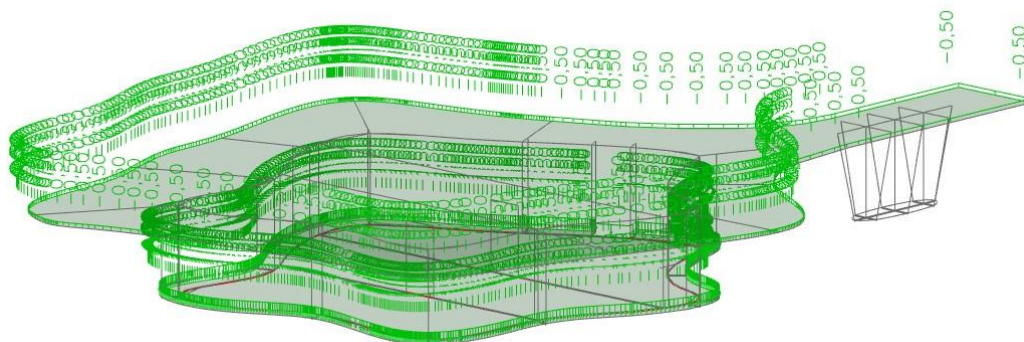
Toto zatížení působí v okamžiku stání helikoptéry jako dvojice bodových sil od ližin helikoptéry.



Obrázek 32 Zatížení od vrtulníku v okamžiku stání na přistávací ploše

7.5.1.4 Užitné zatížení – Návrhový případ A

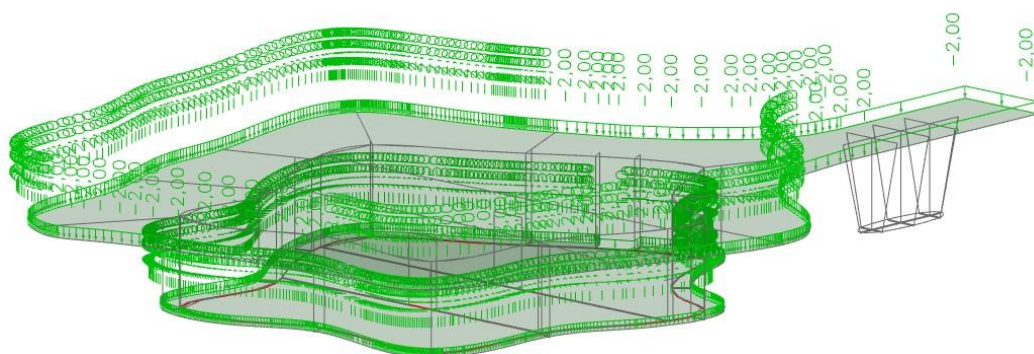
Užitné zatížení při návrhovém případě A se na přistávací ploše řídí příručkou ICAO HELIPORT MANUAL a užitné zatížení interiéru je zde užito jako pro obytné prostory.



Obrázek 33 Užitné zatížení – Návrhový případ A

7.5.1.5 Užitné zatížení – Návrhový případ B

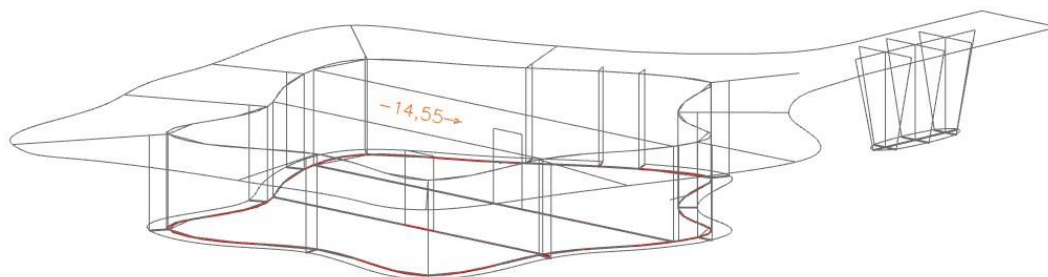
Užitné zatížení při návrhovém případě A se na přistávací ploše řídí příručkou ICAO HELIPORT MANUAL a užitné zatížení interiéru je zde užito jako pro obytné prostory.



Obrázek 34 Užitné zatížení – Návrhový případ B

7.5.1.6 Vodorovná síla vyvolaná přistáním vrtulníku

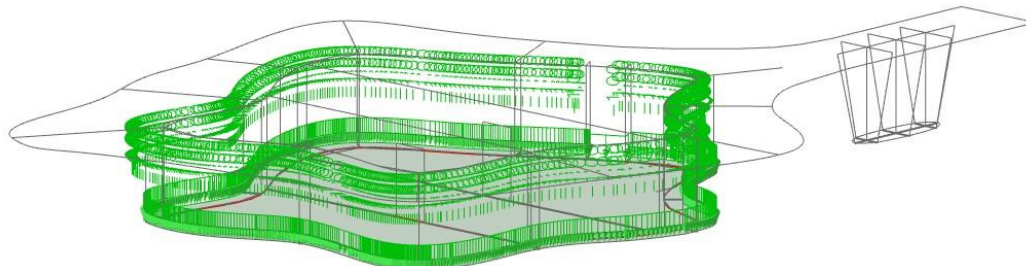
Tato vodorovná síla je vyvolána dosednutím vrtulníku a jeho brzděním na přistávací ploše.



Obrázek 35 Vodorovná síla vyvolaná přistáním vrtulníku

7.5.1.7 Zatížení od technologií

Interiér helipadu se využívá jako strojovna vzduchotechniky a z tohoto důvodu, zde uvažujeme užité zatížení od technologií. Toto zatížení je uvažováno plošně o hodnotě 1 kN/m². Z důvodu, že neznáme konkrétní jednotky vzduchotechniky, které jsou zde použity.



Obrázek 36 Zatížení od technologie

7.6 Protlačení kola helikoptéry do desky

V rámci návrhu je nutné posoudit i protlačení kola helikoptéry do desky přistávací plochy. Toto posouzení se provádí dle ICAO HELIPORT MANUAL na ploše 64,5x10³ mm². V rámci konkrétního návrhu tohoto helipadu návrh nebude proveden z důvodu, že tloušťka desky je 300 mm a při horním povrchu je dostatečně vyztužena. Z tohoto důvodu lze předpokládat, že k protlačení kola helikoptéry do přistávací plochy nenastane.

7.7 Mezní stavy

7.7.1 Mezní stav únosnosti (MSÚ)

Jedná se o stav týkající se bezpečnosti osob nebo konstrukce. Mezi posuzované veličiny patří ztráta statické rovnováhy nebo porucha nadměrným přetvořením (mechanická nestabilita, porušení lomem, ztráta stability). Pomocí tohoto stavu navrhujeme nosné prvky konstrukce na únosnost.

7.7.2 Mezní stav použitelnosti (MSP)

Tento stav rozhoduje o funkci konstrukce, pohodě osob a vzhledu stavby. Mezi posuzované veličiny patří primárně konečná deformace konstrukce, která je rozhodující pro vzhled. Dále jsou zde řešeny poškození v podobě trhlin a řešíme i kmitání konstrukce. Posuzujeme díky němu trvanlivost a provozuschopnost konstrukce.

7.8 Stykování výztuže a kotevní délka

Návrh je proveden v excelové tabulce dle Eurokódu.

Kotvení a přesahy výztuže dle EN

Použitý beton	C30/37	
Char. pevnost betonu v tlaku f_{ck} =	30	MPa
Pevnost betonu v tahu =	1,33	MPa
Předpokládané napětí v oceli	435	MPa
Podmínky betonáže	dobré	
Mezní napětí v soudržnosti	$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} =$	2,9925 Mpa

Součinitele

α_1	vliv tvaru prutu	tlačené, rovné tažené pruty	1
α_2	vliv tloušťky krycí vrstvy a mezer mezi pruty		1
α_3	vliv příčné výztuže		1
α_4	vliv příčně přivařené výztuže	není příčně přivařené výztuž	1
α_5	vliv tlaku kolmého na plochu štěpení podél návrhové kotevní délky		1
α_6	procento stykovaných prutů v jednom řezu	>50%	1,5

Pozn.: nevolitelné součinitele jsou z hlediska bezpečnosti voleny pro nejhorší variantu

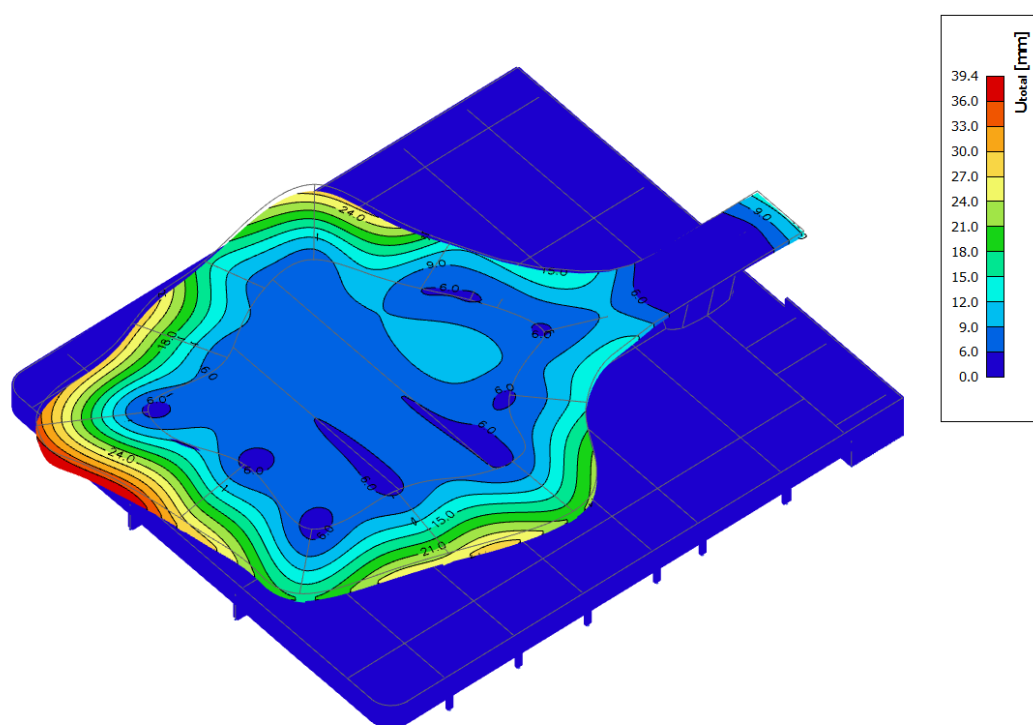
Ø	základní kotevní délka [mm]	Návrhová kotevní délka [mm]	Stykování výztuže [mm]
6	218	218	327
8	291	291	436
10	363	363	545
12	436	436	654
14	509	509	763
16	581	581	872
18	654	654	981
20	727	727	1090
22	799	799	1199
25	909	909	1363
28	1018	1018	1526
32	1163	1163	1744

Tabulka 4 Kotvení a přesahy výztuže dle EN

7.9 Celková deformace konstrukce

Celková deformace konstrukce je zde zjištěna pomocí programu SCIA Engineer. Výpočet deformace konstrukce vychází z kvazistálé kombinace zatížení a je v ní zvažováno dotvarování betonu. Z tohoto důvodu lze tyto průhyby považovat za konečné. V případě, že by v modelu nebylo uvažováno s dotvarováním betonu, jednalo by se o okamžité průhyby a deformace konstrukce, které nám mohou sloužit pro ověření správnosti modelu, ale nelze je považovat jako hodnoty, které se používají pro posouzení mezního stavu použitelnosti konstrukce. Vliv dotvarování betonu byl do modelu zanesen pomocí modifikátoru 1D a 2D prvků. Tento modifikátor je součástí programu SCIA Engineer a modifikace konstrukce zajistí takové chování modelu, že lze uvažovat konečné průhyby konstrukce odpovídající 4-5 ti násobku okamžitých průhybů. Z tohoto důvodu lze z výstupů posoudit deformace konstrukce na mezní stav použitelnosti. Konkrétní posouzení na hodnotu limitního průhybu konstrukce bude provedeno v následujících kapitolách, a to u desky přistávací plochy a průvlaků podepírajících konzoly desky přistávací plochy.

Celková deformace konstrukce vyhovuje.



Obrázek 37 Celková deformace konstrukce SCIA Engineer

7.10 Návrh vodorovných konstrukcí

7.10.1 Popis návrhových veličin pro návrh výztuže desky

Základní návrhové veličiny jsou hodnoty ohybových momentů ve směrech x a y. Tyto momenty zahrnují i vliv kroutících momentů dle EC2. Dle těchto momentů bude proveden ruční návrh výztuže do desky. Záporný moment nad podporami je označen znaménkem + a kladný moment v polích je označen znaménkem -. Orientace jednotlivých os je vždy uvedena u každého výstupu z programu SCIA Engineer.

- m_{xD+} – návrhový moment ve směru x na kladném povrchu
- m_{xD-} – návrhový moment ve směru x na záporném povrchu
- m_{yD+} – návrhový moment ve směru y na kladném povrchu
- m_{yD-} – návrhový moment ve směru y na záporném povrchu

7.10.2 Stropní deska

7.10.2.1 Empirický návrh

Maximální rozpětí ve směru osy Y: $l = 9400 \text{ mm}$

Maximální rozpětí ve směru osy X: $l = 16\,800 \text{ mm}$

Křížem vyztužená deska: $h_d = \frac{1,2}{105} * (L_1 + L_2) = \frac{1,2}{105} * (16800 + 9400) = 299,5 \text{ mm}$
 $h_d = 300 \text{ mm}$

7.10.2.2 Deformace desky z programu SCIA Engineer

Na obrázku 38 lze vidět deformaci konstrukce desky přistávací plochy. Z výstupu je patrné, že největší deformace konstrukce jsou na konzolách, které jsou po celém obvodu stěn helipadu. Pro posouzení mezního stavu použitelnosti konstrukce bude využit předpoklad limitních průhybů na desce mezi stěnami a na konzolách dle normy ČSN 73 1401. Pro desku mezi stěnami bude využit limitní průhyb $L/250$, kde L je rovno nejkratšímu rozponu desky mezi podporami. Pro návrh limitního průhybu na konzole bude využit vztah $L/125$, kde L je délka konzoly.

Limitní průhyb na desce

$$\frac{L}{250} = \frac{4750}{250} = 19 \text{ mm}$$

Maximální průhyb na desce

$$u_z = 12 \text{ mm}$$

Limitní průhyb na konzole v místě největší deformace

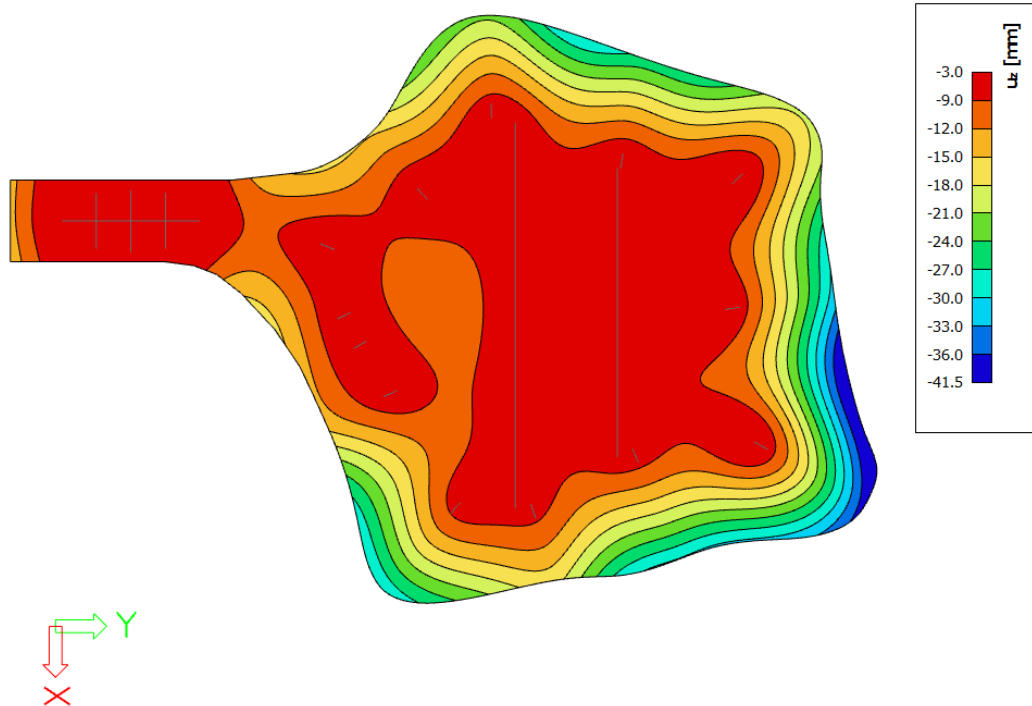
$$\frac{L}{125} = \frac{6140}{125} = 49,1 \text{ mm}$$

Maximální průhyb na konzole v místě největší deformace

$$u_z = 41,5 \text{ mm}$$

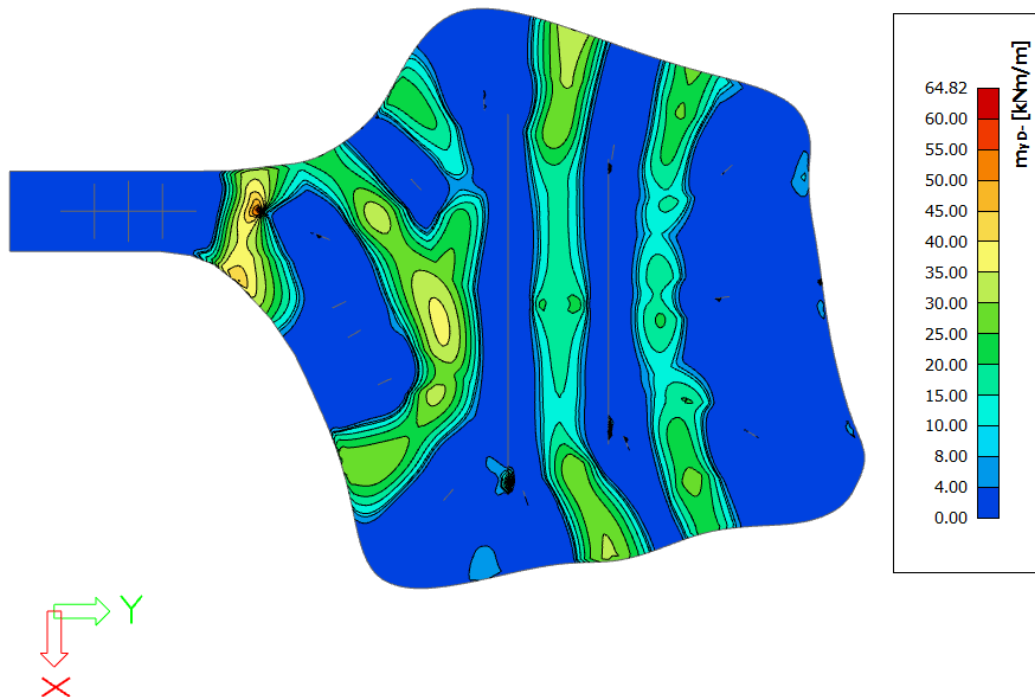
Průhyby konstrukce vyhoví na limitní průhyby.

V případě, že by průhyby na konzole nevyhověli na limitní průhyb, nabízí se varianta nadvýšení konce desky. Toto opatření by pokrylo část deformací konstrukce, a to by pomohlo snížit celkové průhyby konzoly.



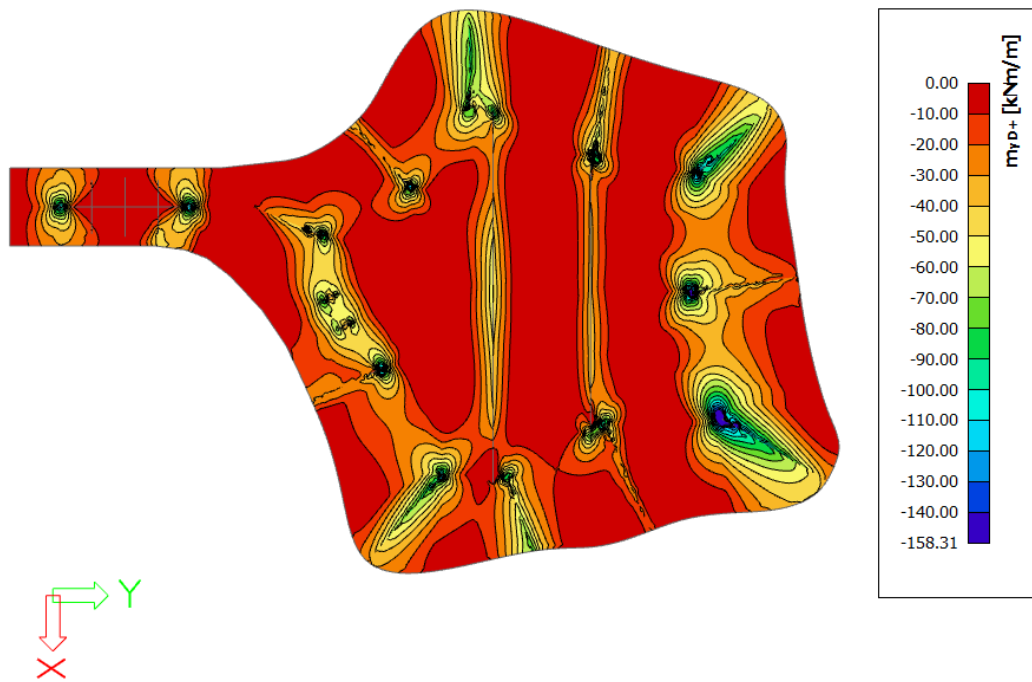
Obrázek 38 Deformace desky z programu SCIA Engineer

7.10.2.3 Moment u dolních vláken ve směru osy Y



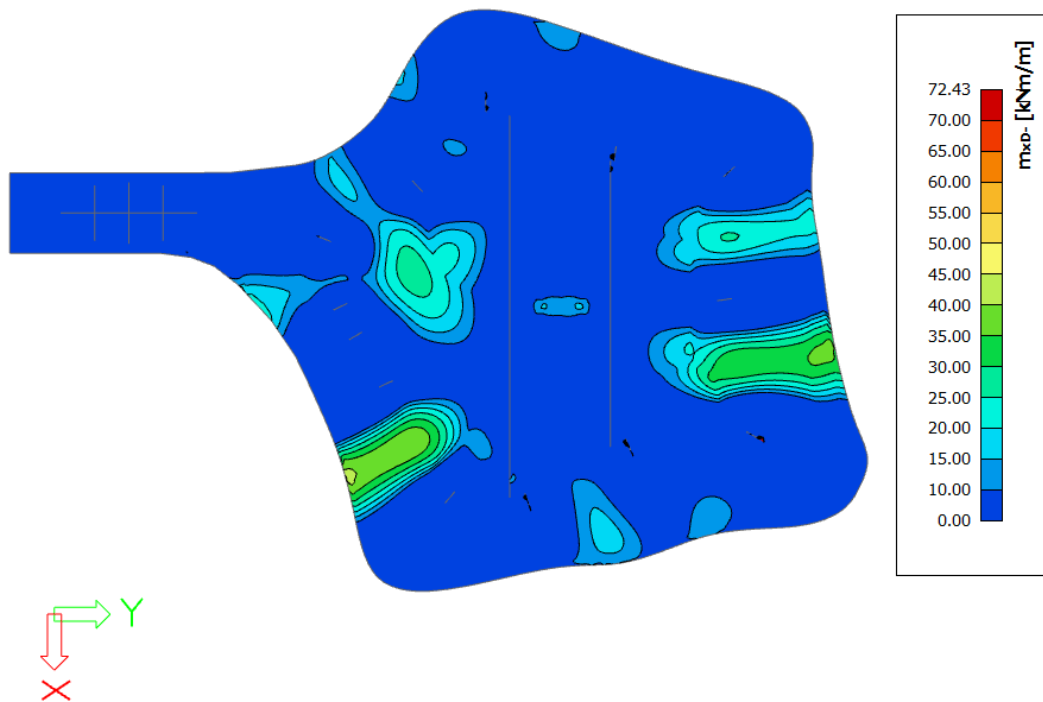
Obrázek 39 Moment u dolních vláken ve směru osy Y

7.10.2.4 Moment u horních vláken ve směru osy Y



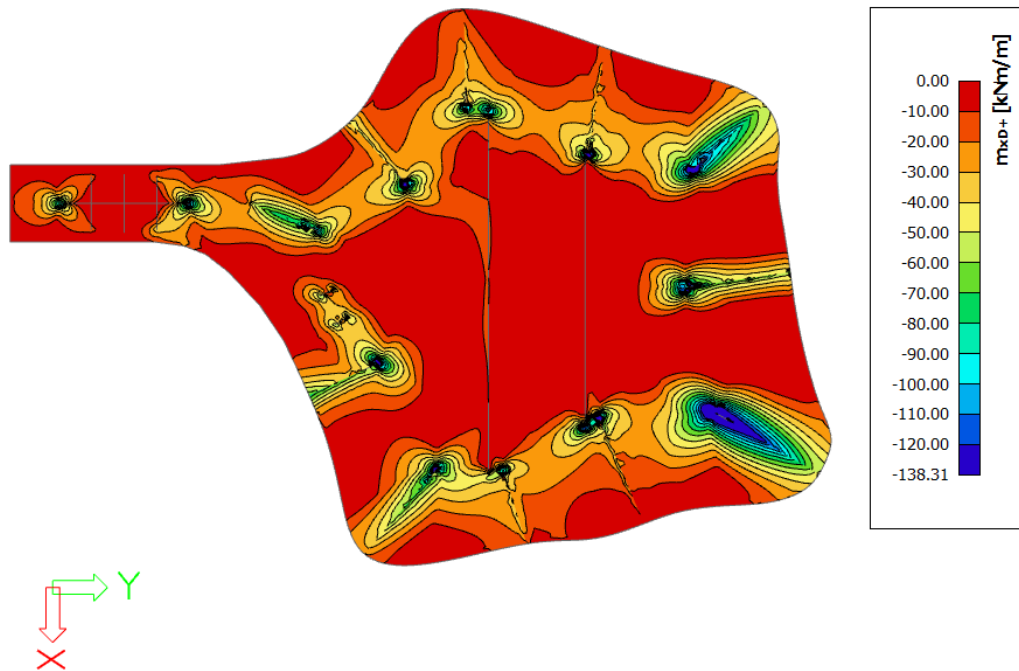
Obrázek 40 Moment u horních vláken ve směru osy Y

7.10.2.5 Moment u dolních vláken ve směru osy X



Obrázek 41 Moment u dolních vláken ve směru osy X

7.10.2.6 Moment u horních vláken ve směru osy X



Obrázek 42 Moment u horních vláken ve směru osy X

7.10.2.7 Návrh a posouzení výztuže desky při dolním povrchu ve směru X

MATERIÁLOVÉ VLASTNOSTI

Beton C30/37: $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
 $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$

Výztuž B500B: $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1,15} = \frac{500}{1,15} = 435 \text{ MPa}$

KRYCÍ VRSTVA

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max(c_{min,b}, c_{min,dur}, 10 \text{ mm})$$

$$c_{min} = \max(10, 20, 10 \text{ mm})$$

$$c_{min} = 20 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 20 + 10 = 30 \text{ mm} \Rightarrow c = 30 \text{ mm}$$

GEOMETRIE PRŮŘEZU

$$d = h - c - \frac{\phi_s}{2} = 300 - 30 - \frac{10}{2} = 265 \text{ mm}$$

NÁVRH VÝZTUŽE

$$a_{s,prov} = \frac{\pi \cdot \phi_s^2}{4} \cdot \frac{1000}{s} = \frac{\pi \cdot 10^2}{4} \cdot \frac{1000}{175} = 448,8 \text{ mm}^2$$

Návrh: $\phi 10$ po 175 mm ($a_{s,prov} = 448,8 \text{ mm}^2$)

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY – OVĚŘENÍ – PLOCHA VÝZTUŽE

$$a_{s,min} \leq a_{s,prov} \leq a_{s,max}$$

$$a_{s,min} = \max \left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d \right)$$

$$f_{ctm} = 0,3 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}} = 0,3 \cdot 30^{\frac{2}{3}} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$a_{s,min} = \max \left(0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 1000 \cdot 265; 0,0013 \cdot 1000 \cdot 265 \right)$$

$$a_{s,min} = \max(399,6; 344,5) = 399,6 \text{ mm}^2$$

$$a_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot h = 0,04 \cdot 1000 \cdot 300 = 12\,000 \text{ mm}^2$$

$$399,6 \text{ mm}^2 \leq 448,8 \text{ mm}^2 \leq 12\,000 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY – OVĚŘENÍ – ROZTEČ VÝZTUŽE

$$s_{min} \leq s \leq s_{max}$$

$$s_{min} = \max (20 \text{ mm}; 1,2 \cdot \phi_s; D_{max} + 5 \text{ mm}) = \max (20 \text{ mm}; 1,2 \cdot 10; 16 + 5 \text{ mm})$$

$$= \max (20 \text{ mm}; 12; 21 \text{ mm}) = 21 \text{ mm}$$

$$s_{max} = \max (2 \cdot h; 250 \text{ mm}) = \max (2 \cdot 300; 250 \text{ mm}) = \max (600; 250 \text{ mm}) = 600 \text{ mm}$$

$$21 \text{ mm} \leq 175 \text{ mm} \leq 600 \text{ mm} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

VÝPOČET VÝŠKY TLAČENÉ OBLASTI

$$0,8 \cdot b \cdot x \cdot f_{cd} = a_{s,prov} \cdot f_{yd}$$

$$x = \frac{a_{s,prov} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{448,8 \cdot 435}{0,8 \cdot 1000 \cdot 20} = 12,2 \text{ mm}$$

POMĚRNÉ PŘETVOŘENÍ VÝZTUŽE

$$\frac{-0,0035}{-x} = \frac{\varepsilon_s}{d - x}$$

$$\frac{-0,0035}{-x} \cdot (d - x) = \varepsilon_s$$

$$\varepsilon_s = \frac{-0,0035}{-12,2} \cdot (265 - 12,2) = 0,073$$

$$\varepsilon_s \geq \frac{f_{yd}}{E_s}$$

$$0,073 \geq \frac{435}{210000}$$

$$0,073 \geq 0,00207 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

OVĚŘENÍ PŘEDPOKLADU PLASTICKÉ ANALÝZY

$$\frac{x}{d} \leq 0,45$$

$$\frac{12,2}{265} \leq 0,45$$

$$0,046 \leq 0,45 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

VÝPOČET MOMENTU ÚNOSNOSTI

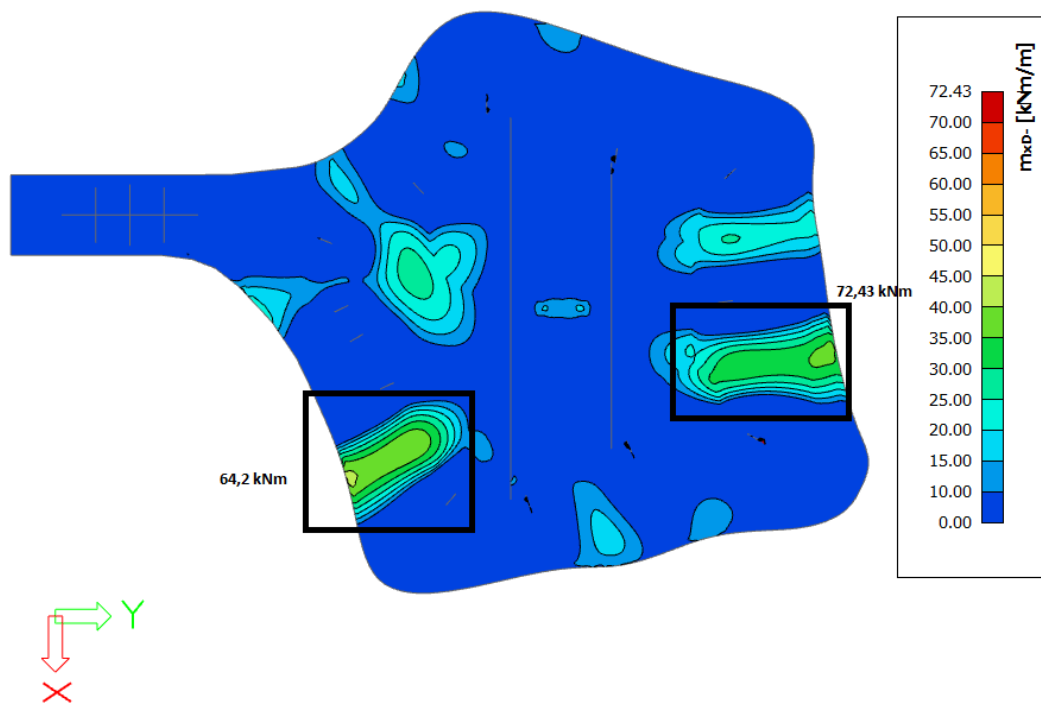
$$M_{Rd} = f_{yd} \cdot a_{s,prov} \cdot z$$

$$z = d - 0,4 \cdot x = 265 - 0,4 \cdot 12,2 = 260,12 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = 435 \cdot 448,8 \cdot 260,12 = \mathbf{50,78 \text{ kNm}}$$

Návrh: $\emptyset 10$ po 175 mm ($a_{s,prov} = 448,8 \text{ mm}^2$)

Navržená výztuž při dolním povrchu ve směru osy X je schopna přenést moment 50,78 kNm. V místě, kde tato výztuž nestačí, bude navržena příložky neboli výztuž jiného profilu nebo po jiné rozteči, dle momentu působícího v daném místě.



Obrázek 43 Doplnující obrázek působících momentů

PŘÍLOŽKY												
PŮSOBÍCÍ MOMENT	NÁVRH	PLOCHY VÝZTUŽE			ÚNOSNOST					POSOUZENÍ		
		$a_{s,prov}$ (hlavní) [mm ² /m]	$a_{s,prov}$ (příložka) [mm ² /m]	$a_{s,prov}$ (celková) [mm ² /m]	d [mm]	x [mm]	ϵ -	z [mm]	M_{Ed} [kNm/m]	$M_{Ed} \leq M_{Rd}$	M_{Ed}/M_{Rd}	
m_{xD} [kNm/m]												
64,2	Ø10 po 350 mm	448,8	224,4	673,2	265	18,30	0,05	257,68	75,46	OK	85,08%	
72,43	Ø10 po 175 mm	448,8	448,8	897,6	265	24,40	0,03	255,24	99,66	OK	72,68%	

Tabulka 5 Příložky při dolním povrchu ve směru X

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY					
s_{min} [mm]	s [mm]	s_{max} [mm]	$a_{s,min}$ [mm ² /m]	$a_{s,prov}$ [mm ² /m]	$a_{s,max}$ [mm ² /m]
21	350	600	399,6	673,2	12 000
21	175	600	399,6	897,6	12 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					

Tabulka 6 Konstrukční zásady – Příložky při dolním povrchu ve směru X

7.10.2.8 Návrh a posouzení výztuže desky při dolním povrchu ve směru Y

Výztuž při dolním povrchu ve směru osy Y bude navržena stejným způsobem jako ve směru osy X, s tím rozdílem, že zde bude uvažováno větší krytí výztuže, což způsobí menší únosnost.

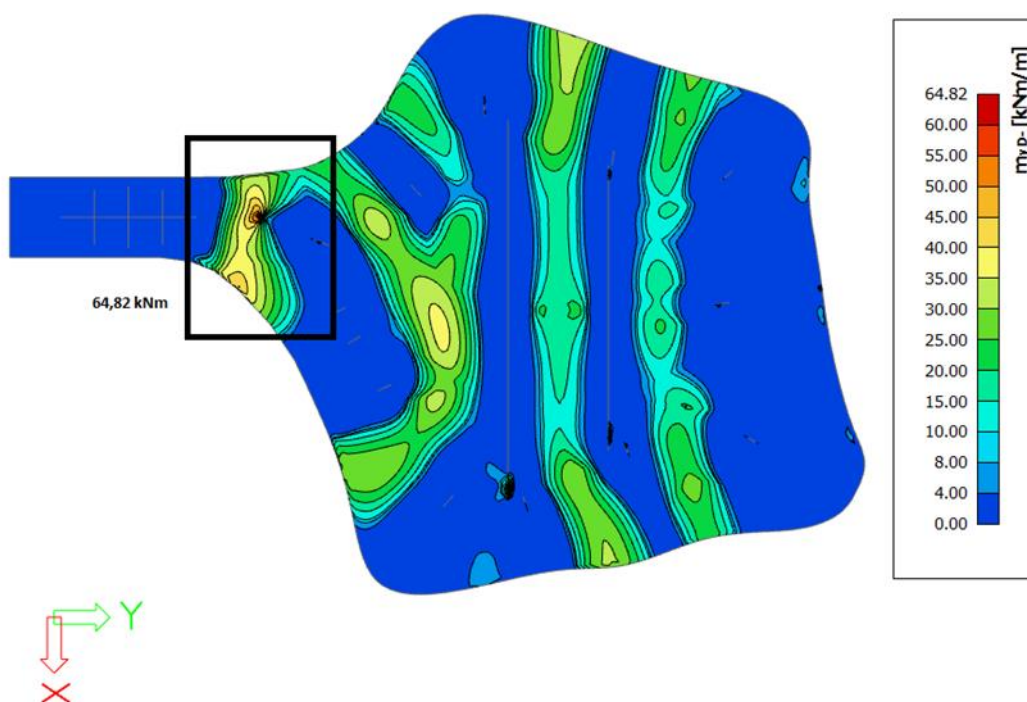
HLAVNÍ OHYBOVÁ VÝZTUŽ										
PŮSOBÍCÍ MOMENT	NÁVRH	PLOCHA VÝZTUŽE		ÚNOSNOST				POSOUZENÍ		
$m_{y,D}$		$a_{s,prov}$ (hlavní)		d	x	ε	z	M_{Rd}	$M_{Ed} \leq M_{Rd}$	M_{Ed}/M_{Rd}
[kNm/m]		[mm ² /m]		[mm]	[mm]	-	[mm]	[kNm/m]		
40	Ø10 po 175 mm	448,8		255	12,20	0,07	250,12	48,83	OK	81,92%

Tabulka 7 Hlavní ohybová výztuž při dolním povrchu ve směru Y

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY					
s_{min}	s	s_{max}	$a_{s,min}$	$a_{s,prov}$	$a_{s,max}$
[mm]	[mm]	[mm]	[mm ² /m]	[mm ² /m]	[mm ² /m]
21	175	600	384,5	448,8	12 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					

Tabulka 8 Konstrukční zásady – Hlavní ohybová výztuž při dolním povrchu ve směru Y

Navržená výztuž při dolním povrchu ve směru osy Y je schopna přenést moment 40 kNm s využitím 81,92 %. V místě, kde tato výztuž nestačí, budou navrženy příložky neboli výztuž jiného profilu nebo po jiné rozteči, dle momentu působícího v daném místě.



Obrázek 44 Doplnující obrázek působících momentů

Hlavní ohybová výztuž při horním povrchu ve směru osy X bude navržena po oblastech na konkrétní momenty.

HLAVNÍ OHYBOVÁ VÝZTUŽ									
PŮSOBÍCÍ MOMENT	NÁVRH	PLOCHA VÝZTUŽE	ÚNOSNOST					POSOUZENÍ	
m_{xD}		$a_{s,prov}$ (hlavní)	d	x	ϵ	z	M_{Rd}	$M_{Ed} \leq M_{Rd}$	M_{Ed}/M_{Rd}
[kNm/m]		[mm ² /m]	[mm]	[mm]	-	[mm]	[kNm/m]		
60	Ø12 po 150 mm	754,0	264	20,50	0,04	255,80	83,90	OK	71,52%
70	Ø12 po 150 mm	754,0	264	20,50	0,04	255,80	83,90	OK	83,43%
90	Ø14 po 150 mm	1026,3	263	27,90	0,03	251,84	112,43	OK	80,05%
115	Ø16 po 150 mm	1340,4	262	36,44	0,02	247,42	144,27	OK	79,71%
138,31	Ø18 po 150 mm	1696,5	261	46,12	0,02	242,55	178,99	OK	77,27%

Tabulka 13 Hlavní ohybová výztuž při horním povrchu ve směru X

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY					
s_{min}	s	s_{max}	$a_{s,min}$	$a_{s,prov}$	$a_{s,max}$
[mm]	[mm]	[mm]	[mm ² /m]	[mm ² /m]	[mm ² /m]
21	150	600	398,1	754,0	12 000
21	150	600	398,1	754,0	12 000
21	150	600	396,6	1026,3	12 000
21	150	600	395,1	1340,4	12 000
21	150	600	393,6	1696,5	12 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					

Tabulka 14 Konstrukční zásady – Hlavní ohybová výztuž při horním povrchu ve směru X

7.10.2.10 Návrh a posouzení výztuže desky při horním povrchu ve směru Y

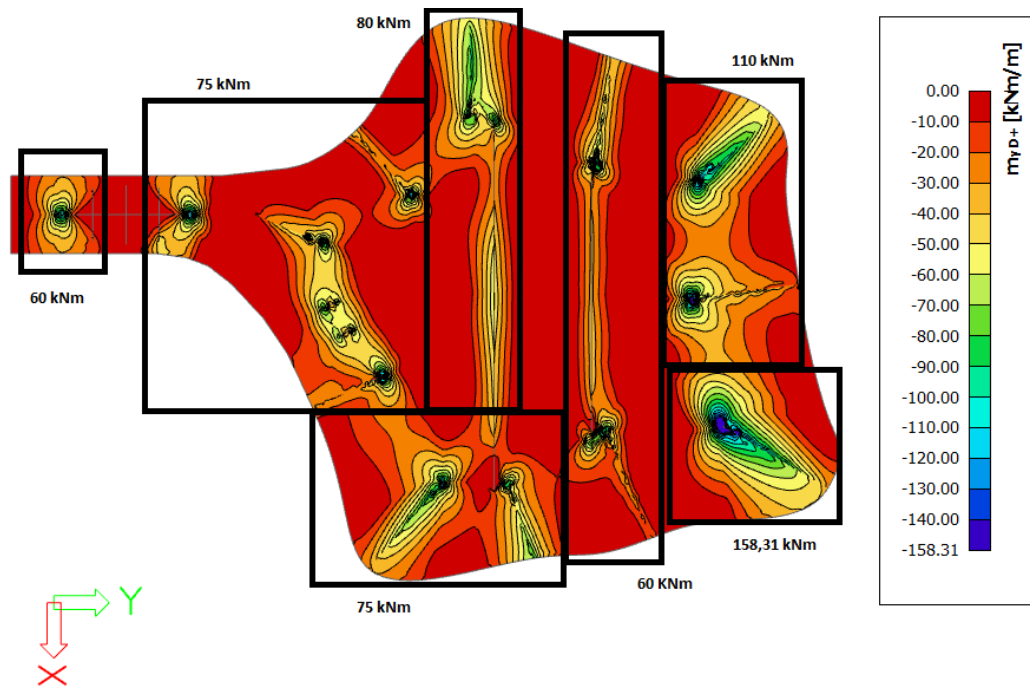
Rozdělovací výztuž je navržena na moment 20 kNm a bude se nacházet všude, kde není potřeba hlavní ohybová výztuž. Rozteč výztuže při horním povrchu je totožná pro všechny pruty, aby bylo možné dobře stykovat výztuž.

ROZDĚLOVACÍ VÝZTUŽ									
PŮSOBÍCÍ MOMENT	NÁVRH	PLOCHA VÝZTUŽE	ÚNOSNOST					POSOUZENÍ	
m_{yD}		$a_{s,prov}$ (hlavní)	d	x	ϵ	z	M_{Rd}	$M_{Ed} \leq M_{Rd}$	M_{Ed}/M_{Rd}
[kNm/m]		[mm ² /m]	[mm]	[mm]	-	[mm]	[kNm/m]		
20	Ø10 po 150 mm	523,6	255	14,24	0,06	249,31	56,78	OK	35,22%

Tabulka 15 Rozdělovací výztuž při horním povrchu ve směru Y

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY					
s_{min}	s	s_{max}	$a_{s,min}$	$a_{s,prov}$	$a_{s,max}$
[mm]	[mm]	[mm]	[mm ² /m]	[mm ² /m]	[mm ² /m]
21	150	600	384,5	523,6	12 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					

Tabulka 16 Konstrukční zásady – Rozdělovací výztuž při horním povrchu ve směru Y



Obrázek 46 Doplnující obrázek působících momentů

Hlavní ohybová výztuž při horním povrchu ve směru osy Y bude navržena po oblastech na konkrétní momenty.

HLAVNÍ OHYBOVÁ VÝZTUŽ									
PŮSOBÍCÍ MOMENT m_{yD+} [kNm/m]	NÁVRH	PLOCHA VÝZTUŽE		ÚNOSNOST				POSOUZENÍ	
		$a_{s,prov}$ (hlavní) [mm ² /m]	d [mm]	x [mm]	ϵ -	z [mm]	M_{Ra} [kNm/m]	$M_{Ed} \leq M_{Ra}$	M_{Ed}/M_{Ra}
60	Ø12 po 150 mm	754,0	252	20,50	0,04	243,80	79,96	OK	75,04%
75	Ø14 po 150 mm	1026,3	249	27,90	0,03	237,84	106,18	OK	70,64%
80	Ø14 po 150 mm	1026,3	249	27,90	0,03	237,84	106,18	OK	75,35%
110	Ø16 po 150 mm	1340,4	246	36,44	0,02	231,42	134,94	OK	81,52%
158,31	Ø20 po 150 mm	2094,4	240	56,94	0,01	217,22	197,90	OK	79,99%

Tabulka 17 Hlavní ohybová výztuž při horním povrchu ve směru Y

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY					
s_{min} [mm]	s [mm]	s_{max} [mm]	$a_{s,min}$ [mm ² /m]	$a_{s,prov}$ [mm ² /m]	$a_{s,max}$ [mm ² /m]
21	150	600	380,0	754,0	12 000
21	150	600	375,5	1026,3	12 000
21	150	600	375,5	1026,3	12 000
21	150	600	371,0	1340,4	12 000
21	150	600	361,9	2094,4	12 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					

Tabulka 18 Konstrukční zásady – Hlavní ohybová výztuž při horním povrchu ve směru Y

7.10.3 Trámy

Jedná se o trámy proměnlivého průřezu. Na počátku v místě styku se stěnou je průřez průvlaku 900x600 mm a na konci konzoly je průřez 400x600 mm. Návrh proběhne ve dvou průřezech. První bude v místě maximálního momentu a druhý v třetině rozponu celého průvlaku. Návrh všech trámů je rozdělen podle působících momentů na 4 typy. První návrh bude proveden pomocí ručního výpočtu a ostatní včetně prvního budou posouzeny v programu FIN EC 2020.

7.10.3.1 Deformace všech trámů

Na obrázku 47 lze vidět deformaci trámů s náběhem. Pro posouzení mezního stavu použitelnosti konstrukce bude využit předpoklad limitních průhybů dle normy ČSN 73 1401. Pro návrh limitního průhybu na trámu bude využit vztah $L/125$, kde L je délka trámu.

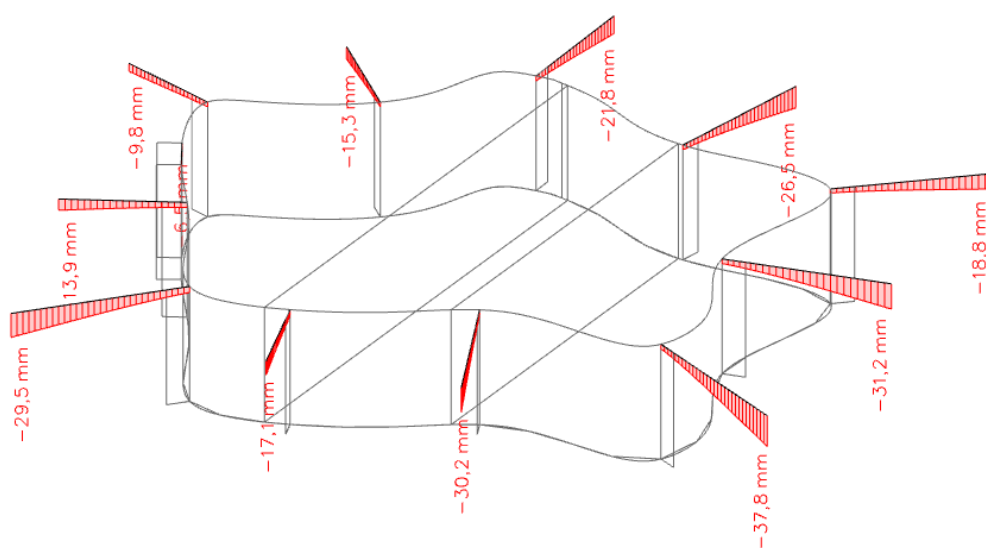
Limitní průhyb na trámu v místě největší deformace

$$\frac{L}{125} = \frac{6140}{125} = 49,1 \text{ mm}$$

Maximální průhyb na konzole v místě největší deformace

$$u_z = 37,8 \text{ mm}$$

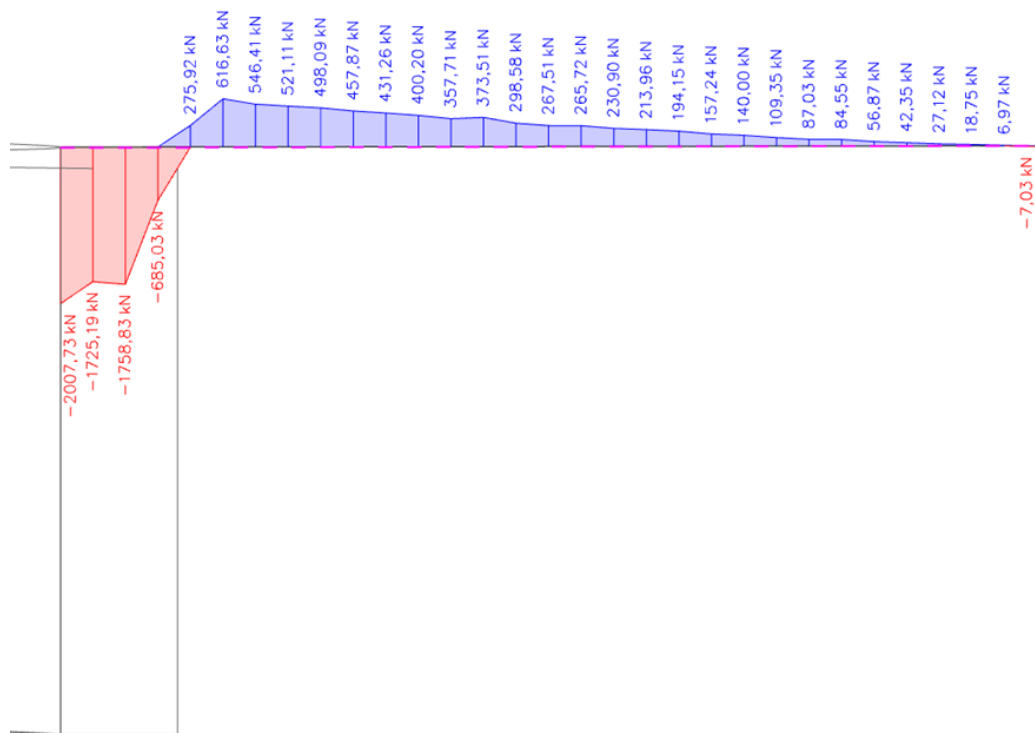
Průhyby konstrukce vyhoví na limitní průhyby.



Obrázek 47 Deformace všech trámů

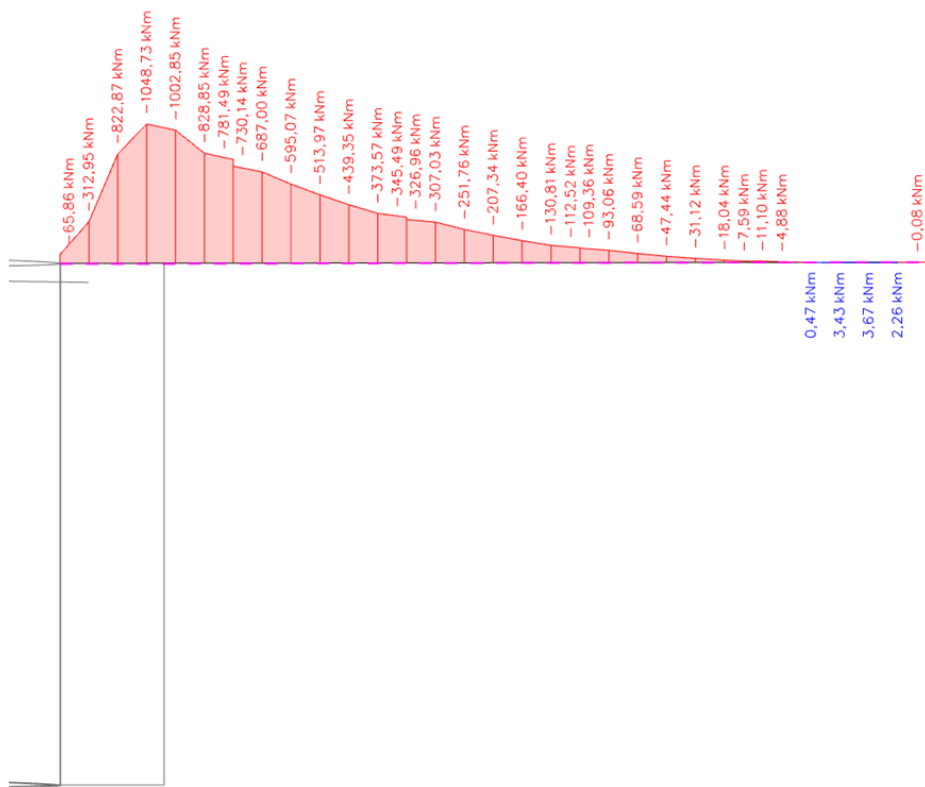
7.10.3.4 Návrh první varianty

POSOUVAJÍCÍ SÍLA Vz



Obrázek 50 Posouvající síla Vz – Varianta 1

OHYBOVÝ MOMENT my



Obrázek 51 Moment my – Varianta 1

NÁVRH A POSOUZENÍ OHYBOVÉ VÝZTUŽE

PRŮŘEZ 1 800X600 mm

MATERIÁLOVÉ VLASTNOSTI

Beton C30/37: $f_{ck} = 30 \text{ MP}$
 $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5} = 20 \text{ MPa}$

Výztuž B500B: $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1,15} = 435 \text{ MPa}$

KRYCÍ VRSTVA

$$c_{nom} = 10 + 20 = 30 \text{ mm}$$

GEOMETRIE PRŮŘEZU

$$d = h - c - \phi_s/2$$

$$d = 800 - (18 * 2 + 30 + 8) - \frac{25}{2} = 711,5 \text{ mm}$$

NÁVRH HLAVNÍ OHYBOVÉ VÝZTUŽESS

$$a_{s,req} = \frac{b * d * f_{cd}}{f_{yd}} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m_{Ed}}{b * d^2 * f_{cd}}} \right)$$
$$= \frac{0,6 * 0,7115 * 20000}{435000} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 1048,73}{0,6 * 0,7115^2 * 20000}} \right) = 3745,9 \text{ mm}^2$$

NÁVRH: 8xØ25 ($A_{s,prov} = 3927 \text{ mm}^2$)

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY – OVĚŘENÍ – PLOCHA VÝZTUŽE

$$a_{s,min} \leq a_{s,prov} \leq a_{s,max}$$

$$a_{s,min} = \max\left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\right)$$

$$f_{ctm} = 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3} = 0,3 \cdot 30^{2/3} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$a_{s,min} = \max\left(0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 600 \cdot 711,5; 0,0013 \cdot 600 \cdot 711,5\right)$$

$$a_{s,min} = \max(643,8; 554,97) = 643,8 \text{ mm}^2$$

$$a_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot h = 0,04 \cdot 600 \cdot 800 = 19200 \text{ mm}^2$$

$$643,8 \text{ mm}^2 \leq 3927 \text{ mm}^2 \leq 19200 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

VÝPOČET VÝŠKY TLAČENÉ OBLASTI

$$0,8 \cdot b \cdot x \cdot f_{cd} = a_{s,prov} \cdot f_{yd}$$

$$x = \frac{a_{s,prov} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{3927 \cdot 435}{0,8 \cdot 600 \cdot 20} = 177,94 \text{ mm}$$

OVĚŘENÍ PŘEDPOKLADU PLASTICKÉ ANALÝZY

$$\frac{x}{d} \leq 0,45$$

$$\frac{177,94}{711,5} \leq 0,45$$

$$0,25 \leq 0,45 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

VÝPOČET MOMENTU ÚNOSNOSTI

$$M_{Rd} = f_{yd} \cdot a_{s,prov} \cdot z$$

$$z = d - 0,4 \cdot x = 711,5 - 0,4 \cdot 177,94 = 640,32 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = 435 \cdot 3927 \cdot 640,32 = \text{kNm}$$

$$M_{Rd} = 1093,8 \text{ kNm} \geq M_{Ed} = 1048,73 \text{ kNm} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

PRŮŘEZ 2 600X600 mm

MATERIÁLOVÉ VLASTNOSTI

Beton C30/37: $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
 $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5} = 20 \text{ MPa}$

Výztuž B500B: $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1,15} = 435 \text{ MPa}$

KRYCÍ VRSTVA

$$c_{nom} = 20 + 10 = 30 \text{ mm}$$

GEOMETRIE PRŮŘEZU

$$d = h - c - \phi_s/2$$

$$d = 600 - (18 * 2 + 30 + 10) - \frac{25}{2} = 511,5 \text{ mm}$$

NÁVRH HLAVNÍ OHYBOVÉ VÝZTUŽE

$$a_{s,req} = \frac{b * d * f_{cd}}{f_{yd}} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m_{Ed}}{b * d^2 * f_{cd}}} \right)$$
$$= \frac{0,6 * 0,5115 * 20000}{435000} * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 307,03}{0,6 * 0,5115^2 * 20000}} \right) = 1454,9 \text{ mm}^2$$

NÁVRH: 4xØ25 ($A_{s,prov} = 1963 \text{ mm}^2$)

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY – OVĚŘENÍ – PLOCHA VÝZTUŽE

$$a_{s,min} \leq a_{s,prov} \leq a_{s,max}$$

$$a_{s,min} = \max\left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d\right)$$

$$f_{ctm} = 0,3 \cdot f_{ck}^{2/3} = 0,3 \cdot 30^{2/3} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$a_{s,min} = \max\left(0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 600 \cdot 511,5; 0,0013 \cdot 600 \cdot 511,5\right)$$

$$a_{s,min} = \max(462,81; 398,97) = 462,81 \text{ mm}^2$$

$$a_{s,max} = 0,04 \cdot b \cdot h = 0,04 \cdot 600 \cdot 600 = 14400 \text{ mm}^2$$

$$462,81 \text{ mm}^2 \leq 1963 \text{ mm}^2 \leq 14400 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

VÝPOČET VÝŠKY TLAČENÉ OBLASTI

$$0,8 \cdot b \cdot x \cdot f_{cd} = a_{s,prov} \cdot f_{yd}$$

$$x = \frac{a_{s,prov} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{1963 \cdot 435}{0,8 \cdot 600 \cdot 20} = 88,95 \text{ mm}$$

OVĚŘENÍ PŘEDPOKLADU PLASTICKÉ ANALÝZY

$$\frac{x}{d} \leq 0,45$$

$$\frac{88,95}{511,5} \leq 0,45$$

$$0,17 \leq 0,45 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

VÝPOČET MOMENTU ÚNOSNOSTI

$$M_{Rd} = f_{yd} \cdot a_{s,prov} \cdot z$$

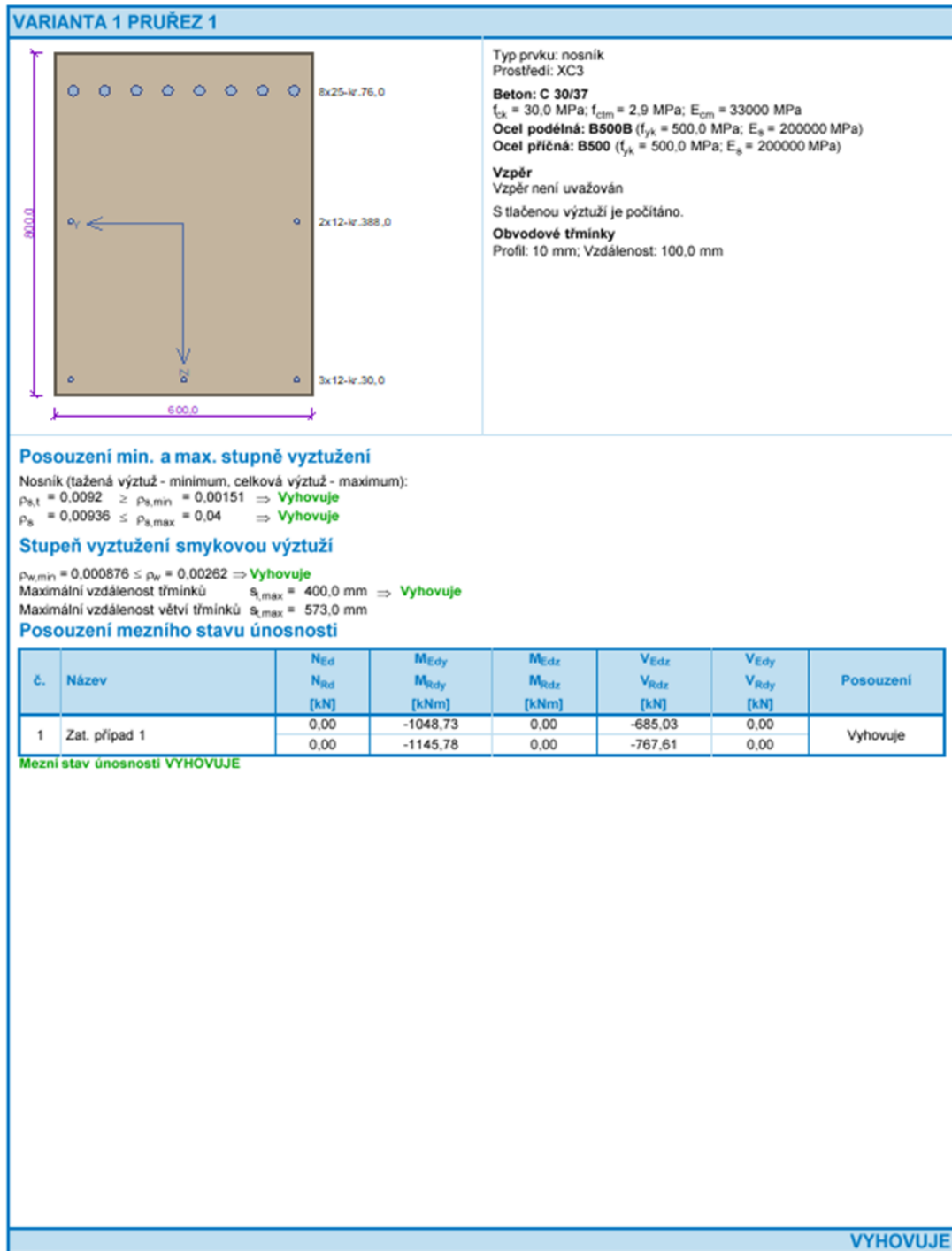
$$z = d - 0,4 \cdot x = 511,5 - 0,4 \cdot 88,95 = 475,92 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = 435 \cdot 1963 \cdot 475,92 = 406,39 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 406,39 \text{ kNm} \geq M_{Ed} = 307,03 \text{ kNm} \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

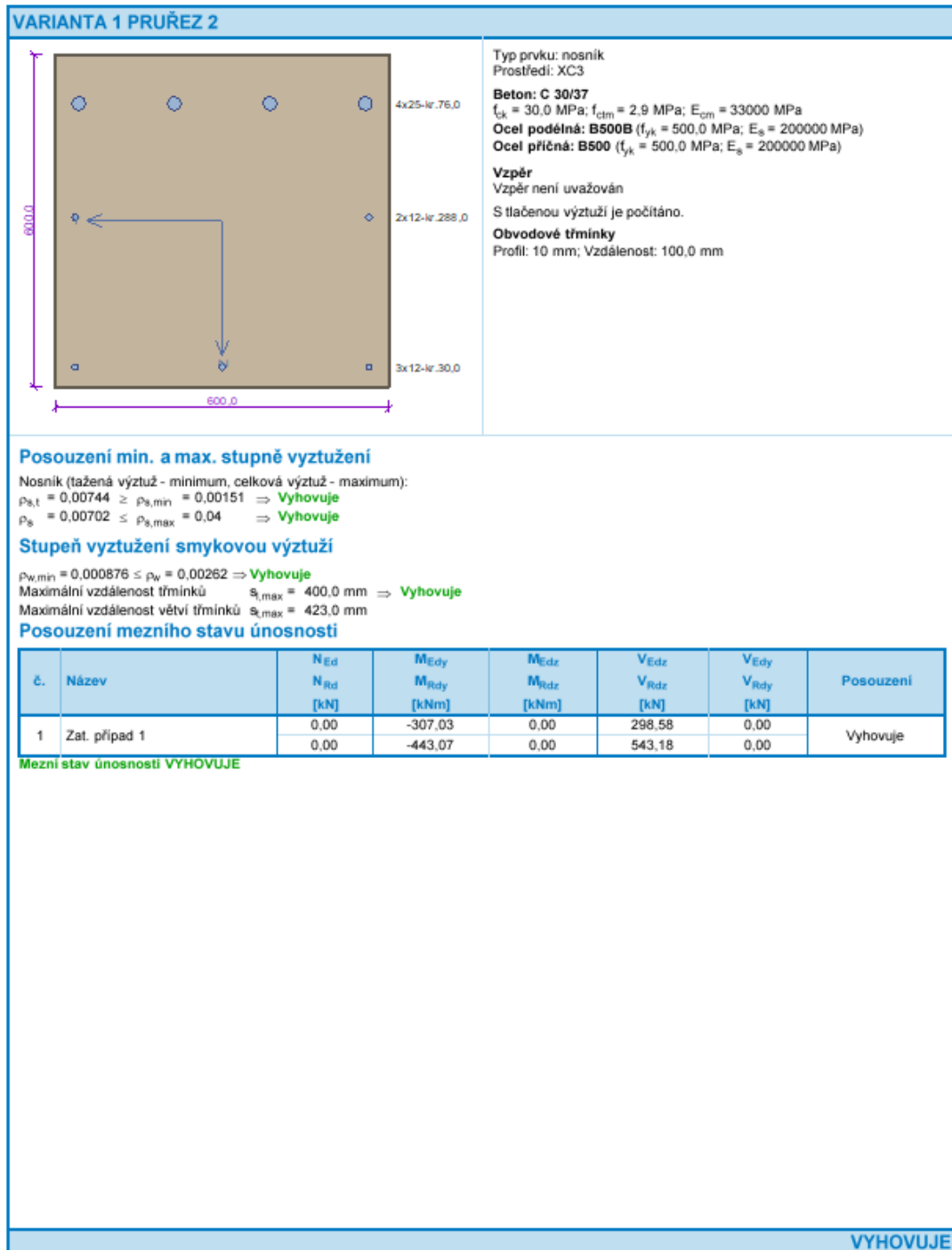
Zbytek průřezu bude vyztužen pouze konstrukční výztuže profilu 12 mm.

VÝSTUP Z PROGRAMU FIN EC 2020



Obrázek 52 Posouzení průřezu 1 varianty 1 v programu FIN EC 2020

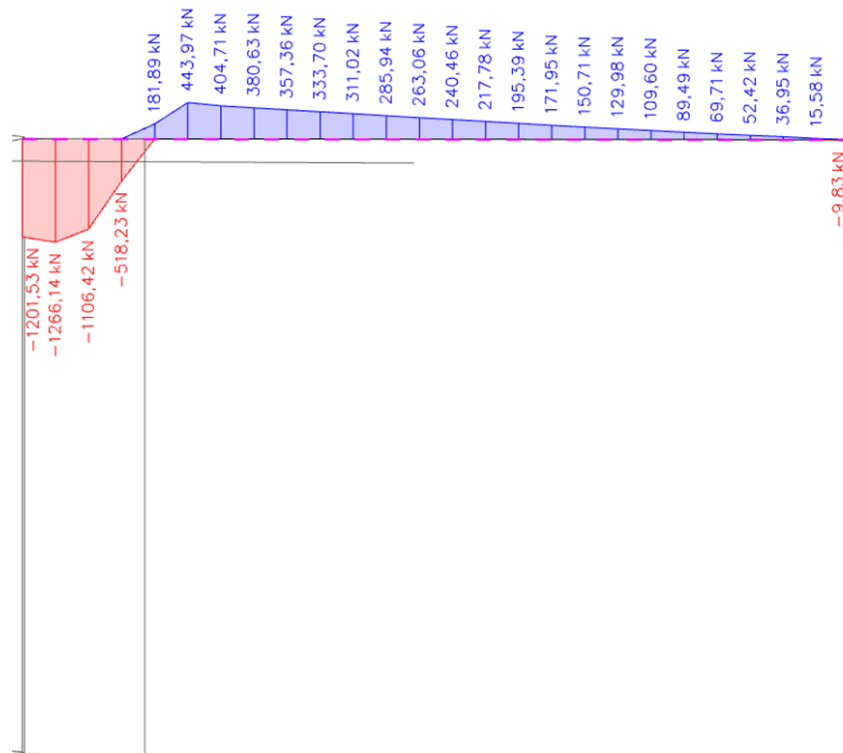
VÝSTUP Z PROGRAMU FIN EC 2020



Obrázek 53 Posouzení průřezu 2 varianty 1 v programu FIN EC 2020

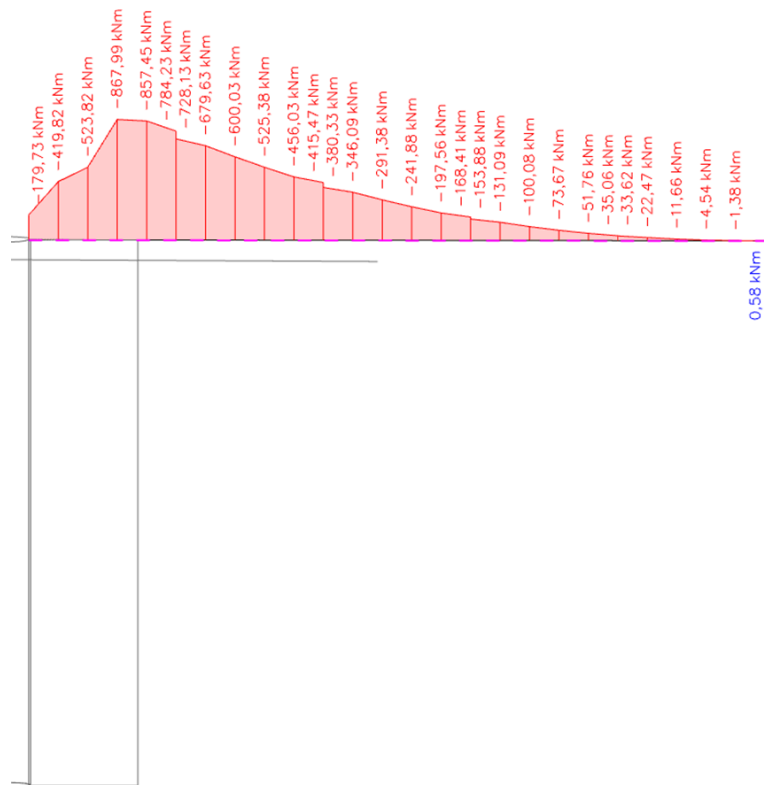
7.10.3.5 Návrh druhé varianty

POSOUVAJÍCÍ SÍLA Vz

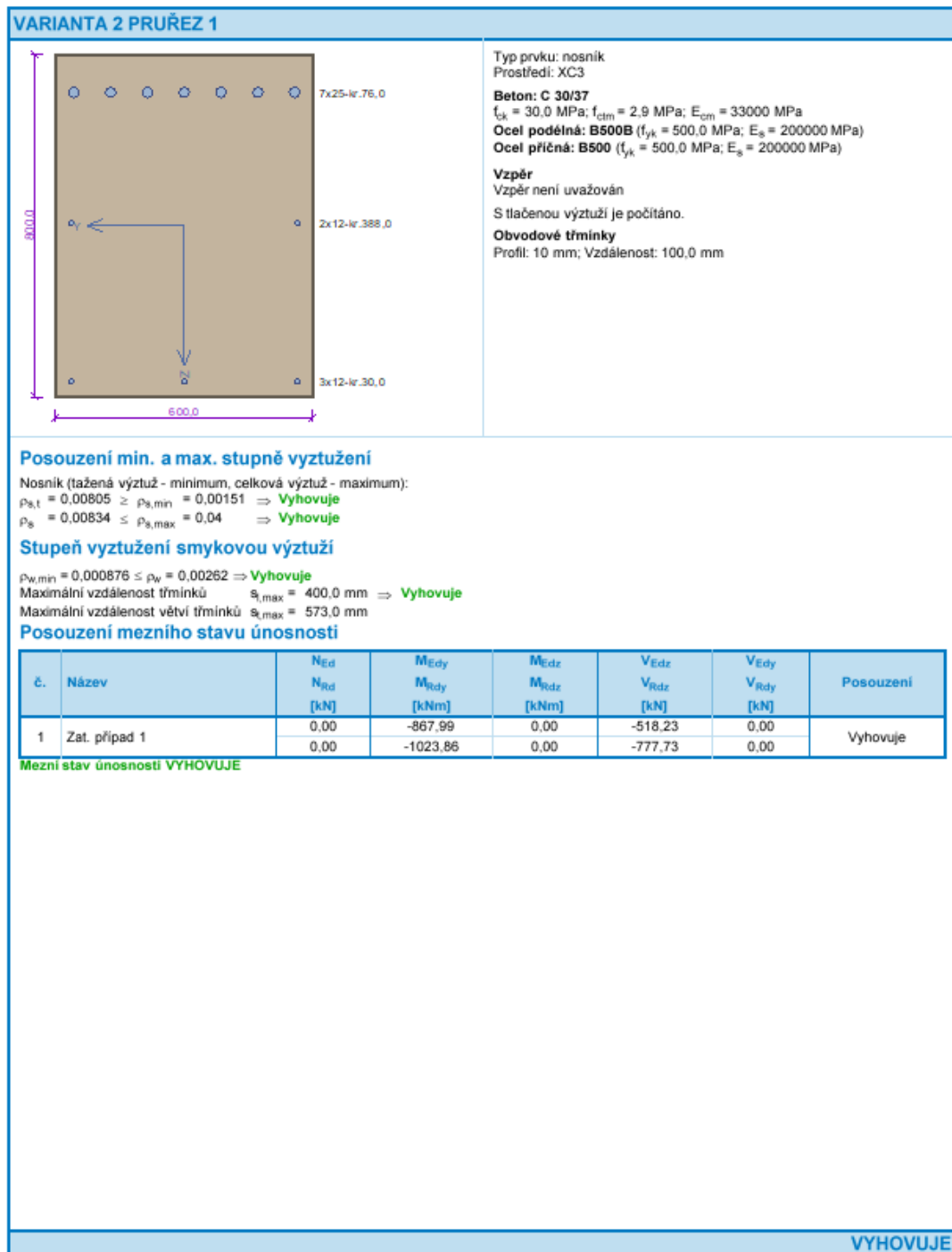


Obrázek 54 Posouvající síla Vz – Varianta 2

OHYBOVÝ MOMENT my

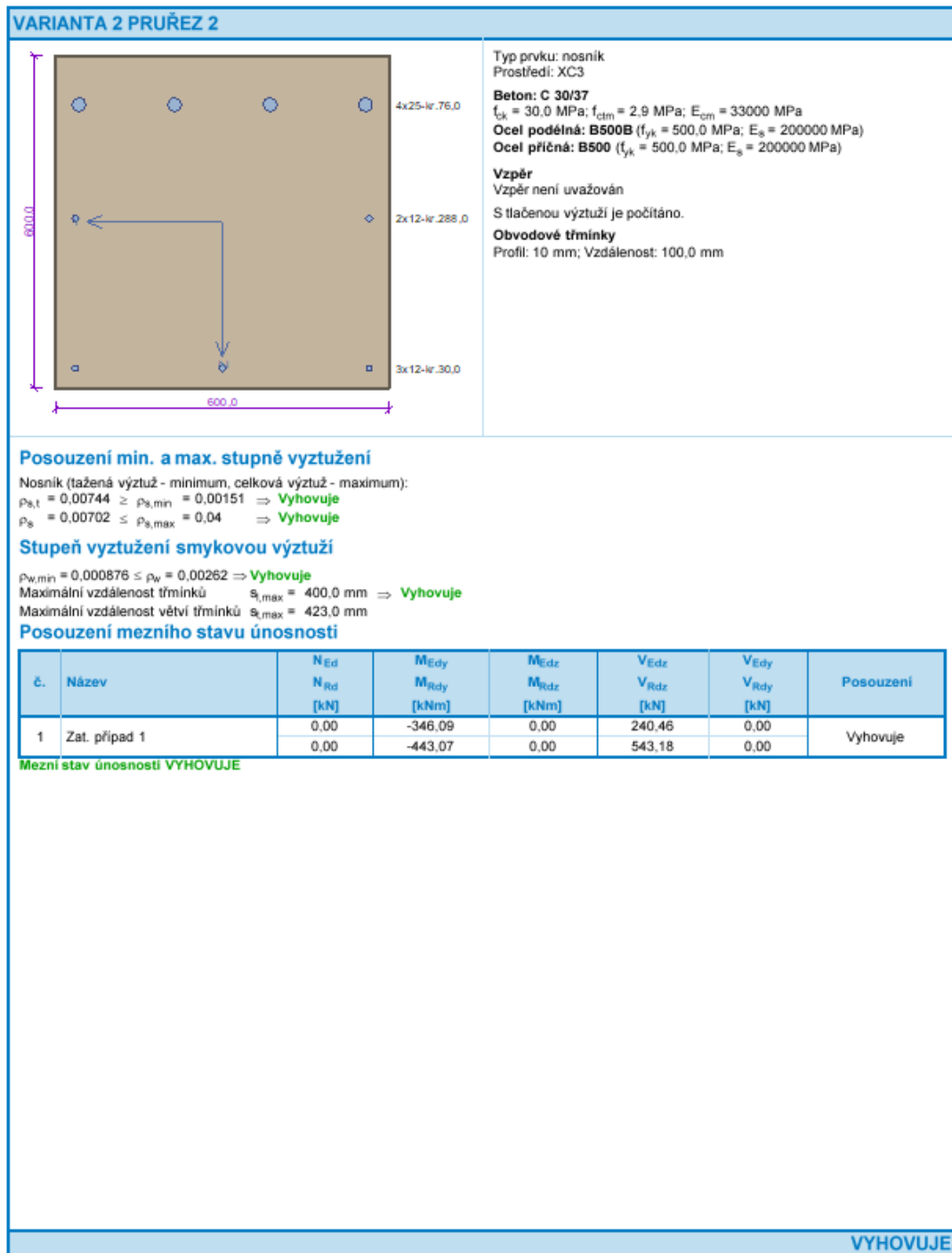


Obrázek 55 Moment my – Varianta 2



Obrázek 56 Posouzení průřezu 1 varianty 2 v programu FIN EC 2020

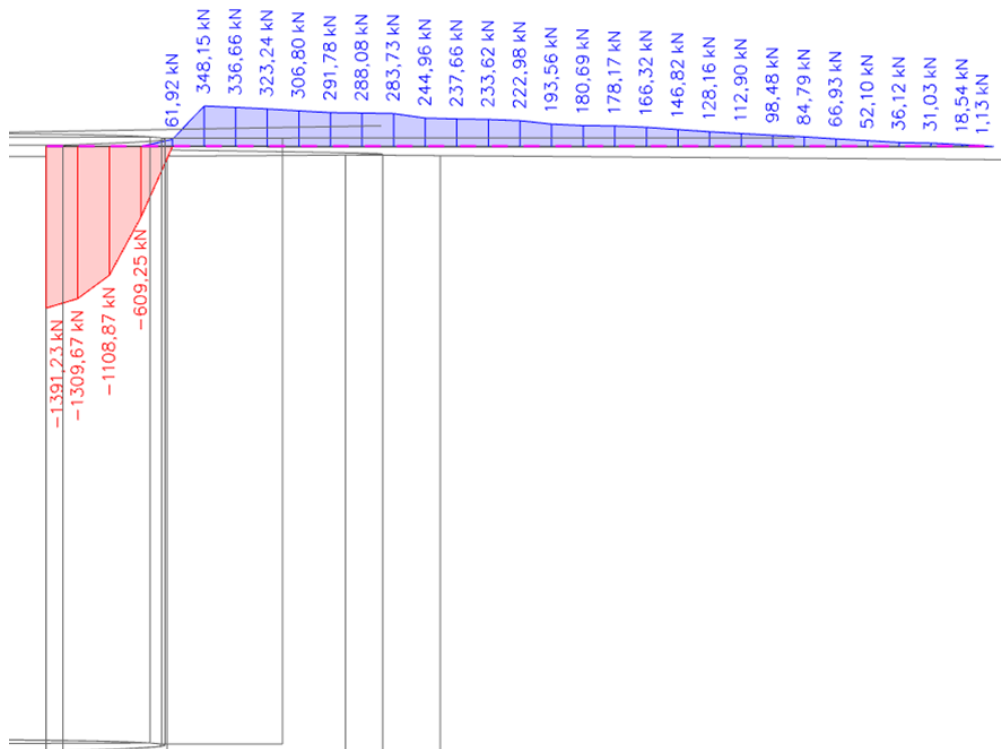
VÝSTUP Z PROGRAMU FIN EC 2020



Obrázek 57 Posouzení průřezu 2 varianty 2 v programu FIN EC 2020

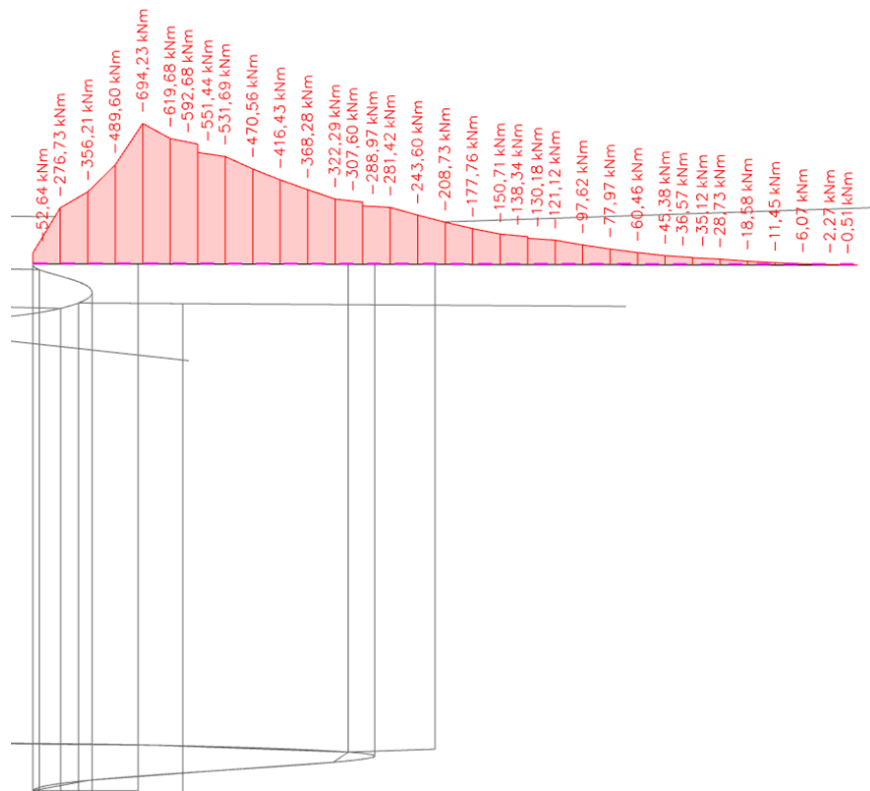
7.10.3.6 Návrh a posouzení třetí varianty

POSOUVAJÍCÍ SÍLA Vz



Obrázek 58 Posouvající síla Vz – Varianta 3

OHYBOVÝ MOMENT my



Obrázek 59 Moment my – Varianta 3

VÝSTUP Z PROGRAMU FIN EC 2020

VARIANTA 3 PRŮŘEZ 1

Typ prvku: nosník
Prostředí: XC3

Beton: C 30/37
 $f_{tk} = 30,0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$

Ocel podélná: B500B ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)
Ocel příčná: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr
Vzpěr není uvažován
S tlačnou výztuží je počítáno.

Obvodové třmínky
Profil: 10 mm; Vzdálenost: 100,0 mm

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):
 $\rho_{s,t} = 0,00575 \geq \rho_{s,min} = 0,00151 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 $\rho_s = 0,00629 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Stupeň vyztužení smykovou výztuží

$\rho_{w,min} = 0,000876 \leq \rho_w = 0,00262 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
Maximální vzdálenost třmínků $s_{max} = 400,0 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**
Maximální vzdálenost větví třmínků $s_{max} = 573,0 \text{ mm}$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00	-694,23	0,00	-609,25	0,00	Vyhovuje
		0,00	-768,89	0,00	-797,37	0,00	

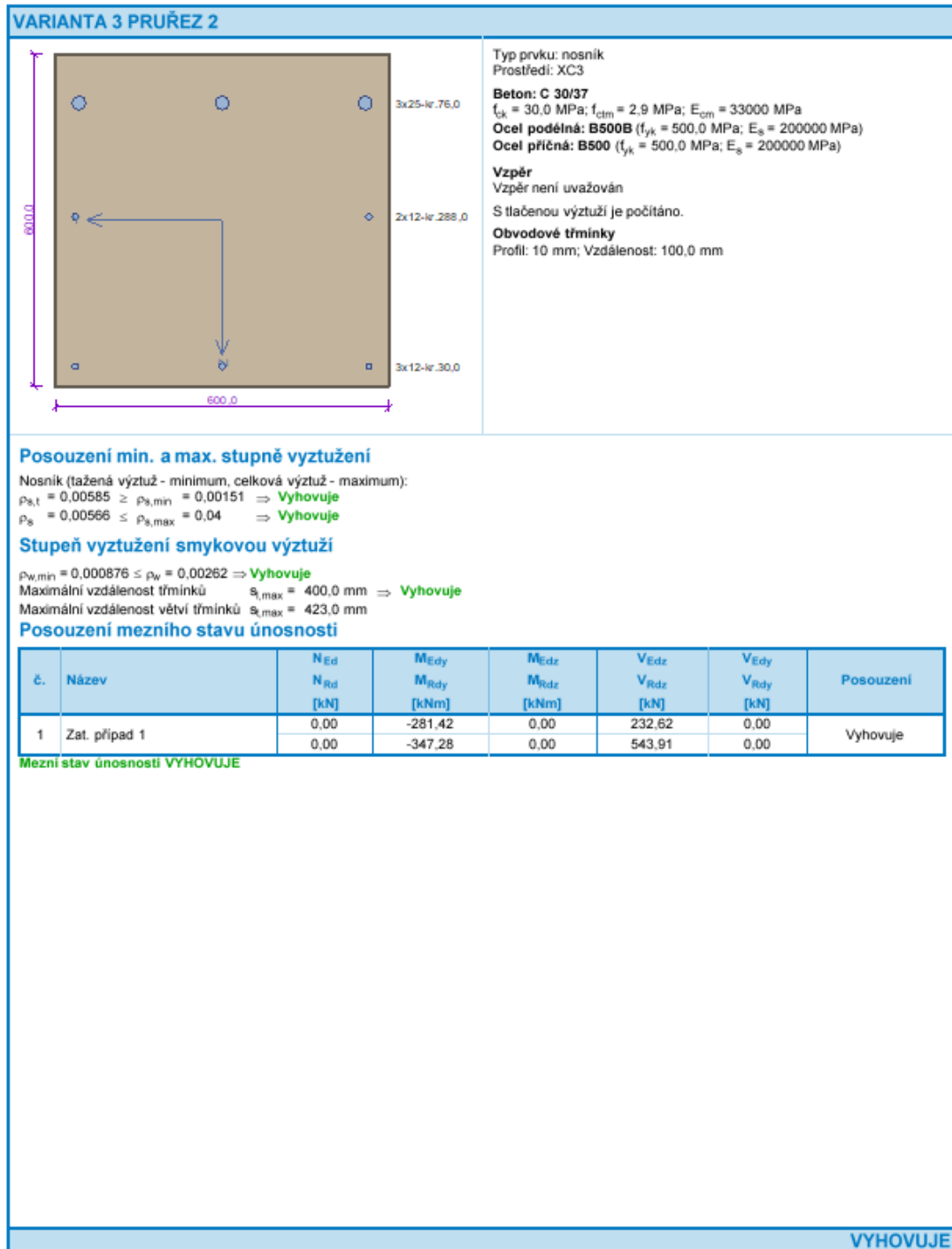
Mezní stav únosnosti VYHOVUJE

VYHOVUJE

Obrázek 60 Posouzení průřezu 1 varianty 3 v programu FIN EC 2020

68

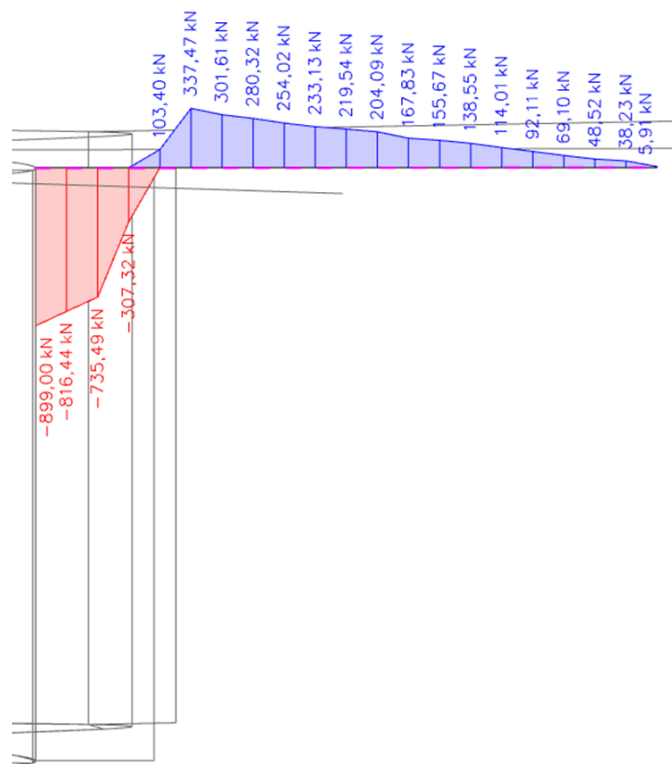
VÝSTUP Z PROGRAMU FIN EC 2020



Obrázek 61 Posouzení průřezu 2 varianty 3 v programu FIN EC 2020

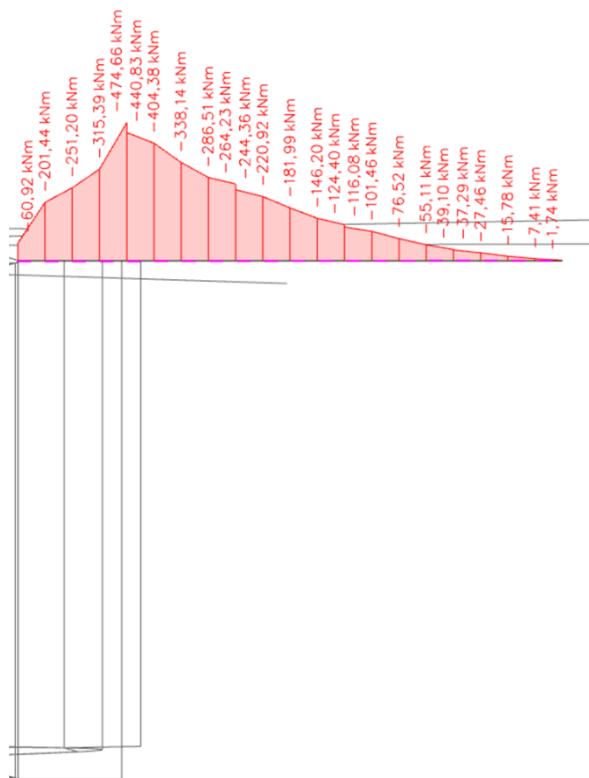
7.10.3.7 Návrh a posouzení čtvrté varianty

POSOUVAJÍCÍ SÍLA Vz



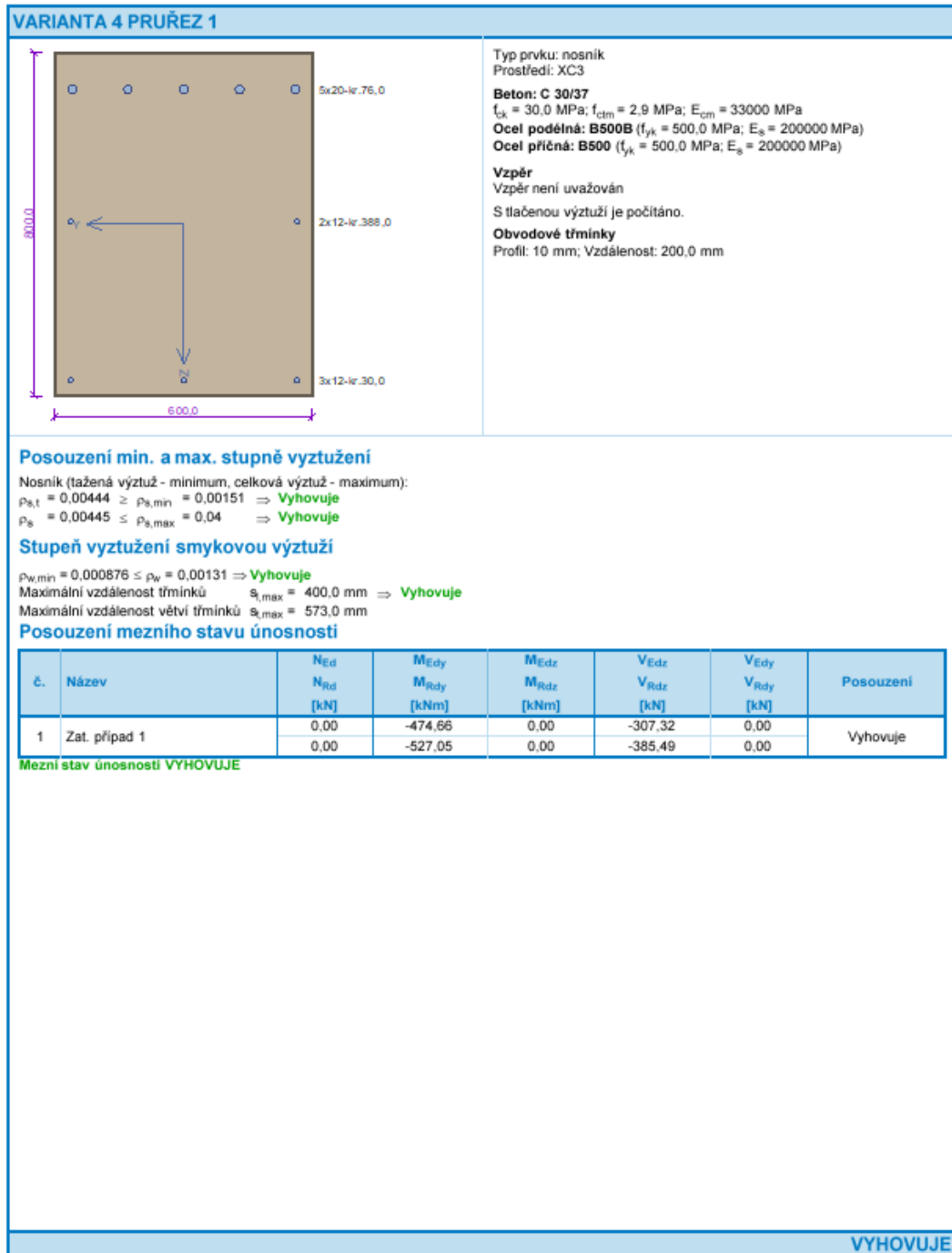
Obrázek 62 Posouvající síla Vz – Varianta 4

OHYBOVÝ MOMENT my



Obrázek 63 Moment my – Varianta 4

VÝSTUP Z PROGRAMU FIN EC 2020



Obrázek 64 Posouzení průřezu 1 varianty 4 v programu FIN EC 2020

VÝSTUP Z PROGRAMU FIN EC 2020

VARIANTA 4 PRŮŘEZ 2

Typ prvku: nosník
Prostředí: XC3

Beton: C 30/37
 $f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$

Ocel podélná: B500B ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Ocel příčná: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr
Vzpěr není uvažován
S tlacenou výztuží je počítáno.

Obvodové třmínky
Profil: 10 mm; Vzdálenost: 200,0 mm

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):
 $\rho_{s,t} = 0,00411 \geq \rho_{s,min} = 0,00151 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 $\rho_s = 0,00419 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Stupeň vyztužení smykovou výztuží

$\rho_{w,min} = 0,000876 \leq \rho_w = 0,00131 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 Maximální vzdálenost třmínků $s_{t,max} = 400,0 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 Maximální vzdálenost větví třmínků $s_{l,max} = 423,0 \text{ mm}$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00	-220,92	0,00	219,54	0,00	Vyhovuje
		0,00	-240,88	0,00	270,34	0,00	

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE

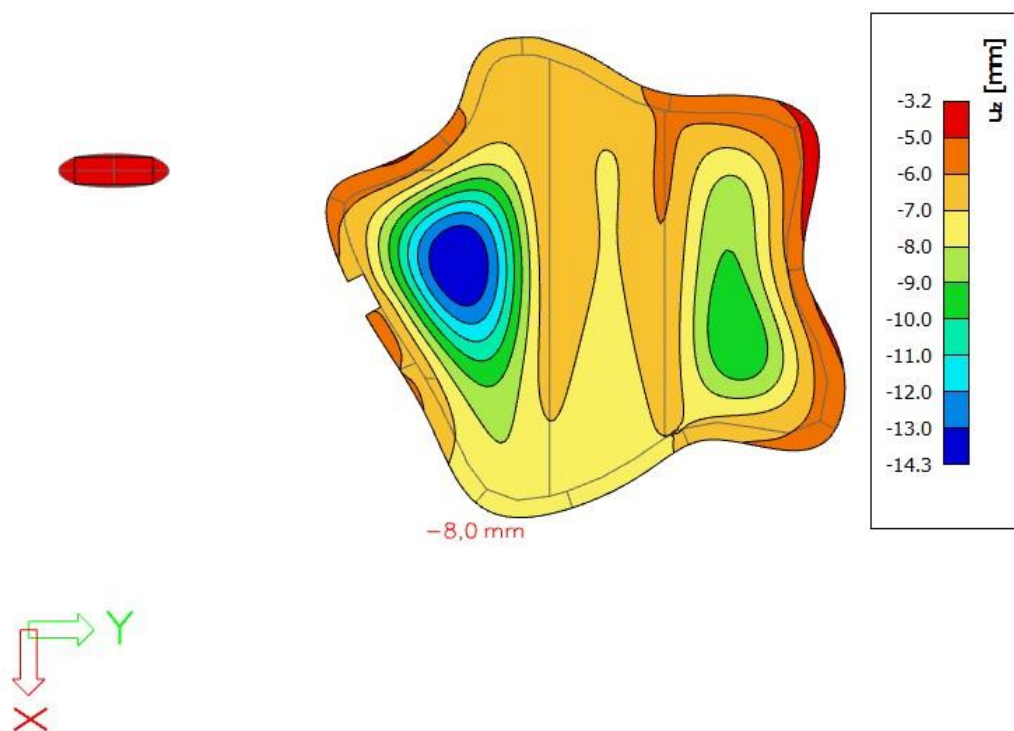
VYHOVUJE

Obrázek 65 Posouzení průřezu 2 varianty 4 v programu FIN EC 2020

7.10.4 Základová deska helipadu

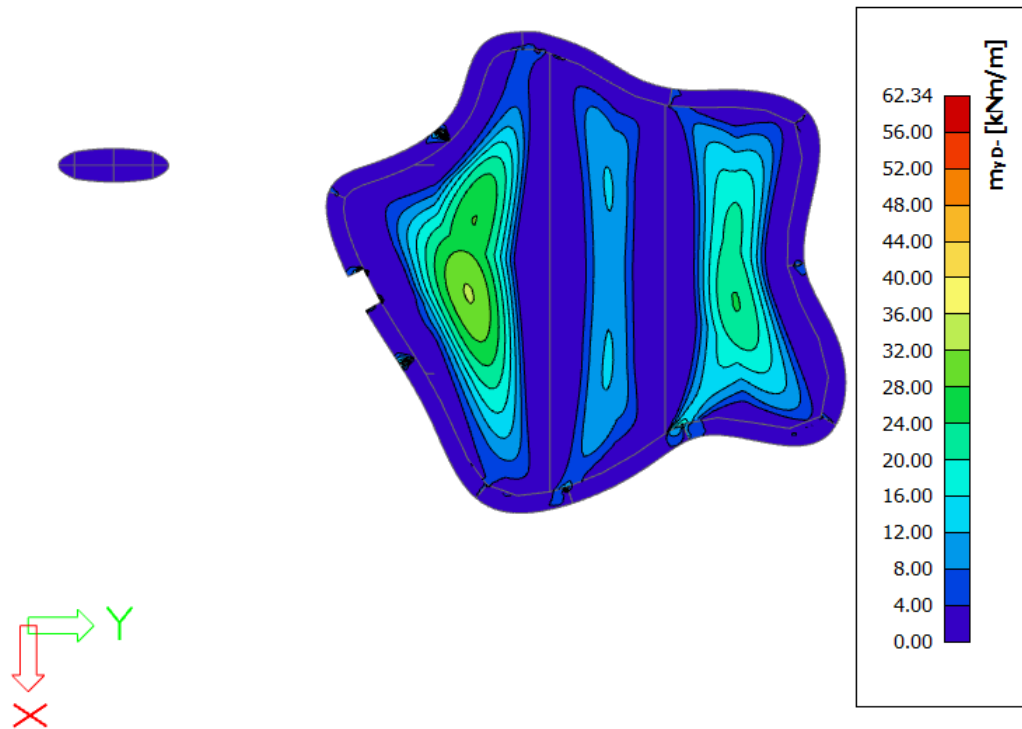
7.10.4.1 Deformace desky z programu SCIA Engineer

Na obrázku 66 lze vidět deformaci konstrukce desky interiéru helipadu. Z výstupu je zřejmé, že deformace konstrukce je ovlivněna imperfekcí výpočetního modelu SCIA Engineer. Tato imperfekce je zde z důvodu, že vrstva vibroizolace nacházející se pod touto deskou, je do modelu zanesena pouze po svislých konstrukcích, a ne v celé ploše. Z tohoto důvodu vycházejí celkové deformace desky s vlivem dotvarování vyšší, než kdyby byla vrstva vibroizolace namodelována plošně. Tuto variantu však program SCIA Engineer neumožňuje.



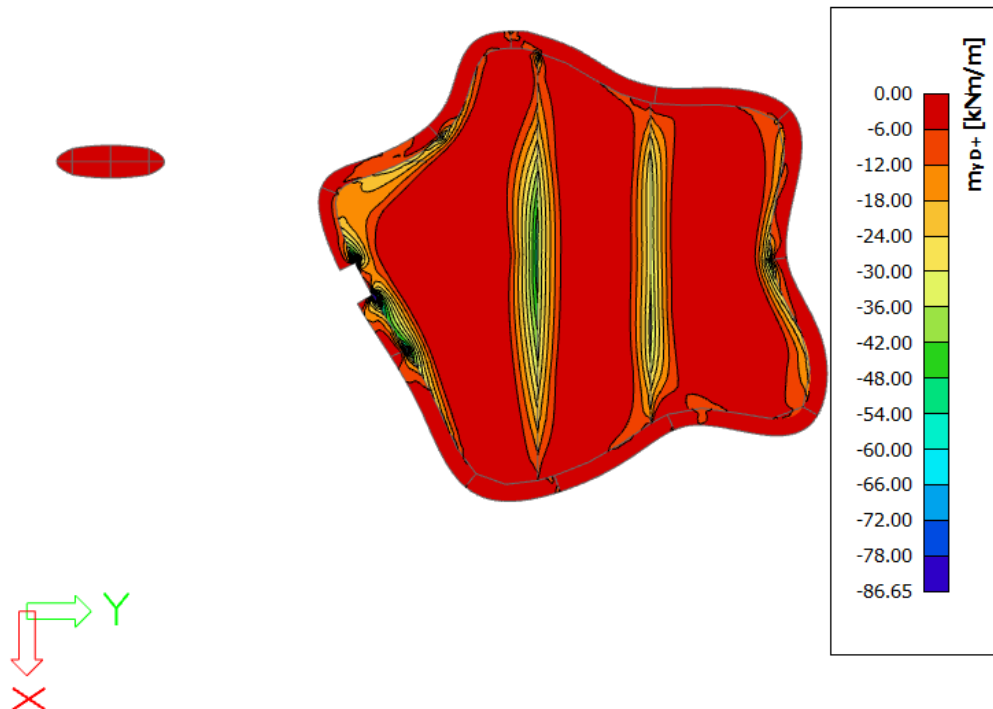
Obrázek 66 Deformace desky z programu SCIA Engineer

7.10.4.2 Moment u dolních vláken ve směru osy Y



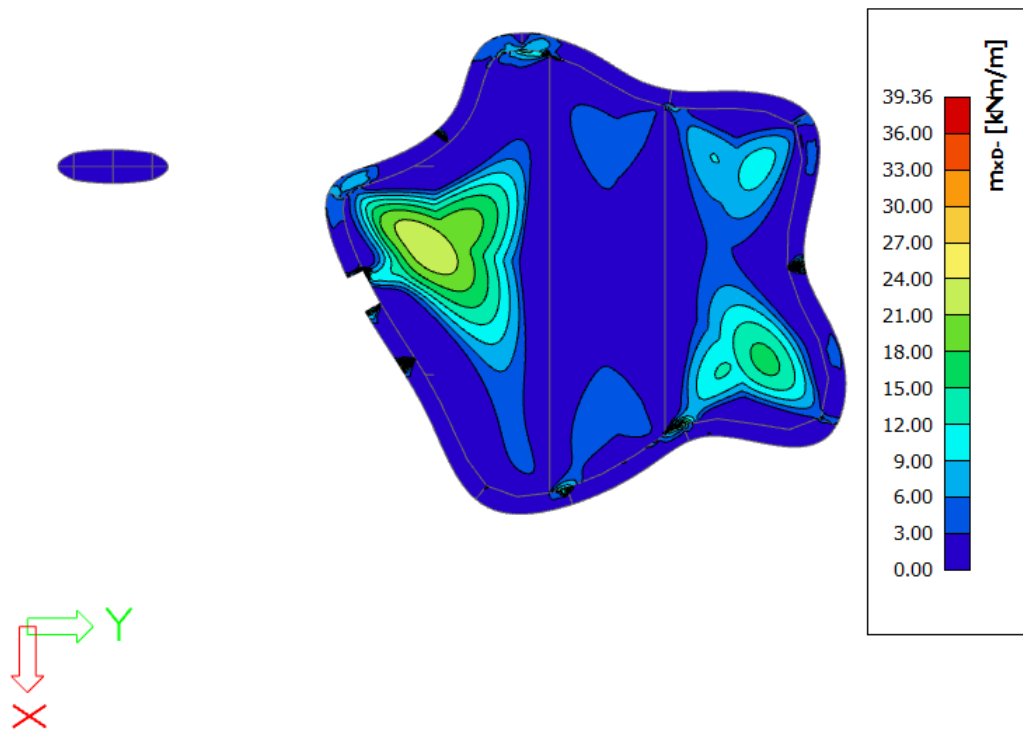
Obrázek 67 Moment u dolních vláken ve směru osy Y

7.10.4.3 Moment u horních vláken ve směru osy Y



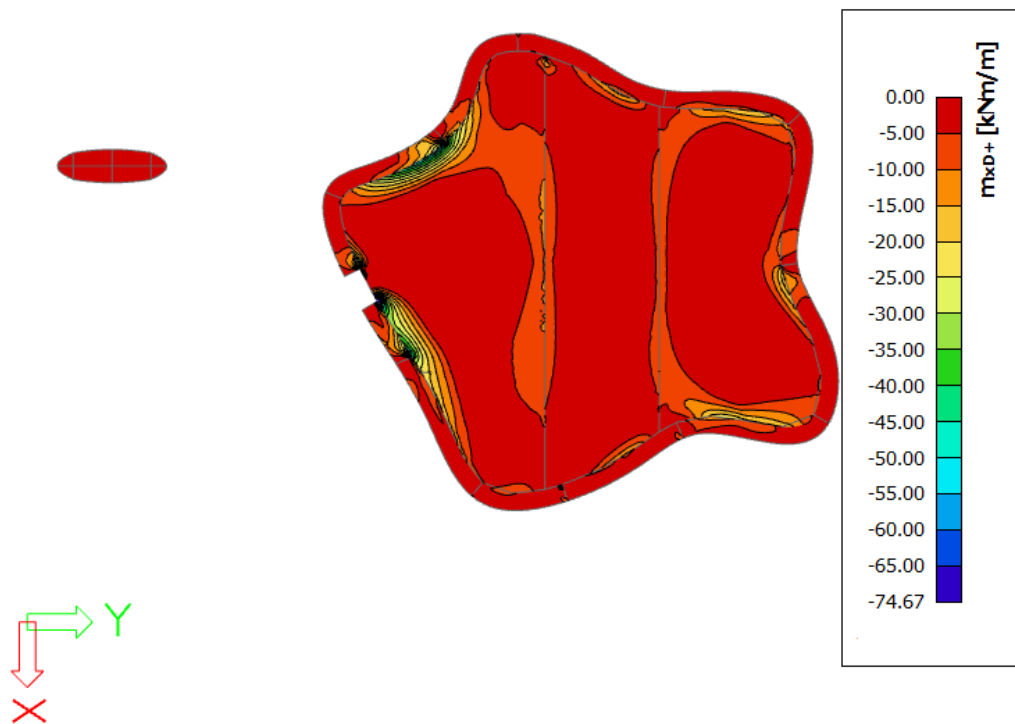
Obrázek 68 Moment u horních vláken ve směru osy Y

7.10.4.4 Moment u dolních vláken ve směru osy X



Obrázek 69 Moment u dolních vláken ve směru osy X

7.10.4.5 Moment u horních vláken ve směru osy X



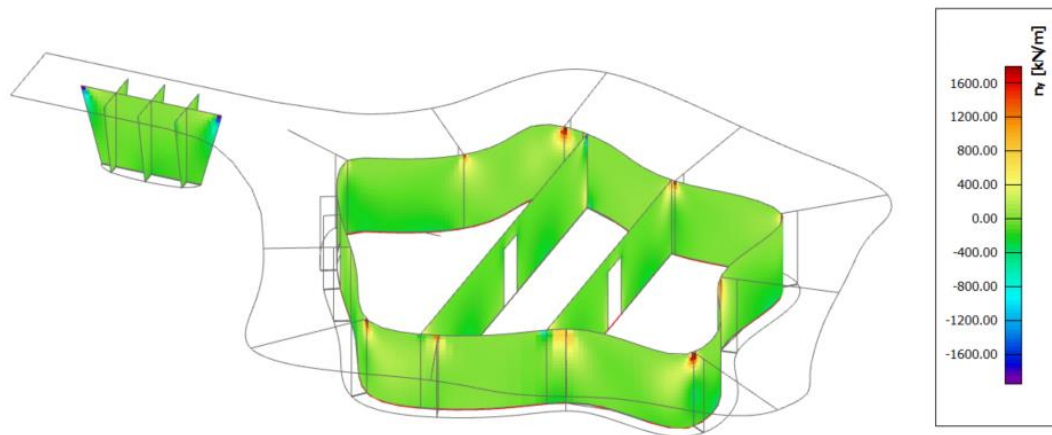
Obrázek 70 Moment u horních vláken ve směru osy X

7.11 Návrh svislých konstrukcí

7.11.1 Stěny

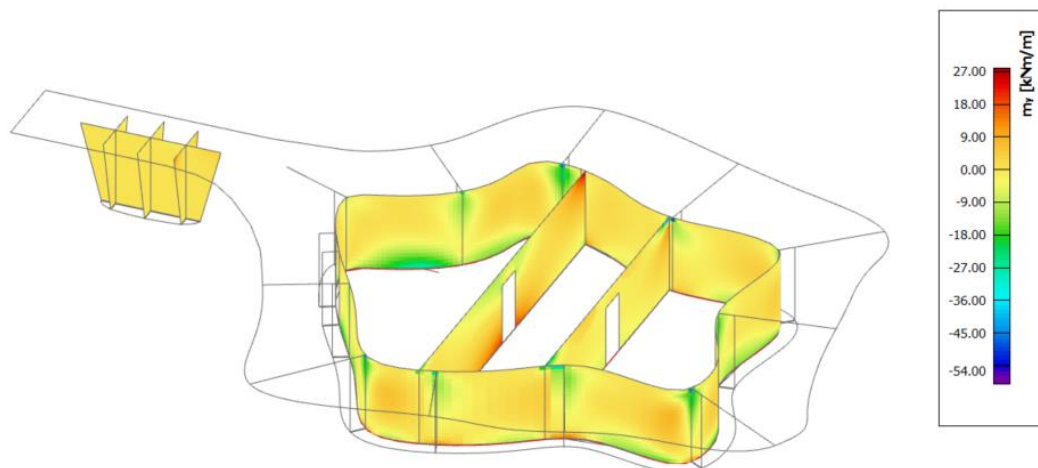
Svislé konstrukce helipadu tvoří stěny, které mají nepravidelný tvar. Stěny tvořící nosnou konstrukci pilíře krčku desky, jsou rozšiřujícího se charakteru do písmene V.

7.11.1.1 Normálová síla N na stěně



Obrázek 71 Normálová síla N na stěně

7.11.1.2 Moment m_y na stěně



Obrázek 72 Moment m_y na stěně

7.11.1.3 Návrh výztuže nejvíce zatíženého místa stěny

MATERIÁLOVÉ VLASTNOSTI

Beton C30/37: $f_{ck} = 30 \text{ MP}$
 $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{1,5} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$

Výztuž B500B: $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
 $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1,15} = 435 \text{ MPa}$

KRYTÍ VÝZTUŽE

$$c_{nom} = 10 + 20 = 30 \text{ mm}$$

NÁVRH SVISLÉ VÝZTUŽE

$$A_{s,req} = \frac{N_{Ed} - 0,8 * t * b * f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{1750500 - 0,8 * 250 * 1000 * 20}{435} = -5171,3 \text{ mm}^2$$

→ Není potřeba svislá výztuž → Návrh pouze konstrukční výztuže

$$A_{s,min} = 0,002 * A_c = 0,002 * 1000 * 250 = 500 \text{ mm}^2$$

$$\frac{A_{s,min}}{2} = \frac{500}{2} = 250 \text{ mm}^2$$

MAXIMÁLNÍ PLOCHA VÝZTUŽE

$$A_{s,max} = 0,04 * A_c = 0,04 * 1000 * 250 = 10000 \text{ mm}^2$$

MAXIMÁLNÍ OSOVÁ VZDÁLENOST

$$S_{max} = \min(3 * t; 400) = \min(3 * 250; 400) = \min(750; 400) = 400 \text{ mm}$$

NÁVRH KONSTRUKČNÍ VÝZTUŽE

$$A_{s,prov} = \frac{\pi * \phi_s^2}{4} * \frac{1000}{s}$$

$$\frac{A_{s,prov}}{2} = \frac{\pi * \phi_s^2}{4} * \frac{1000}{s} = \frac{\pi * 10^2}{4} * \frac{1000}{200} = 392,7 \text{ mm}^2$$

NÁVRH: 2xØ10/200 mm ($A_{s,prov} = 785,4 \text{ mm}^2$)

NÁVRH VODOROVNÉ VÝZTUŽE

MINIMÁLNÍ PLOCHA VÝZTUŽE

$$A_{s,min} = \max(0,25 * A_{s,v}; 0,001 * A_c) = \max(0,25 * 785,4; 0,001 * 250 * 1000) \\ = \max(196,35; ,250) = 250 \text{ mm}^2$$

MAXIMÁLNÍ PLOCHA VÝZTUŽE

$$s_{max} = 400 \text{ mm}$$

NÁVRH KONSTRUKČNÍ VÝZTUŽE

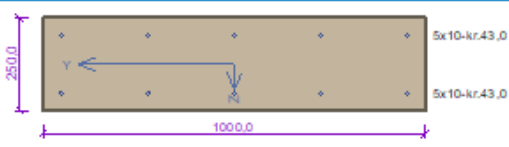
$$A_{s,prov} = \frac{\pi \cdot \phi_s^2}{4} \cdot \frac{1000}{s}$$

$$\frac{A_{s,prov}}{2} = \frac{\pi \cdot \phi_s^2}{4} \cdot \frac{1000}{s} = \frac{\pi \cdot 8^2}{4} \cdot \frac{1000}{150} = 335,1 \text{ mm}^2$$

NÁVRH: 2x ϕ 8/150 mm ($A_{s,prov} = 670,2 \text{ mm}^2$)

VÝSTUP Z PROGRAMU FIN EC 2020

STĚNA



Typ prvku: stěna
Prostředí: XC3

Beton: C 30/37
 $f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$

Ocel podélná: B500B ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)
Ocel příčná: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr
Vzpěr není uvažován
S tlačnou výztuží je počítáno.

Obvodové třmínky
Profil: 8 mm; Vzdálenost: 150,0 mm

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Stěna (celková výztuž):
 $\rho_s = 0,00314 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 $\rho_s = 0,00314 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
Minimální plocha vodorovné výztuže: $A_{sh,min} = 250 \text{ mm}^2$

Posouzení konstrukčních zásad třmínků

Minimální průměr třmínků $d = 6 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**
Maximální vzdálenost třmínků $s_{cl,max} = 150,0 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Posouzení mezního stavu únosnosti

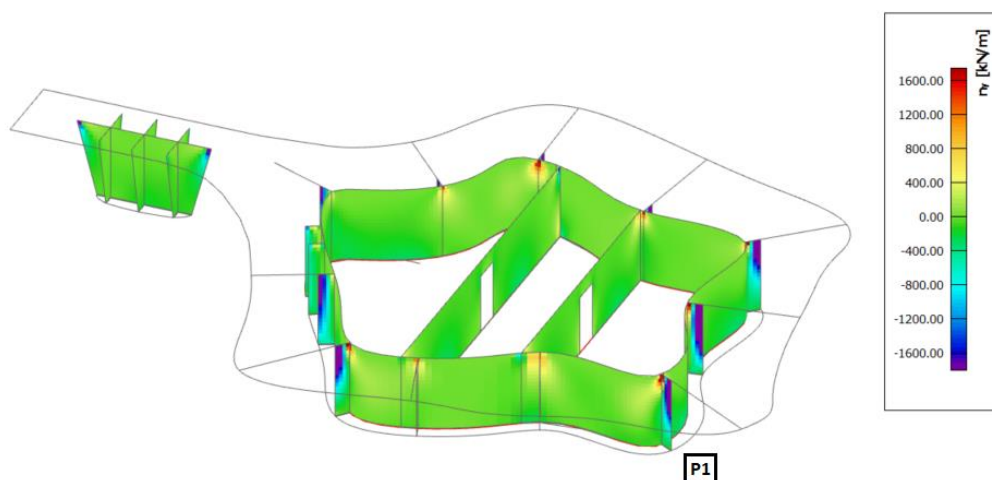
č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	Posouzení
1	Zat. případ 1	-1725,50 -5314,16	-54,00 -164,51	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE

VYHOVUJE

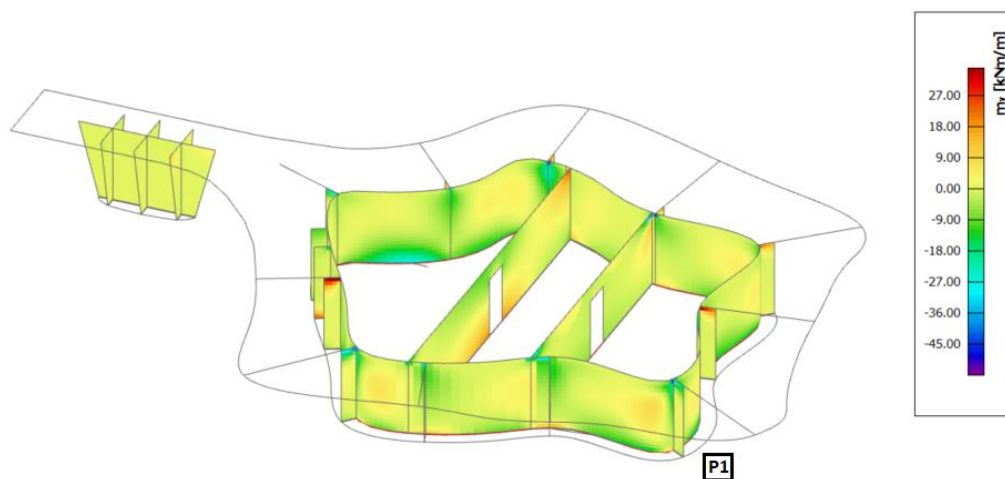
Obrázek 73 Posouzení stěny v programu FIN EC 2020

7.11.1.4 Normálová síla N na svislých žebrech stěny



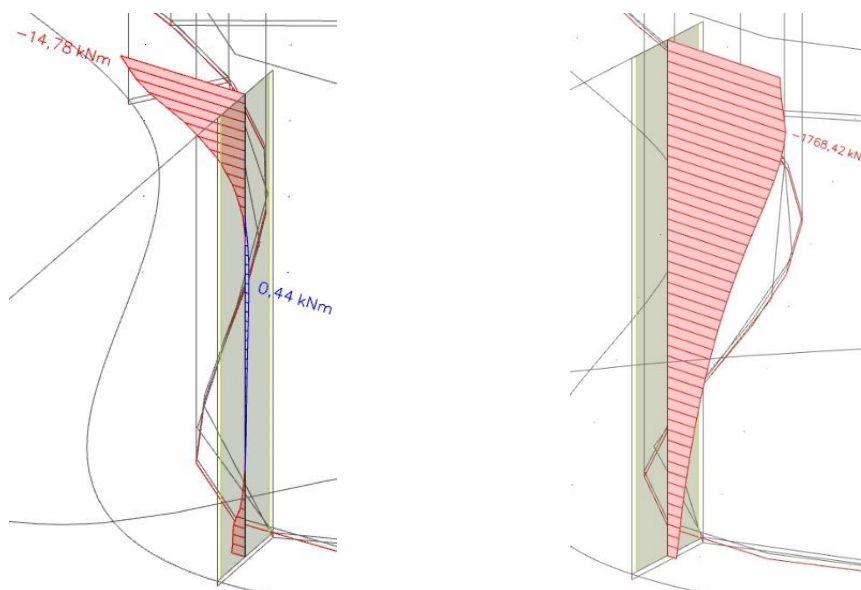
Obrázek 74 Normálová síla N na svislých žebrech stěny

7.11.1.5 Moment m_y na svislých žebrech stěny



Obrázek 75 Moment m_y na svislých žebrech stěny

7.11.1.6 Moment m_y a normálová síla N nejvíce zatíženého žebra P1

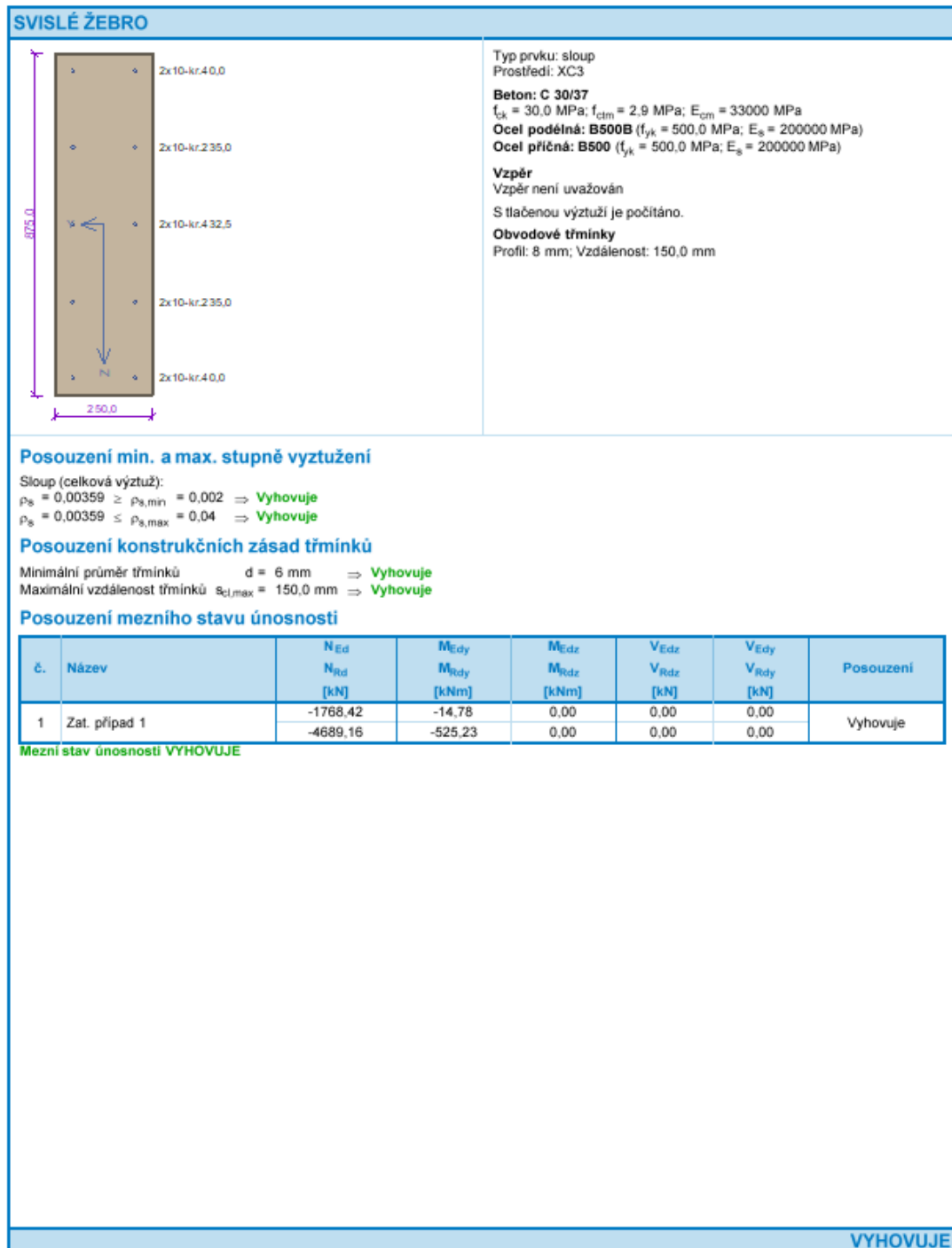


Obrázek 76 Moment m_y a posouvající síla V_z nejvíce zatíženého žebra P1

7.11.1.7 Návrh nejvíce zatíženého svislého žebra stěny

Návrh a posouzení nejvíce zatíženého žebra bude proveden v programu FINE EC 2020.

VÝSTUP Z PROGRAMU FIN EC 2020



Obrázek 77 Posouzení žebra stěny v programu FIN EC 2020

8 Závěr

Předmětem této bakalářské práce byl návrh konkrétního helipadu a zpracování souhrnu pravidel pro navrhování přistávacích ploch pro helikoptéry.

V rámci teoretické části byl zpracován průřez požadavky na návrh konstrukce heliportu, byly zde popsány příkladové konstrukční řešení a seznámila čtenáře stručně s fungováním letecké záchranné služby.

V průběhu shromažďování informací o konstrukčním návrhu helipadu, se poznatky a přístupy vcelku lišili a v některých dokumentech, jako je například Eurokód, nebyly uvedeny přesné a dostatečně podrobné návrhové přístupy pro tuto problematiku. Pro návrh byl zvolen ICAO HELIPORT MANUAL z důvodu, že zde byl návrh uveden nejkompaktněji a nejpodrobněji. Dle mého názoru, by bylo vhodné sjednotit pravidla navrhování těchto konstrukcí, a tak docílit přehledného řešení dané problematiky. Samozřejmě je mi známo, že konstrukce heliportu je velmi specifická, a proto je sjednocení těchto pravidel komplikované, a je spíše nutné umět aplikovat klasická pravidla pro navrhování nosných konstrukcí.

V rámci praktické části byl zpracován rozbor konstrukce helipadu a konkrétní statický výpočet vybrané konstrukční varianty. Z tohoto návrhu vzniklo elegantní řešení dané konstrukce.

Jedním z problémů, které v průběhu řešení práce nastaly byla nedokonalost programu SCIA Engineer, která neumožnila vytvořit vodorovnou plošnou vrstvu vibroizolace, tak jak v reálném stavu v konstrukci je. V rámci výpočetního modelu, muselo být přistoupeno k zjednodušenému modelu, což mohlo ovlivnit přesnost výsledků. S ohledem na chování konstrukce a průběh výsledků šlo usuzovat, že zjednodušení nemá výraznější vliv na přesnost výsledků, ale kdyby program umožňoval lepší způsob modelování, byl by výpočetní model dokonalejší. Bylo by vhodné, aby program umožňoval vytvořit několik desek uložených na sobě a dokázal nasimulovat reálné chování konstrukce v tomto konkrétním případě.

V návrhovém přístupu helipadu, dle ICAO HELIPORT MANUAL, se zatížení konstrukce člení podle kategorie helikoptéry, což může v některých případech navodit zbytečné předimenzování konstrukce. Z tohoto důvodu, byl návrh v rámci bakalářské práce proveden na konkrétní hmotnost helikoptéry.

Při modelování konstrukce takto složitěho tvaru, bylo velmi obtížné optimalizovat model do konečné podoby a v rámci této zkušenosti jsem došel závěru, že tato bakalářská práce, měla pro mě velký přínos v sebezdokonalení ve tvorbě takovýchto početních i nepočetních modelů.

Celkově lze přínos této práce shrnout tak, že se čtenář může dozvědět průřez požadavků na konstrukci helipadu a může vidět aplikaci návrhových a konstrukčních řešení na atypické konstrukci jako je tato.

9 Seznam obrázků

Obrázek 1	Heliport umístění na zemi-Irsko	12
Obrázek 2	Heliport jako součást objektu–Nové Město na Moravě (vlevo), Praha (vpravo).....	12
Obrázek 3	Samostatně stojící heliport-Brno (vlevo), Liberec (vpravo)	13
Obrázek 4	Heliport součástí ropné plošiny-Nizozemsko (vlevo), Heliport součástí lodě 13-Katamarán HODOR (vpravo), Plovoucí heliport-Indie (dole).....	13
Obrázek 5	Mapa heliportů v ČR	14
Obrázek 6	Schéma heliportu	18
Obrázek 7	Schéma vzdušného prostoru	18
Obrázek 8	Značení přistávací plochy pro vrtulníky	19
Obrázek 9	Samostatně stojící heliport-Liberec	21
Obrázek 10	Heliport součástí objektu – Frýdek Místek.....	21
Obrázek 11	Samostatně stojící heliport - Brno	22
Obrázek 12	Vrtulník Eurocopter EC 135	23
Obrázek 13	Vojenský vrtulník PLZ W-3 Sokol.....	24
Obrázek 14	Mapa areálu Fakultní nemocnice Hradec Králové	25
Obrázek 15	Model celého objektu - SCIA Engineer (přední pohled).....	26
Obrázek 16	Model celého objektu – SCIA Engineer (zadní pohled).....	26
Obrázek 17	Konstrukční systém 1	28
Obrázek 18	Konstrukční systém 2	29
Obrázek 19	Konstrukční systém 3	30
Obrázek 20	Konstrukční systém 4	31
Obrázek 21	Konstrukční systém 5	32
Obrázek 22	Konstrukční systém zvolené varianty – Pohled 1	33
Obrázek 23	Konstrukční systém zvolené varianty – Pohled 2.....	33
Obrázek 24	Konstrukční systém zvolené varianty – Pohled pod desku.....	34
Obrázek 25	Konstrukční systém zvolené varianty – Vibroizolace	34
Obrázek 26	Skladba přistávací plochy	35
Obrázek 27	Skladba podlahy interiéru heliportu.....	35
Obrázek 28	Sněhová mapa ČR.....	36
Obrázek 29	Větrná mapa ČR	36
Obrázek 30	Ostatní stálé zatížení	39
Obrázek 31	Dynamické zatížení od vrtulníku v okamžiku dosednutí.....	39
Obrázek 32	Zatížení od vrtulníku v okamžiku stání na přistávací ploše.....	39
Obrázek 33	Užitné zatížení – Návrhový případ A	40

Obrázek 34	Užitné zatížení – Návrhový případ B	40
Obrázek 35	Vodorovná síla vyvolaná přistáním vrtulníku	40
Obrázek 36	Zatížení od technologie.....	41
Obrázek 37	Celková deformace konstrukce SCIA Engineer	43
Obrázek 38	Deformace desky z programu SCIA Engineer	45
Obrázek 39	Moment u dolních vláken ve směru osy Y	45
Obrázek 40	Moment u horních vláken ve směru osy Y	46
Obrázek 41	Moment u dolních vláken ve směru osy X	46
Obrázek 42	Moment u horních vláken ve směru osy X	47
Obrázek 43	Doplňující obrázek působících momentů	50
Obrázek 44	Doplňující obrázek působících momentů	51
Obrázek 45	Doplňující obrázek působících momentů	52
Obrázek 46	Doplňující obrázek působících momentů	54
Obrázek 47	Deformace všech trámů	55
Obrázek 48	Posouvající síla Vz všech trámů	56
Obrázek 49	Momenty my všech trámů	56
Obrázek 50	Posouvající síla Vz – Varianta 1	57
Obrázek 51	Moment my – Varianta 1	57
Obrázek 52	Posouzení průřezu 1 varianty 1 v programu FIN EC 2020.....	62
Obrázek 53	Posouzení průřezu 2 varianty 1 v programu FIN EC 2020.....	63
Obrázek 54	Posouvající síla Vz – Varianta 2.....	64
Obrázek 55	Moment my – Varianta 2.....	64
Obrázek 56	Posouzení průřezu 1 varianty 2 v programu FIN EC 2020.....	65
Obrázek 57	Posouzení průřezu 2 varianty 2 v programu FIN EC 2020.....	66
Obrázek 58	Posouvající síla Vz – Varianta 3.....	67
Obrázek 59	Moment my – Varianta 3.....	67
Obrázek 60	Posouzení průřezu 1 varianty 3 v programu FIN EC 2020.....	68
Obrázek 61	Posouzení průřezu 2 varianty 3 v programu FIN EC 2020.....	69
Obrázek 62	Posouvající síla Vz – Varianta 4.....	70
Obrázek 63	Moment my – Varianta 4.....	70
Obrázek 64	Posouzení průřezu 1 varianty 4 v programu FIN EC 2020.....	71
Obrázek 65	Posouzení průřezu 2 varianty 4 v programu FIN EC 2020.....	72
Obrázek 66	Deformace desky z programu SCIA Engineer	73
Obrázek 67	Moment u dolních vláken ve směru osy Y	74
Obrázek 68	Moment u horních vláken ve směru osy Y	74
Obrázek 69	Moment u dolních vláken ve směru osy X	75
Obrázek 70	Moment u horních vláken ve směru osy X	75

Obrázek 71	Normálová síla N na stěně.....	76
Obrázek 72	Moment m_y na stěně.....	76
Obrázek 73	Posouzení stěny v programu FIN EC 2020	79
Obrázek 74	Normálová síla N na svislých žebrech stěny	80
Obrázek 75	Moment m_y na svislých žebrech stěny	80
Obrázek 76	Moment m_y a posouvající síla V_z nejvíce zatíženého žebra P1	80
Obrázek 77	Posouzení žebra stěny v programu FIN EC 2020.....	81

10 Seznam tabulek

Tabulka 1	Technické parametry Eurocopter EC 135	23
Tabulka 2	Technické parametry PLZ W-3 Sokol	24
Tabulka 3	Zatížení dle ICAO HELIPORT MANUAL	37
Tabulka 4	Kotvení a přesahy výztuže dle EN	42
Tabulka 5	Příložky při dolním povrchu ve směru X	50
Tabulka 6	Konstrukční zásady – Příložky při dolním povrchu ve směru X	50
Tabulka 7	Hlavní ohybová výztuž při dolním povrchu ve směru Y	51
Tabulka 8	Konstrukční zásady – Hlavní ohybová výztuž při dolním povrchu ve směru Y 51	
Tabulka 9	Příložky při dolním povrchu ve směru Y	52
Tabulka 10	Konstrukční zásady – Příložky při dolním povrchu ve směru Y	52
Tabulka 11	Rozdělovací výztuž při horním povrchu ve směru X	52
Tabulka 12	Konstrukční zásady – Rozdělovací výztuž při horním povrchu ve směru X .	52
Tabulka 13	Hlavní ohybová výztuž při horním povrchu ve směru X	53
Tabulka 14	Konstrukční zásady – Hlavní ohybová výztuž při horním povrchu ve směru X 53	
Tabulka 15	Rozdělovací výztuž při horním povrchu ve směru Y	53
Tabulka 16	Konstrukční zásady – Rozdělovací výztuž při horním povrchu ve směru Y .	53
Tabulka 17	Hlavní ohybová výztuž při horním povrchu ve směru Y	54
Tabulka 18	Konstrukční zásady – Hlavní ohybová výztuž při horním povrchu ve směru Y 54	

11 Seznam použitých podkladů a zdrojů

11.1 Literatura

- [1] Studie objektu
- [2] ČSN EN 1992-1-1 ed. 2 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [3] ČSN EN 1990 ed. 2 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí.
- [4] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [5] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- [6] ICAO Heliport Manual
- [7] AC 150/5390-2C – Heliport Design Document Information
- [8] Letecký předpis L14H
- [9] Pavilon Pohotovost - Emergency FN HK. *Archiweb* [online]. Praha: Archiweb, 2006 [cit. 2022-05-12]. Dostupné z: <https://www.archiweb.cz/en/b/pavilon-pohotovost-emergency-fn-hk>
- [10] VFR příručka. *VFR příručka* [online]. Praha: Řízení letového provozu, 2021 [cit. 2022-05-12]. Dostupné z: https://aim.rlp.cz/vfrmanual/actual/hel_1_cz.html
- [11] Heliporty. *Vrtulník* [online]. Praha, 2021 [cit. 2022-05-12]. Dostupné z: <http://www.vrtulnik.cz/heliporty/heliport.htm>
- [12] LZS. *Letecká záchranná služba* [online]. Praha: MUDr. Ondřej Franěk, 2021 [cit. 2022-05-12]. Dostupné z: <https://zachrannasluzba.cz/letecka-zachranna-sluzba/>
- [13] Eurocopter EC 135. *Wikipedia* [online]. San Francisco: wikipedia, 2020 [cit. 2022-05-12]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Eurocopter_EC_135
- [14] PZL W-3 Sokol. *Wikipedia* [online]. San Francisco: wikipedia, 2019 [cit. 2022-05-12]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/PZL_W-3_Sok%C3%B3l
- [15] BELAR. *Greif-akustika s.ro.* [online]. Praha: Greif-akustika, 2016 [cit. 2022-05-12]. Dostupné z: https://greif.cz/wp-content/uploads/2020/07/ITS216-01_Belar_-_technicky_popis.pdf

11.2 Citace obrázků

- [16] COLLINS. *PIXERS* [online]. [cit. 12.5.2022]. Dostupný na WWW: <https://pixers.us/posters/helipad-county-clare-ireland-18961181>
- [17] HLADÍK. *regionvysocina* [online]. [cit. 12.5.2022]. Dostupný na WWW: <https://www.regionvysocina.cz/blog/novomestska-nemocnice-zprovoznila-heliport-137751/>
- [18] KNOTEK. *aga-letiste* [online]. [cit. 12.5.2022]. Dostupný na WWW: <https://aga-letiste.cz/reference/heliport-hems-fn-motol/>
- [19] LINHART. *vrtulník* [online]. [cit. 12.5.2022]. Dostupný na WWW: <http://www.vrtulnik.cz/heliporty/heliport.htm>
- [20] LINHART. *vrtulník* [online]. [cit. 12.5.2022]. Dostupný na WWW: <http://www.vrtulnik.cz/heliporty/heliport.htm>
- [21] KOMEN. *wikimedia commons* [online]. [cit. 12.5.2022]. Dostupný na WWW: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oil_platform_north_of_Ameland,_Holland_\(9429668_33\)](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oil_platform_north_of_Ameland,_Holland_(9429668_33))
- [22] JOAN. *boatinternational* [online]. [cit. 12.5.2022]. Dostupný na WWW: https://cdn.boatinternational.com/bi_prd/bi/library_images/uvnPIwSQGyOSFafF9mRw_Hodor-Exterior.jpg

- [23] PETTERS. *incodock* [online]. [cit. 12.5.2022]. Dostupný na WWW: <https://www.incodock.com/applications/floating-helipad>
- [24] JONÁŠEK. *aeroweb* [online]. [cit. 12.5.2022]. Dostupný na WWW: <https://www.aeroweb.cz/letiste#?country=1&typ=4>
- [25] ELKAN. *ledobstructionlight* [online]. [cit. 12.5.2022]. Dostupný na WWW: <https://ledobstructionlight.blogspot.com/2020/04/led-helipad-inset-touchdown-and-lift.html>
- [26] MDČR. *letecký předpis L14H* [online]. [cit. 12.5.2022]. Dostupný na WWW: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-14-H/index.htm>
- [27] MDČR. *letecký předpis L14H* [online]. [cit. 12.5.2022]. Dostupný na WWW: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-14-H/index.htm>
- [28] MDČR. *letecký předpis L14H* [online]. [cit. 12.5.2022]. Dostupný na WWW: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-14-H/index.htm>
- [29] JANEK. *hochtief* [online]. [cit. 12.5.2022]. Dostupný na WWW: <https://www.hochtief.cz/nase-projekty/referencni-projekty/obcanske-administrativni/frydek-mistek-pavilon-chirurgickych-oboru>
- [30] JANEK. *hochtief* [online]. [cit. 12.5.2022]. Dostupný na WWW: <https://www.hochtief.cz/nase-projekty/referencni-projekty/obcanske-administrativni/frydek-mistek-pavilon-chirurgickych-oboru>
- [31] HOLÍŠ. *wikimedia commos* [online]. [cit. 12.5.2022]. Dostupný na WWW: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kry%C5%A1tof_05_OK-DSE_\(01\).JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kry%C5%A1tof_05_OK-DSE_(01).JPG)
- [32] GOLOWANOW. *wikimedia commos* [online]. [cit. 12.5.2022]. Dostupný na WWW: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Czech_W-3_Sok%C3%B3%C5%82_8496_cropped.JPG
- [33] MAPY. *mapy cz* [online]. [cit. 12.5.2022]. Dostupný na WWW: <https://mapy.cz/zakladni?x=15.8249555&y=50.2013813&z=16&source=firm&id=231122&ds=1>
- [34] ICAO. *static* [online]. [cit. 12.5.2022]. Dostupný na WWW: <https://static1.squarespace.com/static/5885a6de37c581fc6aea4aaa/t/58bc8e239de4bb44fb26ed5/1488752187213/ICAO+Heliport+Manual.pdf>
- [35] ŠTIČKA. *sticka* [online]. [cit. 12.5.2022]. Dostupný na WWW: <http://www.sticka.cz/mapy/>
- [36] ŠTIČKA. *sticka* [online]. [cit. 12.5.2022]. Dostupný na WWW: <http://www.sticka.cz/mapy/>

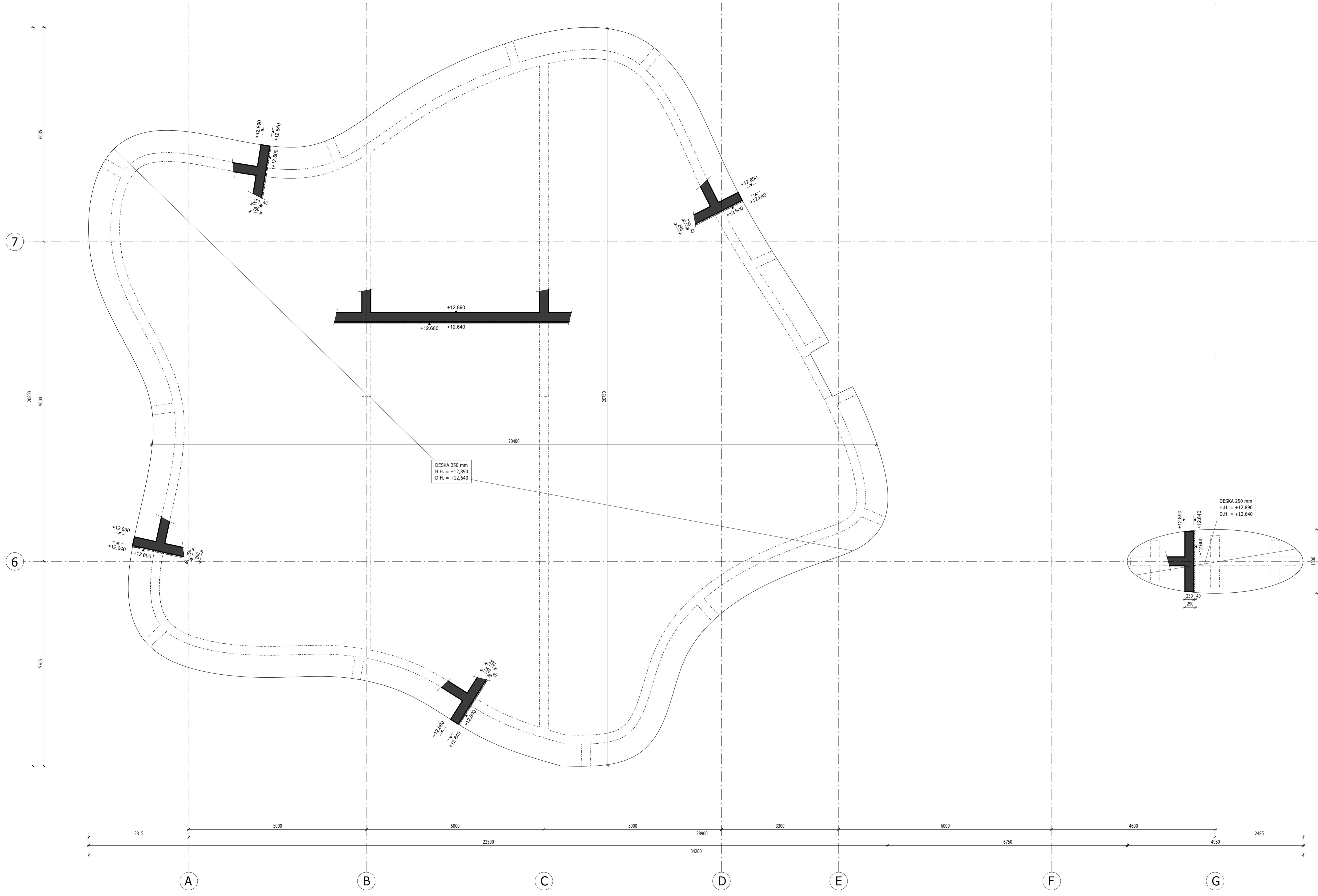
11.3 Použité programy

- SCIA Engineer 20.0
- FIN EC 2020 – Beton
- Allplan 2021
- Microsoft Office 2020 – Word
- Microsoft Office 2020 - Excel

SEZNAM VÝKRESOVÉ DOKUMENTACE

- 01_Tvar desky interiéru helipadu
- 02_Tvar desky přistávací plochy helipadu
- 03_Vyztužení desky přistávací plochy helipadu-DV
- 04_Vyztužení desky přistávací plochy helipadu-HV
- 05_Vyztužení trámů s náběhem
- 06_Vyztužení svislých nosných konstrukcí

TVAR DESKY INTERIÉRU HELIPADU
M 1:50



POZNÁMKY

- PŘI PROVÁDĚNÍ DODRŽOVAT NORMU ČSN EN 13670 (PROVÁDĚNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ)
- PROSTUPY OVĚŘIT DLE VÝKRESŮ PROFESÍ
- ±0,000 UVAŽOVÁNA DLE ČISTÉ PODLAHY 1.NP DANÉHO OBJEKTU
- TVAR KONSTRUKCE JE NUTNÉ NECHAT ZAMĚŘIT GEODETEM NA STAVBĚ POMOCÍ TOTÁLNÍ STANICE
- POD DESKOU SE V CELÉ PLOŠE NACHÁZÍ VRSTVA VIBROIZOLACE BELAR TL. 40 mm

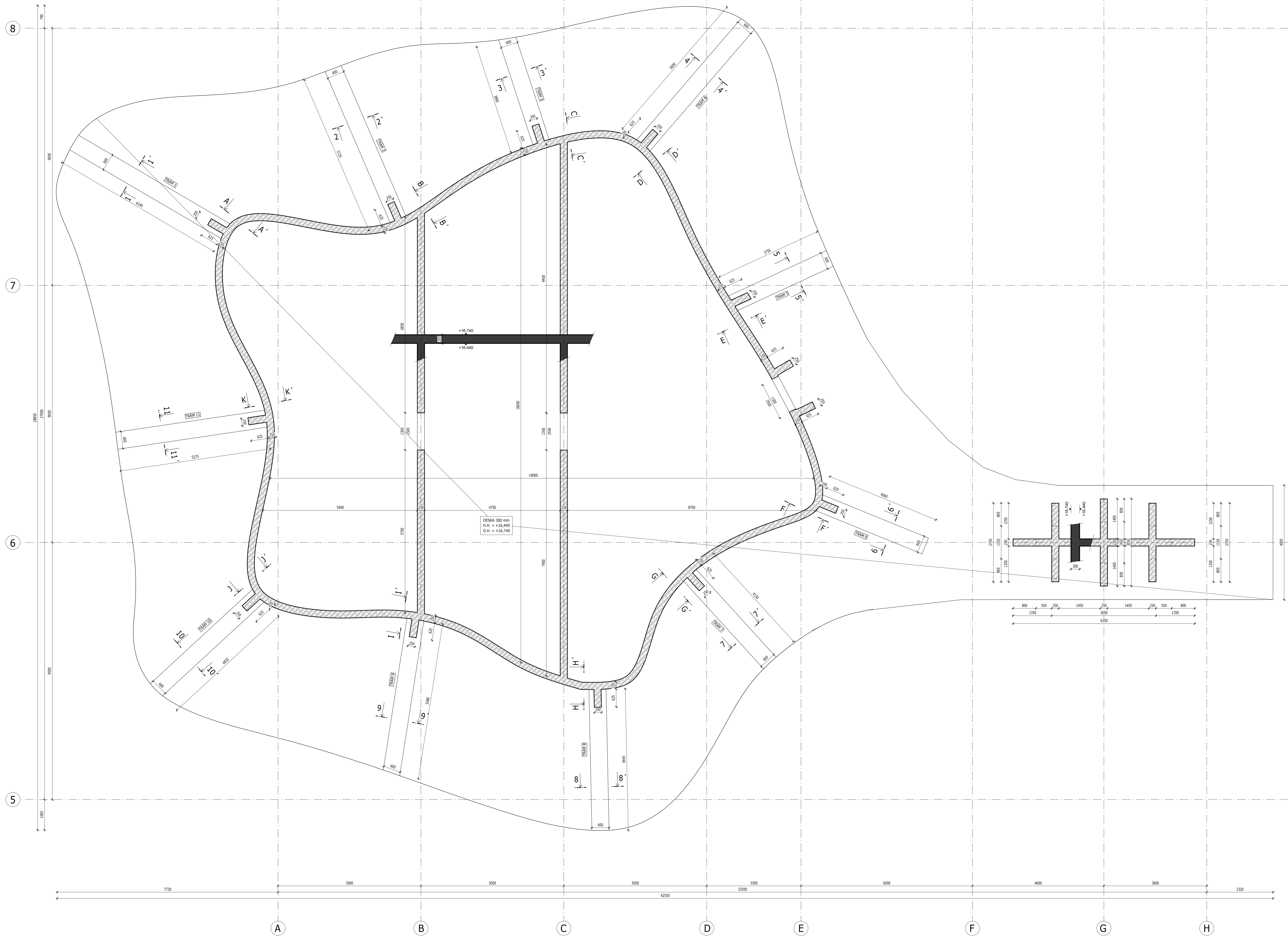
LEGENDA

- ŽELEZOBETON V ŘEZU
- VIBROIZOLACE BELAR
- KONSTRUKCE NAD

MATERIÁLY

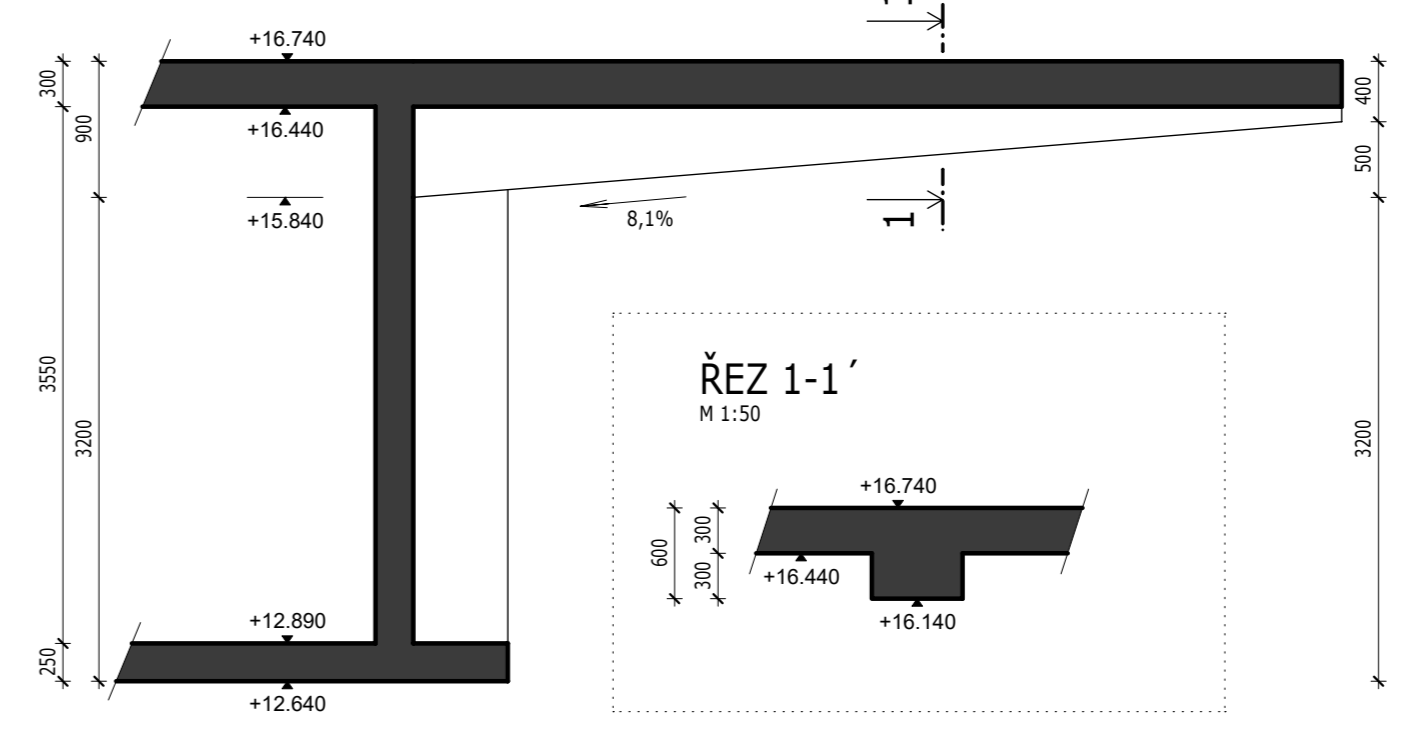
- VODOROVNÉ KONSTRUKCE C30/37-XC3-Dmax 16-S3
- SVISLÉ KONSTRUKCE C30/37-XC3-Dmax 16-S3
- VÝZTUŽ B500B

STUDIJNÍ PROGRAM	STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ	JMÉNO STUDENTA	ČVUT	
STUDIJNÍ OBOR	KONSTRUKCE POZEMNÍCH STAVEB	MATĚJ CHALOUPKA		
AKADEMICKÝ ROK	2021/2022			
VEDOUČÍ PRÁCE	Ing. Josef Novák, Ph. D.			
NÁZEV VÝKRESU: TVAR DESKY INTERIÉRU HELIPADU			FORMÁT	10xA4
			MĚŘÍTKO	1:50
			DATUM	1.5. 2022
			Č.V.	1



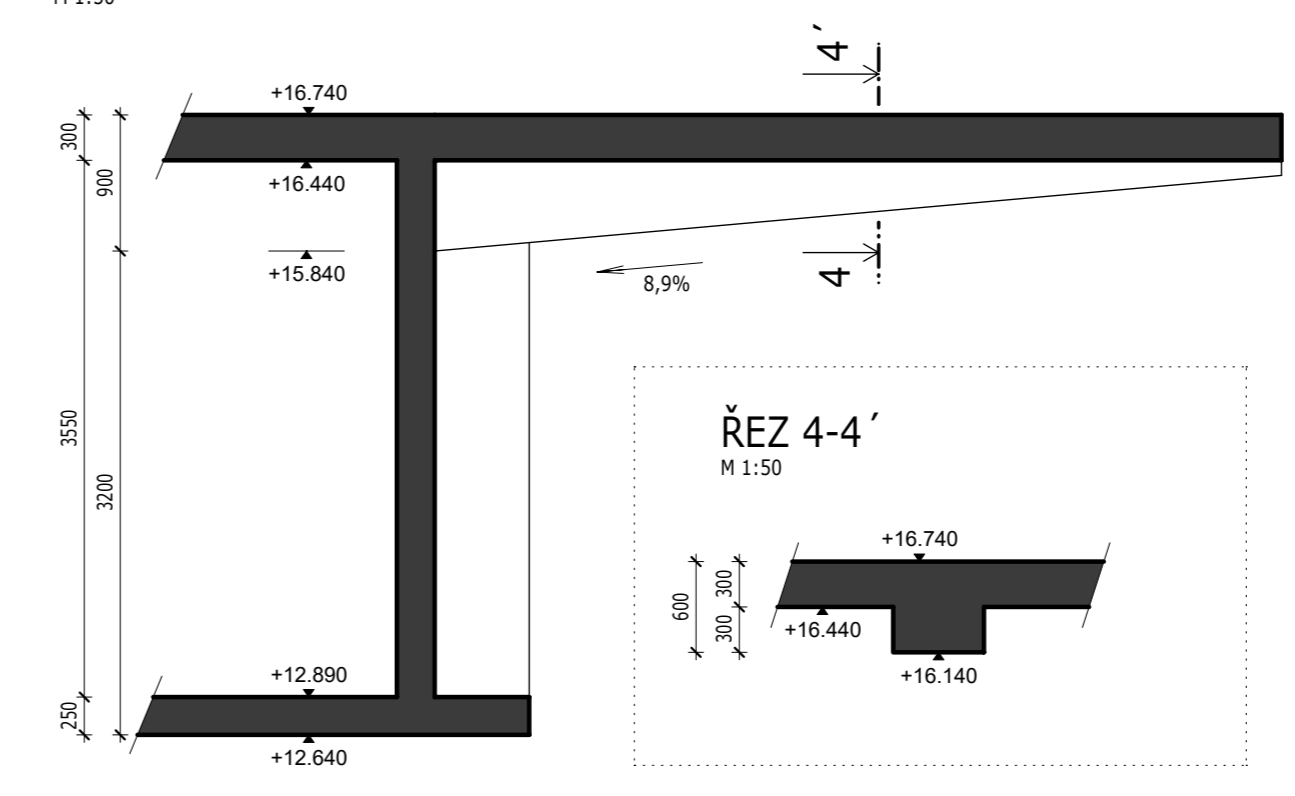
NÁVRHOVÁ VARIANTA 1

TRÁM 1 - ŘEZ A-A'

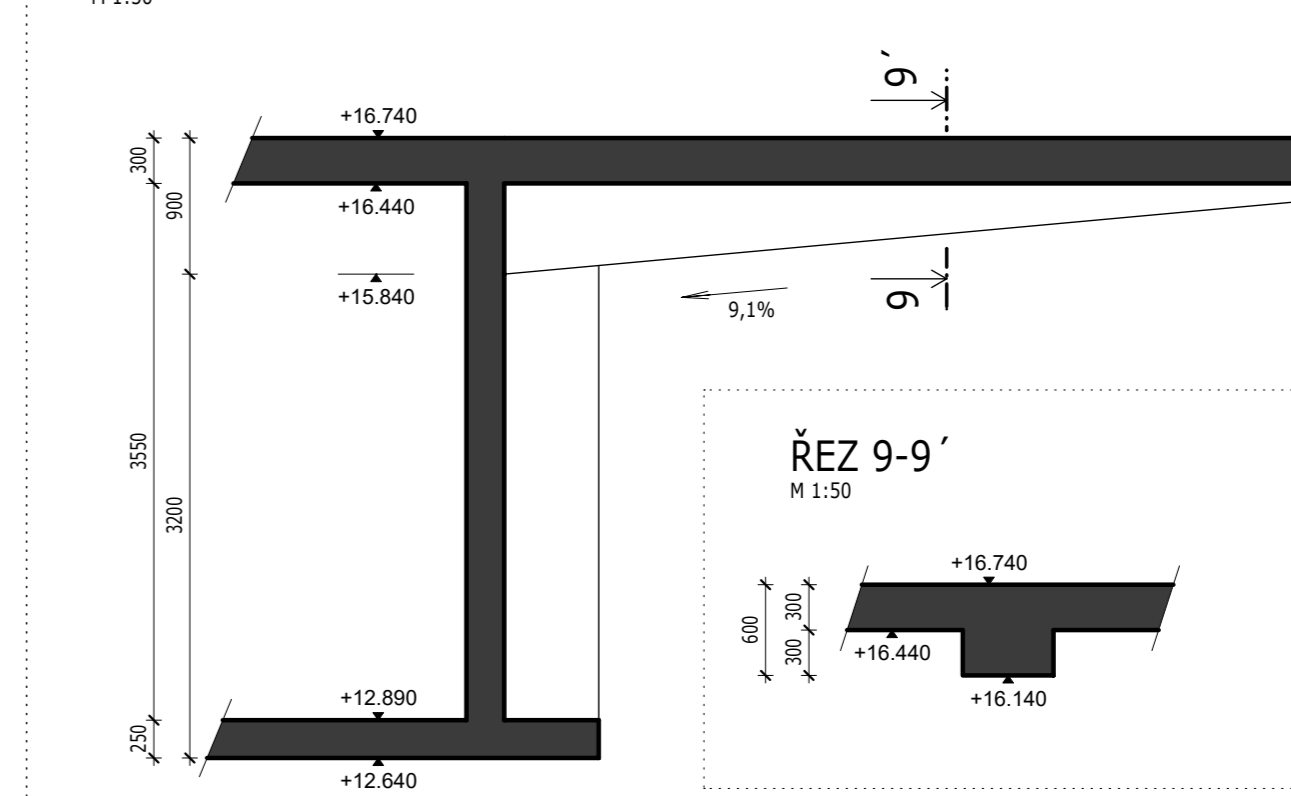


NÁVRHOVÁ VARIANTA 2

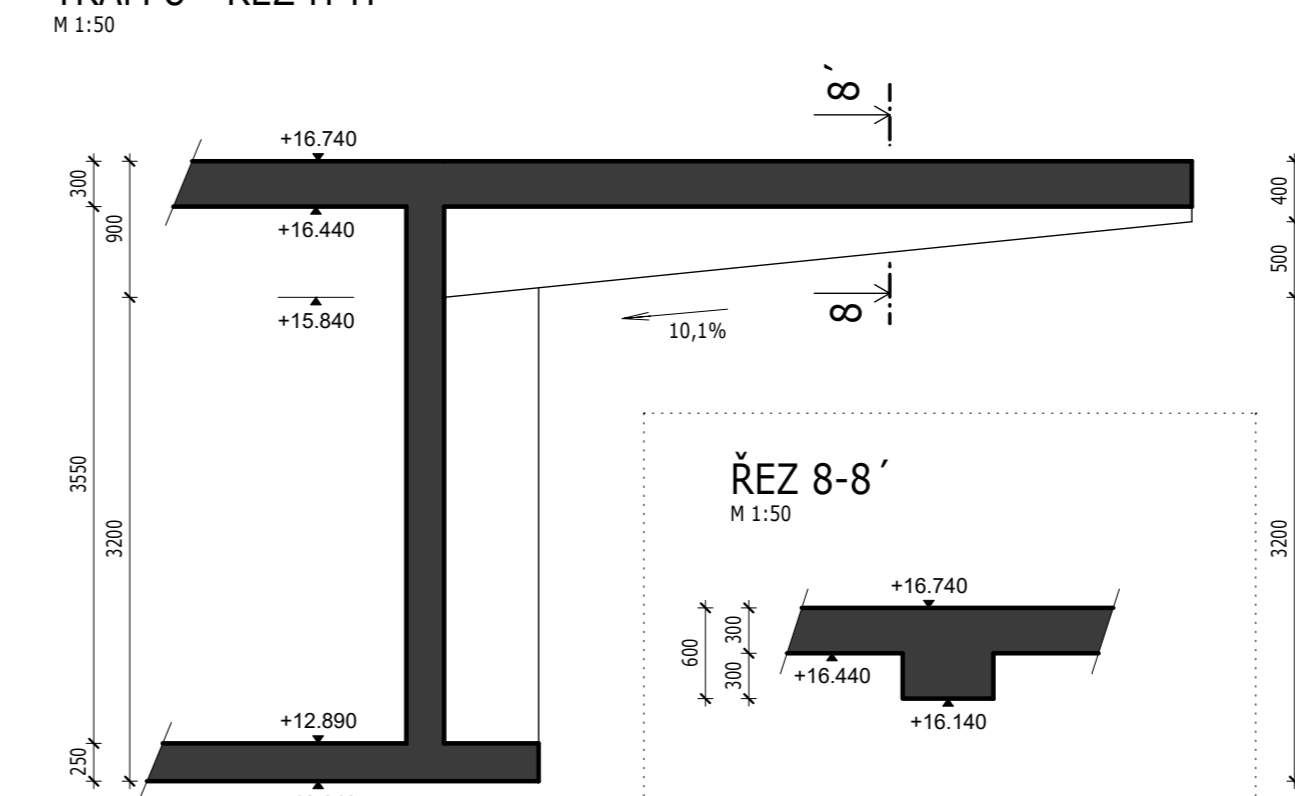
TRÁM 4 - ŘEZ D-D'



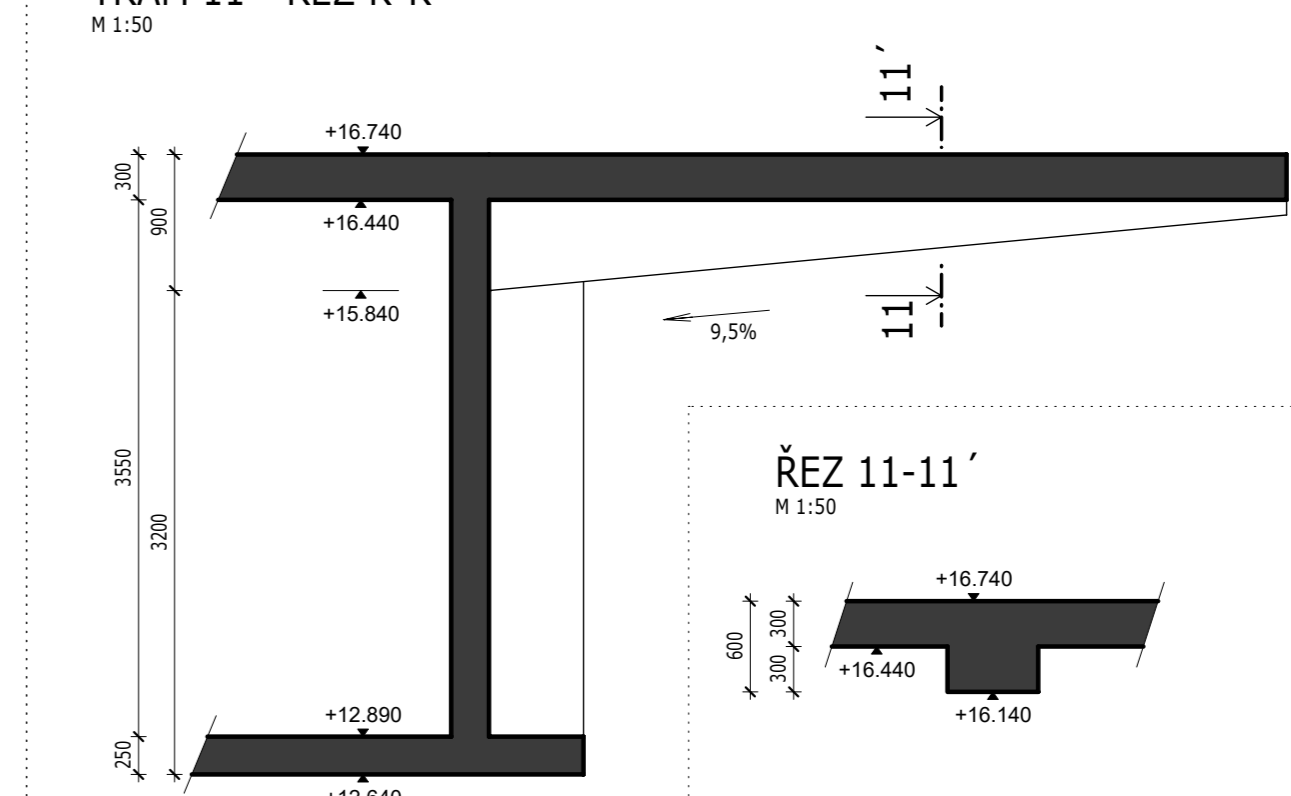
TRÁM 9 - ŘEZ I-I'



TRÁM 8 - ŘEZ H-H'

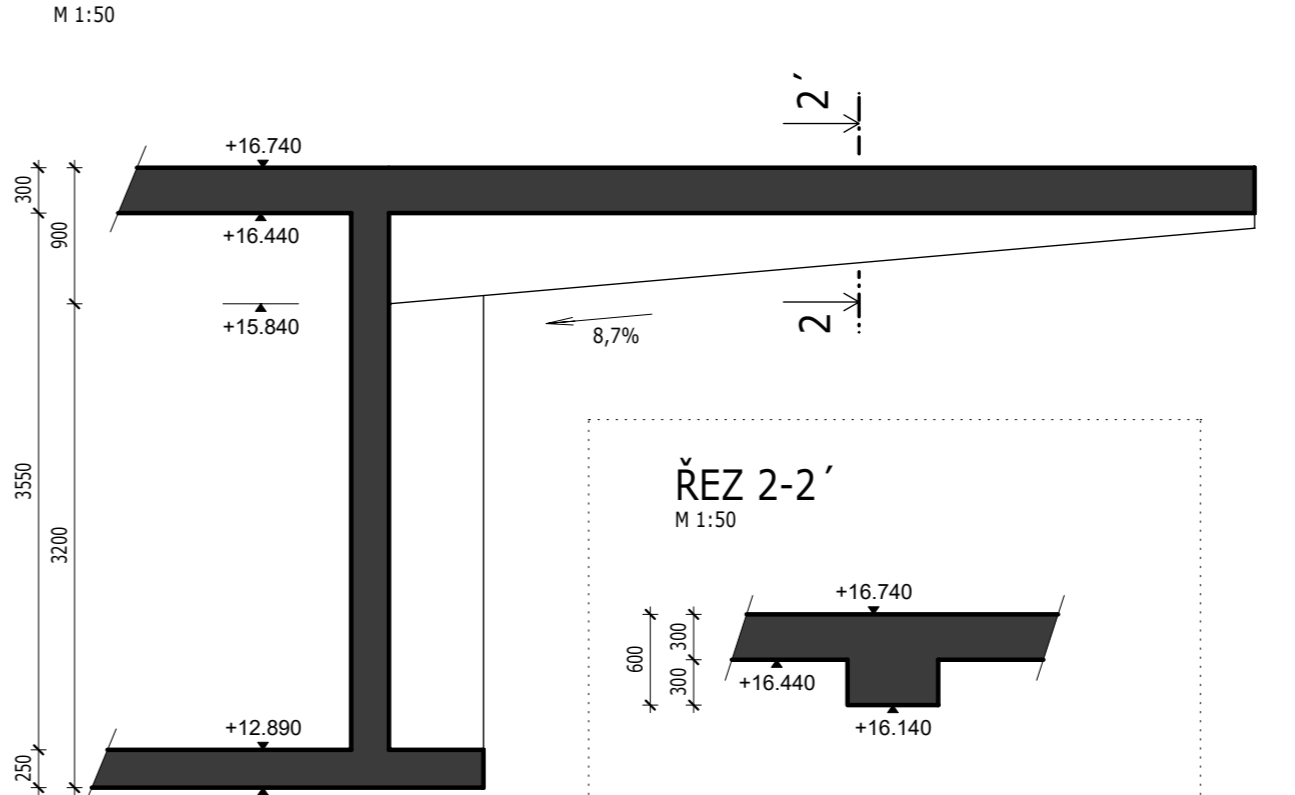


TRÁM 11 - ŘEZ K-K'

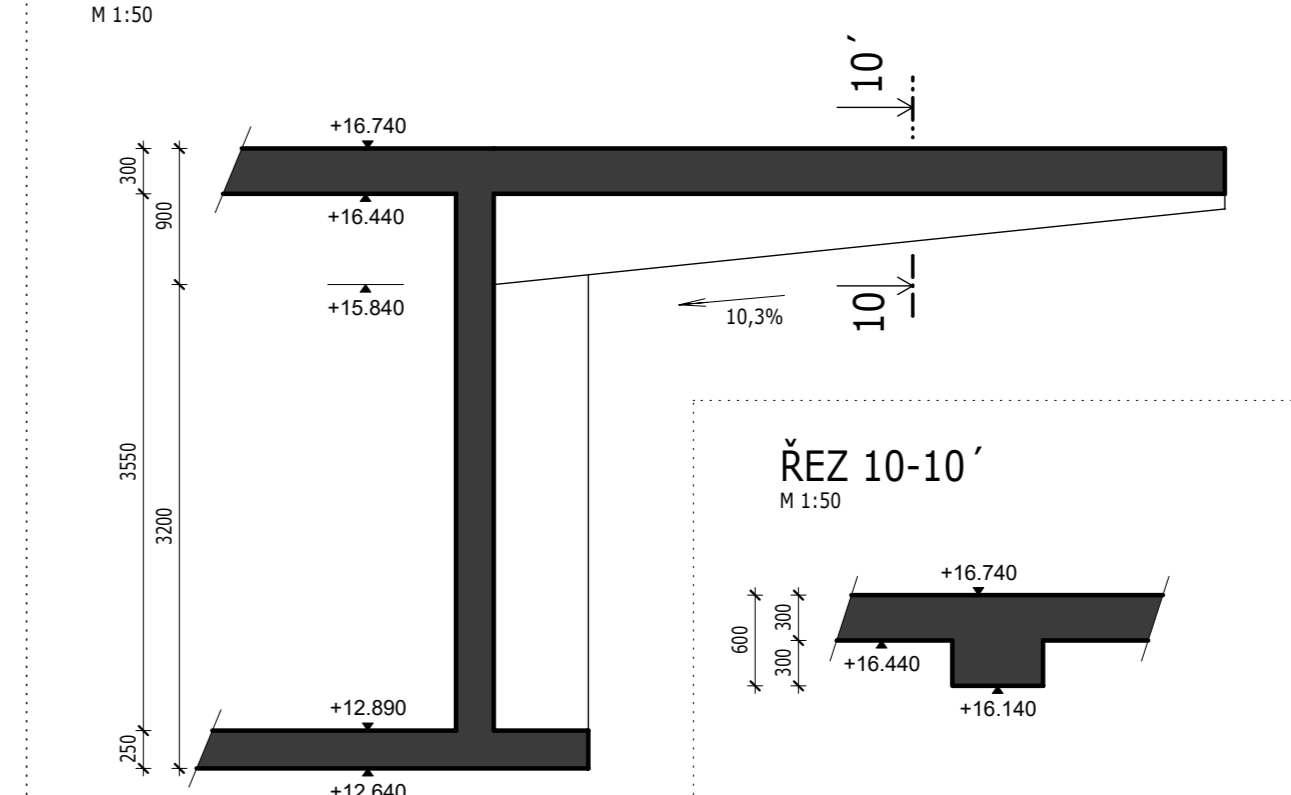


NÁVRHOVÁ VARIANTA 3

TRÁM 2 - ŘEZ B-B'

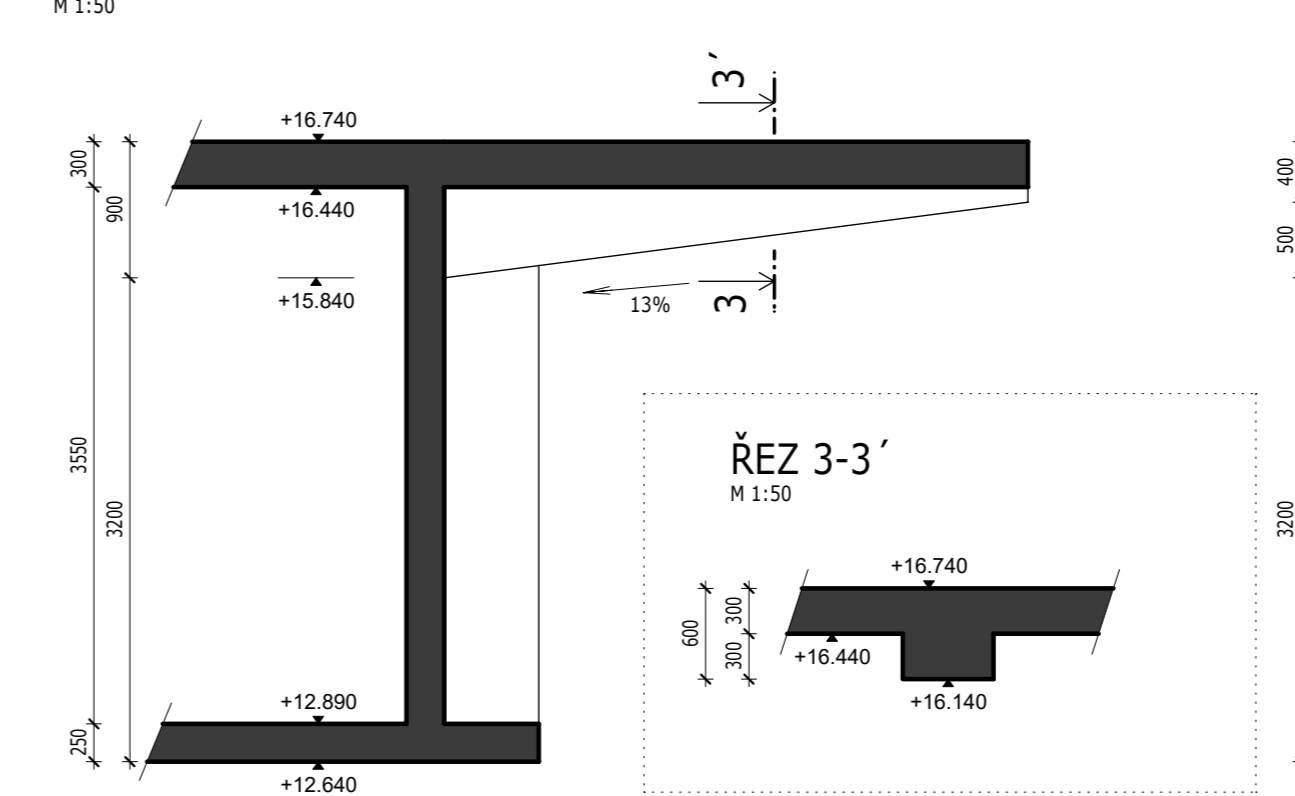


TRÁM 10 - ŘEZ J-J'

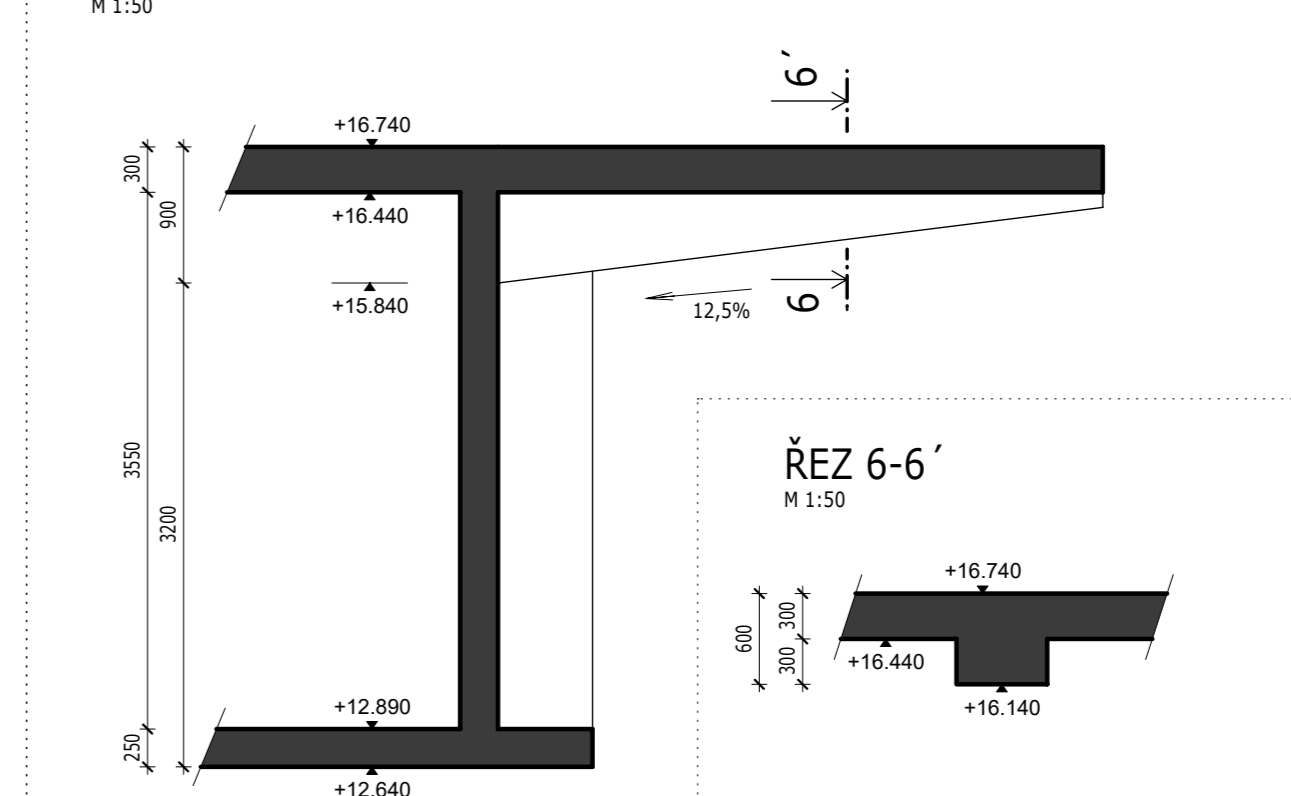


NÁVRHOVÁ VARIANTA 4

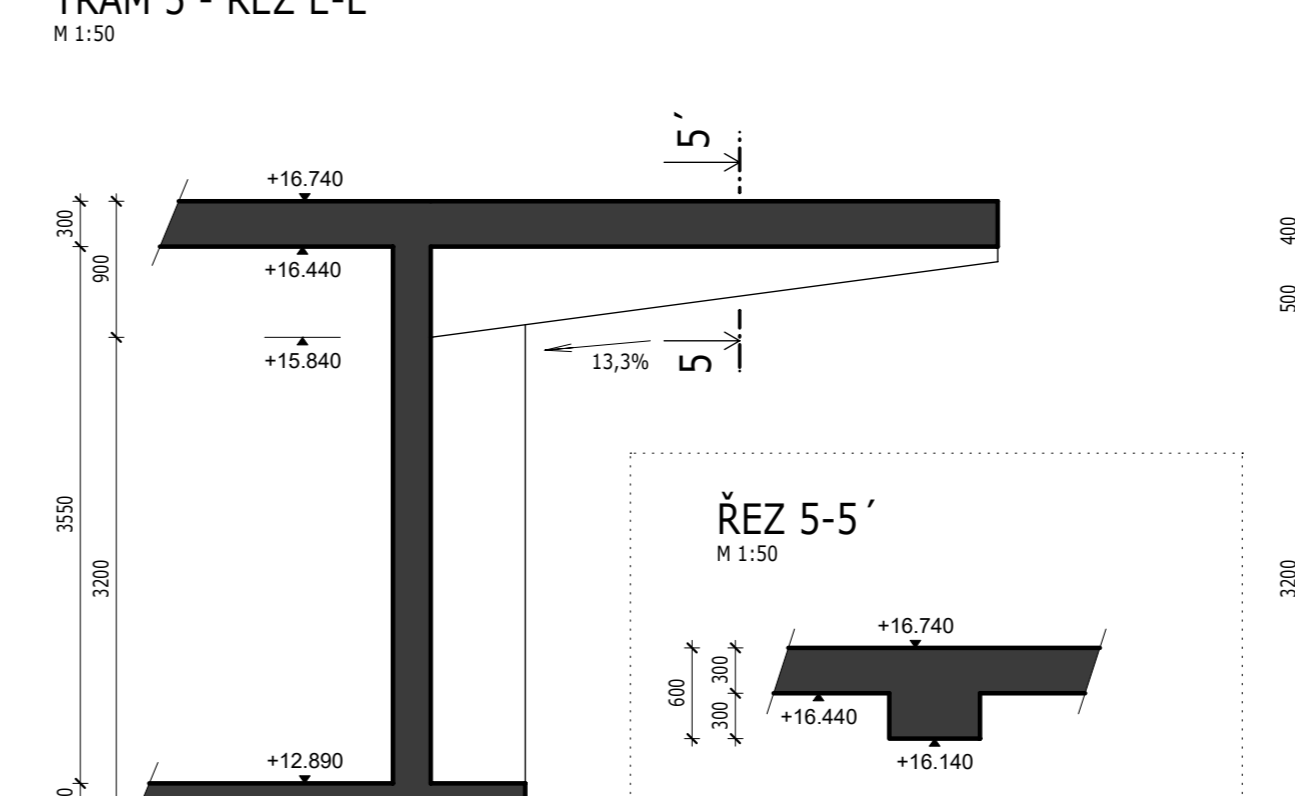
TRÁM 3 - ŘEZ C-C'



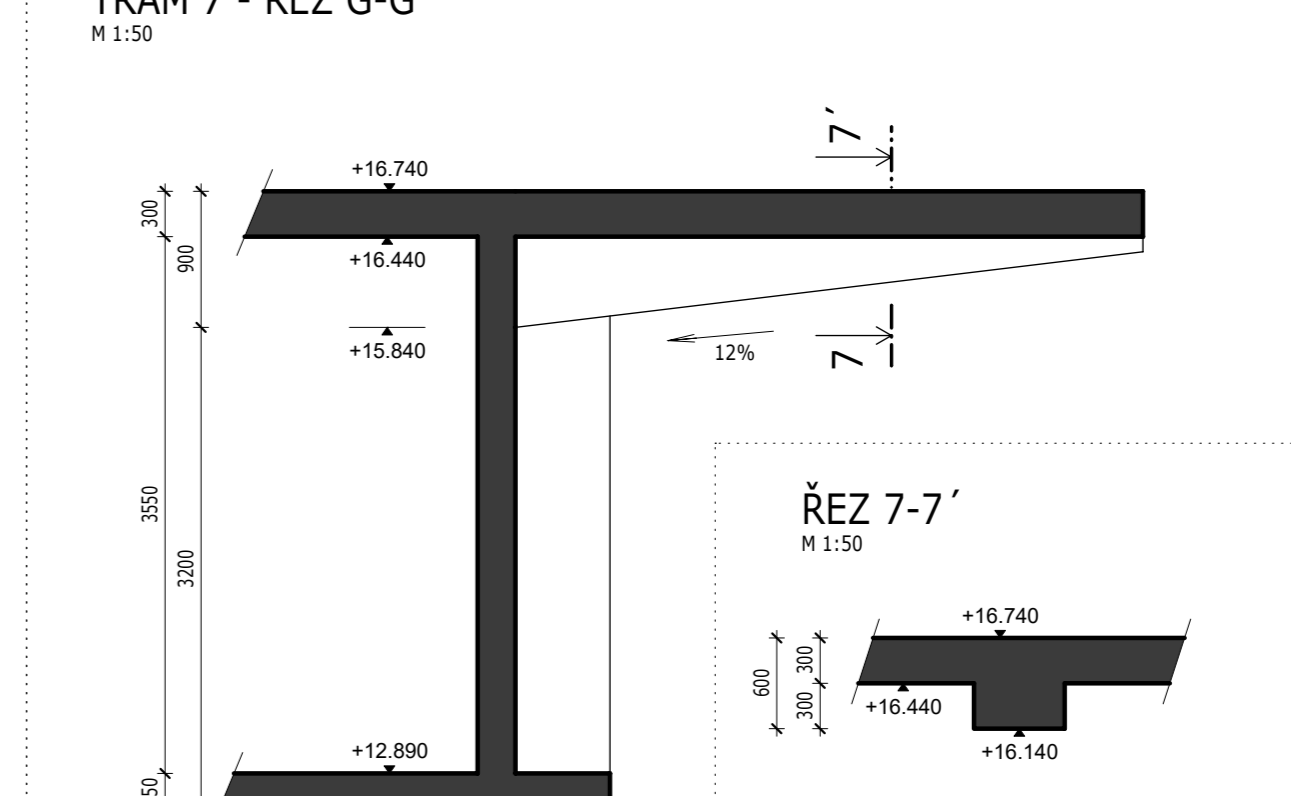
TRÁM 6 - ŘEZ F-F'



TRÁM 5 - ŘEZ E-E'



TRÁM 7 - ŘEZ G-G'



POZNÁMKY

- PŘI PROJEKČNÍM DODRŽOVAT NORMU ČSN EN 12670 (PROJEKČNÍ BĚŽNOSTI KONSTRUKCÍ)
- PROSTUPY ODĚŘET DLE VÝKRESŮ PROFESÍ
- +0,000 UVAŽOVÁNA DLE ČISTÉ PLOŠKY 1.MP DANÉHO OBJEKTU
- TVAR KONSTRUKCE JE NUTNÉ NECHAT ZANĚRŤ GODETER NA STAVBĚ POMOCÍ TOTÁLNÍ STANICE

LEGENDA

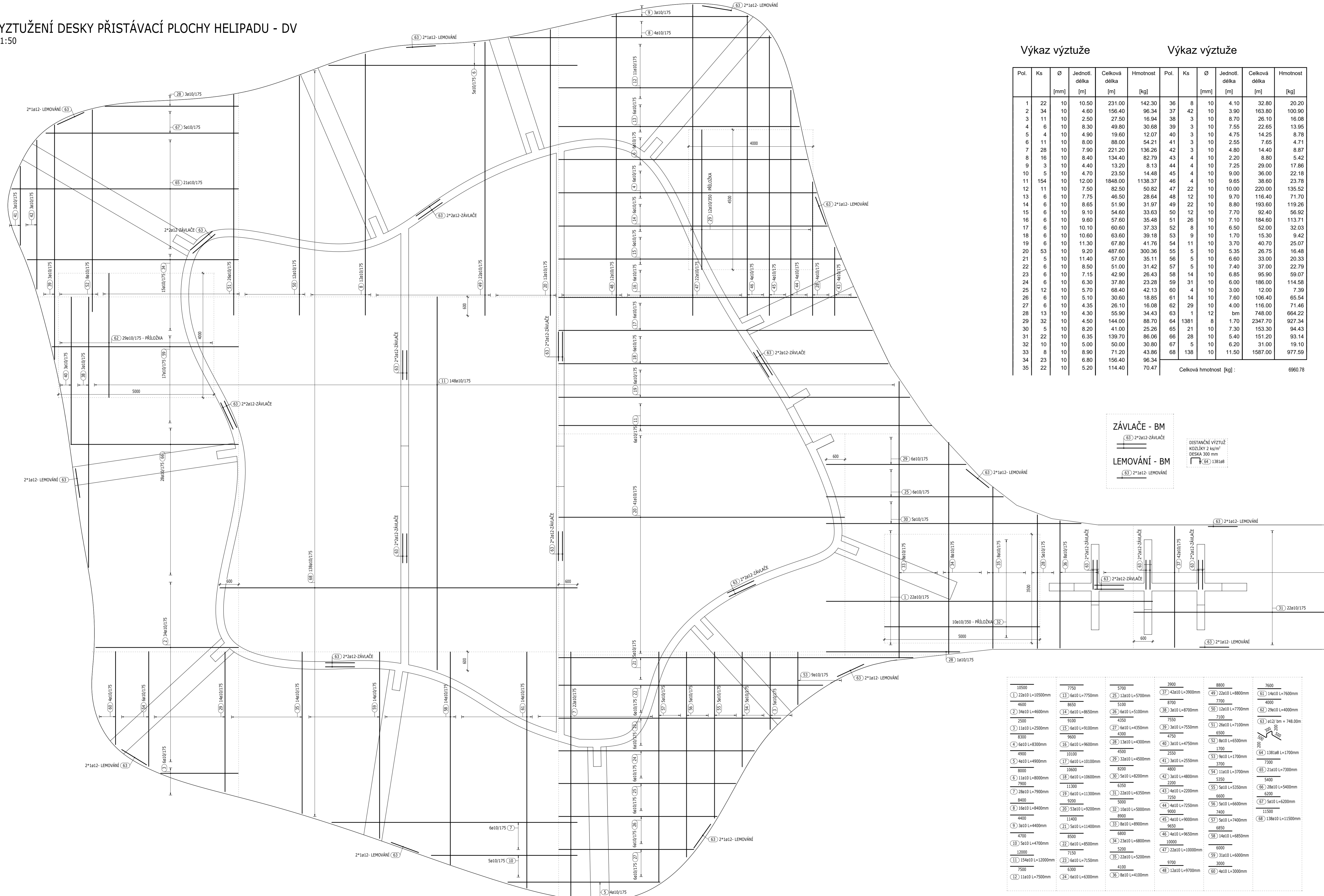
- ŽELEZOBETONOVÁ STĚNA
- ŽELEZOBETON V ŘEZU

MATERIÁLY

- VODODIŠNÉ KONSTRUKCE C30/37-KC3-Dmax 16-S3
- SVĚTLÉ KONSTRUKCE C30/37-KC3-Dmax 16-S3
- VÝZTUŽ B500B

STUDIJNÍ PROGRAM	STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ	JMÉNO STUDENTA	ČVUT
STUDIJNÍ OBOR	KONSTRUKCE POZEMLNÍCH STAVĚB	MATĚJ CHALOUPEK	FSV
AKADEMICKÝ ROK	2021/2022		
VYKONÁVACÍ PRÁCE	Ing. Josef Novák, Ph. D.		
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE		FORMÁT	A4
TVAR DESKY PŘÍSTÁVACÍ PLOCHY HELIPADU		HEŘTIK	1:50
NÁZEV VÝKRESU:		DATAUM	1.5.2022
Č.V.			2

VYZTUŽENÍ DESKY PŘÍSTÁVACÍ PLOCHY HELIPADU - DV
M 1:50



Výkaz výztuže

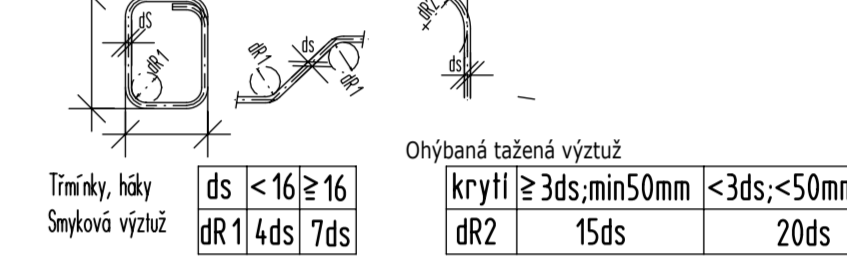
Výkaz výztuže

Pol.	Ks	Ø [mm]	Jednotl. délka [m]	Celková délka [m]	Hmotnost [kg]	Pol.	Ks	Ø [mm]	Jednotl. délka [m]	Celková délka [m]	Hmotnost [kg]	
1	22	10	10.50	231.00	142.30	36	8	10	4.10	32.80	20.20	
2	34	10	4.60	156.40	96.34	37	42	10	3.90	163.80	100.90	
3	11	10	2.50	27.50	16.94	38	3	10	8.70	26.10	16.08	
4	6	10	8.30	49.80	30.68	39	3	10	7.55	22.65	13.95	
5	4	10	4.90	19.60	12.07	40	3	10	4.75	14.25	8.78	
6	11	10	8.00	88.00	54.21	41	3	10	2.55	7.65	4.71	
7	28	10	7.90	221.20	136.26	42	3	10	4.80	14.40	8.87	
8	16	10	8.40	134.40	82.79	43	4	10	2.20	8.80	5.42	
9	3	10	4.40	13.20	8.13	44	4	10	7.25	29.00	17.86	
10	5	10	4.70	23.50	14.48	45	4	10	9.00	36.00	22.18	
11	154	10	12.00	1848.00	1138.37	46	4	10	9.65	38.60	23.78	
12	11	10	7.50	82.50	50.82	47	22	10	10.00	220.00	135.52	
13	6	10	7.75	46.50	28.64	48	12	10	9.70	116.40	71.70	
14	6	10	8.65	51.90	31.97	49	22	10	8.80	193.60	119.26	
15	6	10	9.10	54.60	33.63	50	12	10	7.70	92.40	56.92	
16	6	10	9.60	57.60	35.48	51	26	10	7.10	184.60	113.71	
17	6	10	10.10	60.60	37.33	52	8	10	6.50	52.00	32.03	
18	6	10	10.60	63.60	39.18	53	9	10	1.70	15.30	9.42	
19	6	10	11.30	67.80	41.76	54	11	10	3.70	40.70	25.07	
20	53	10	9.20	487.60	300.36	55	5	10	5.35	26.75	16.48	
21	5	10	11.40	57.00	35.11	56	5	10	6.60	33.00	20.33	
22	6	10	8.50	51.00	31.42	57	6	10	7.40	37.00	22.79	
23	6	10	7.15	42.90	26.43	58	14	10	6.85	95.90	59.07	
24	6	10	6.30	37.80	23.28	59	31	10	6.00	186.00	114.58	
25	12	10	5.70	68.40	42.13	60	4	10	3.00	12.00	7.39	
26	6	10	5.10	30.60	18.85	61	14	10	7.60	106.40	65.54	
27	6	10	4.35	26.10	16.08	62	29	10	4.00	116.00	71.46	
28	13	10	4.30	55.90	34.43	63	1	12	bm	748.00	664.22	
29	32	10	4.50	144.00	88.70	64	1381	8	1.70	2347.70	927.34	
30	5	10	8.20	41.00	25.26	65	21	10	7.30	153.30	94.43	
31	22	10	6.35	139.70	86.06	66	28	10	5.40	151.20	93.14	
32	10	10	5.00	50.00	30.80	67	5	10	6.20	31.00	19.10	
33	8	10	8.90	71.20	43.86	68	138	10	11.50	1587.00	977.59	
34	23	10	6.80	156.40	96.34							
35	22	10	5.20	114.40	70.47							
					Celková hmotnost [kg] :							6960.78

SCHEMA KLADENÍ VÝZTUŽE DESKA ZÁVLAČOVÁ VÝZTUŽ DO STĚN



OHYBY VÝZTUŽE



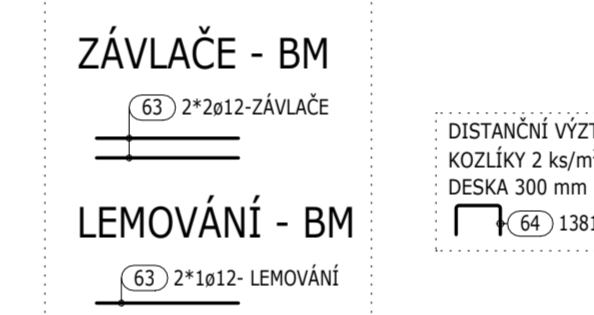
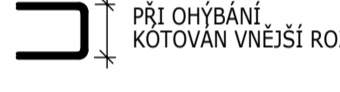
MATERIÁLY:

BETON viz. TVAR
OCEL B500B
KRYTÍ VÝZTUŽE 30 mm

POZNÁMKY

- PŘI OHYBÁNÍ VÝZTUŽE JE NUTNÉ DOORŽET USTANOVĚNÍ ČSN EN 1992-1-1 NAUHOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, tab. 8.1N
- VÝZTUŽ STYKOVAŤ PŘESAHEM MINIMÁLNĚ V DÉLCE 50 PROFILŮ MENŠÍ VLOŽKY, POKUD NENÍ UVEDENO JINAK, ZÁVLAČE ZATAHNOUŤ 500mm DO DESKY
- PŘED BETONÁŽÍ DESKY ZKONTROLOVAT KOTVENÍ VŠECH STĚN ZAČÍNAJÍCÍCH NA DESCE
- ČELA BEDNĚNÍ DESEK VYTVOŘIT PO VYVÁZÁNÍ HORNÍ VÝZTUŽE
- VÝKRES VÝZTUŽE DESKY JE NUTNĚ ČÍST SPOLEČNĚ S VÝKRESEM SVISLÝCH NOSNÝCH KONSTRUKCÍ A TRÁMŮ
- VÝZTUŽ, KTERÁ BUDE V KLADENÍ MIMO BEDNĚNÍ JE NUTNĚ ODSŤŘHNOUT
- PODROBNÝ NÁVRH DISTANČNÍ VÝZTUŽE NENÍ SOUČÁSTÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

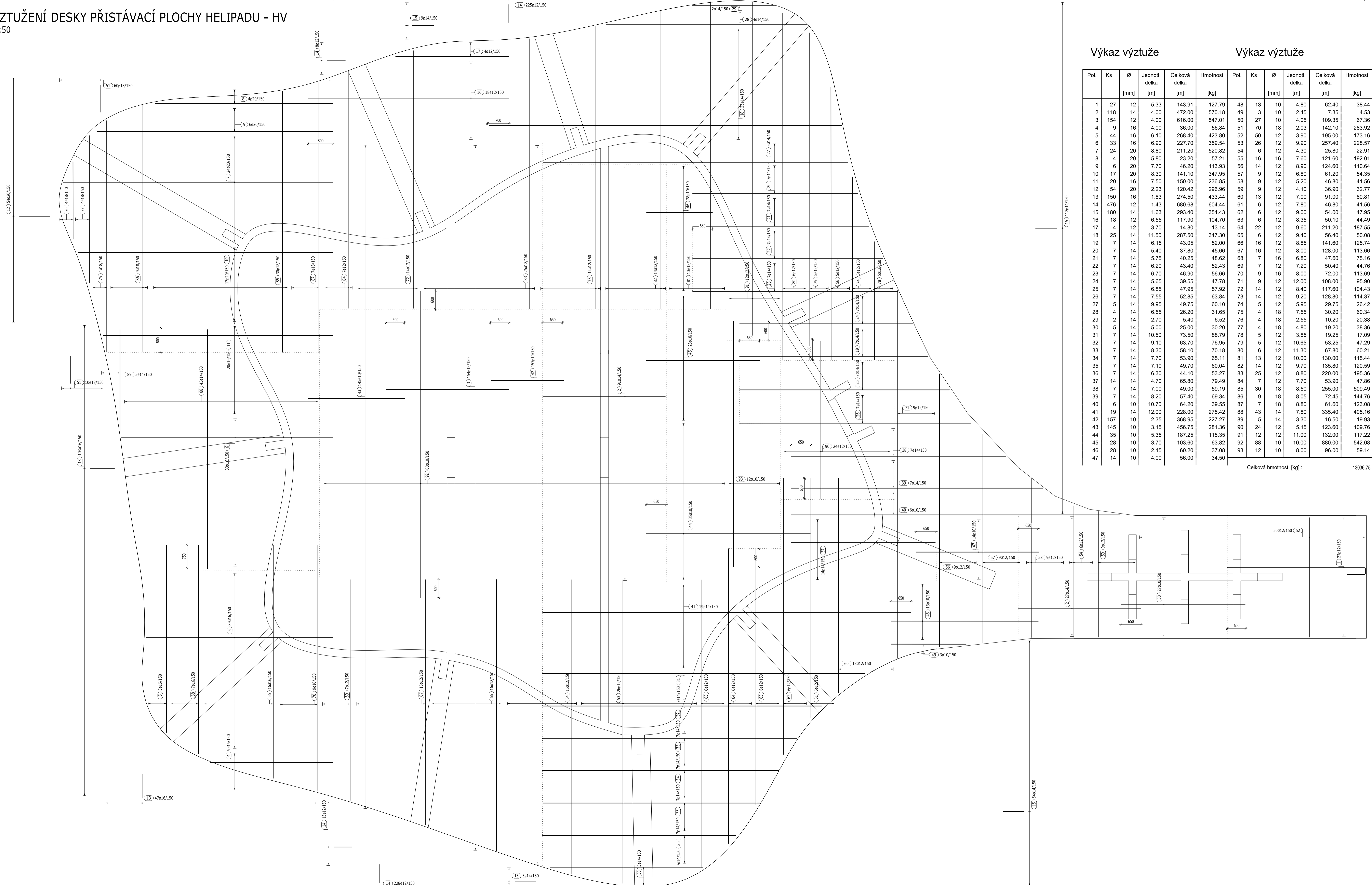
KÓTOVÁNÍ VÝZTUŽE



10500	7750	5700	3900	8800	7600
(1) 22e10 L=10500mm	(13) 6e10 L=7750mm	(35) 22e10 L=5700mm	(37) 42e10 L=3900mm	(49) 22e10 L=8800mm	(61) 14e10 L=7600mm
4600	8700	8700	8700	4000	4000
(2) 3e10 L=4600mm	(14) 6e10 L=8650mm	(36) 6e10 L=5100mm	(38) 3e10 L=8700mm	(50) 22e10 L=7700mm	(62) 29e10 L=4000mm
7550	4350	4350	4350	7100	(63) e12/2m = 748.00m
(3) 11e10 L=2500mm	(15) 6e10 L=9100mm	(37) 6e10 L=4350mm	(39) 6e10 L=7550mm	(51) 26e10 L=7100mm	
4300	4300	4300	4300	6500	
(4) 6e10 L=8300mm	(16) 6e10 L=9600mm	(38) 13e10 L=4300mm	(40) 3e10 L=4750mm	(52) 8e10 L=6500mm	
4900	16100	4500	2550	1700	
(5) 4e10 L=4900mm	(17) 6e10 L=10100mm	(39) 32e10 L=4500mm	(41) 3e10 L=2550mm	(53) 9e10 L=1700mm	
7800	7800	8200	8200	3700	
(6) 11e10 L=8000mm	(18) 6e10 L=10600mm	(40) 5e10 L=4200mm	(42) 3e10 L=4800mm	(54) 11e10 L=3700mm	(65) 21e10 L=7300mm
2900	11300	9200	7250	5350	5400
(7) 28e10 L=7900mm	(19) 6e10 L=11300mm	(41) 22e10 L=6350mm	(43) 4e10 L=2200mm	(55) 5e10 L=5350mm	(66) 28e10 L=5400mm
8400	9200	9200	8000	6600	6200
(8) 14e10 L=8400mm	(20) 53e10 L=9200mm	(42) 10e10 L=5000mm	(44) 5e10 L=7250mm	(56) 5e10 L=6600mm	(67) 5e10 L=6200mm
4800	11400	8950	8950	7400	11500
(9) 3e10 L=4400mm	(21) 5e10 L=11400mm	(43) 8e10 L=8900mm	(45) 4e10 L=9000mm	(57) 5e10 L=7400mm	(68) 13e10 L=11500mm
4700	8500	6800	10000	6800	
(10) 5e10 L=4700mm	(22) 6e10 L=8500mm	(44) 23e10 L=6800mm	(46) 4e10 L=9650mm	(58) 14e10 L=6850mm	
12000	7150	5200	(47) 22e10 L=10000mm	6000	
(11) 15e10 L=12000mm	(23) 6e10 L=7150mm	(48) 32e10 L=5200mm	(48) 32e10 L=5200mm	(59) 31e10 L=6000mm	
7500	6300	4100		9700	
(12) 11e10 L=7500mm	(24) 6e10 L=6300mm	(49) 8e10 L=4100mm		3000	
				(60) 4e10 L=3000mm	

STUDIJNÍ PROGRAM	STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ	JMÉNO STUDENTA	ČVUT
STUDIJNÍ OBOR	KONSTRUKCE POZEMNÍCH STAVEB	MATĚJ CHALOUPKA	FSV
AKADEMICKÝ FOK	2021/2022		
VEDOUČÍ PRÁCE	Ing. Josef Novák, Ph. D.		
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			FORMÁT 11x44
NAZEV VÝKRESU: VYZTUŽENÍ DESKY PŘÍSTÁVACÍ PLOCHY HELIPADU - DV			MĚŘTKO 1:50
VYZTUŽENÍ DESKY PŘÍSTÁVACÍ PLOCHY HELIPADU - DV			DATUM 1.5.2022
Č.V. 3			

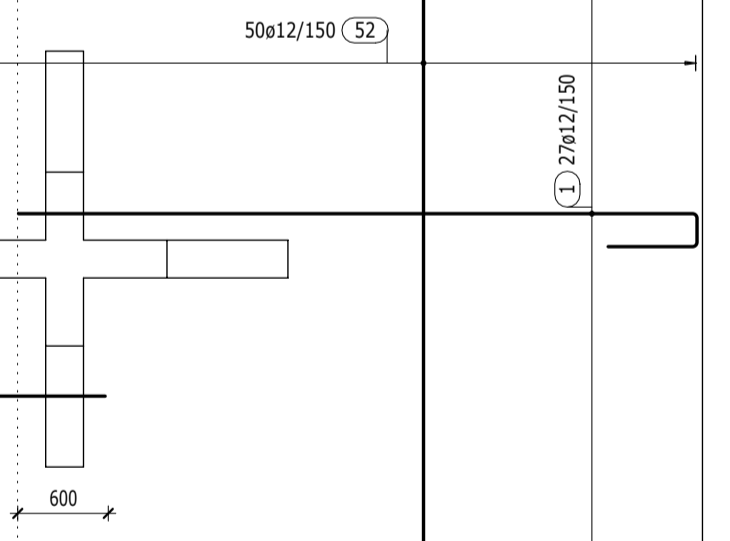
VYZTUŽENÍ DESKY PŘÍSTÁVACÍ PLOCHY HELIPADU - HV
M 1:50



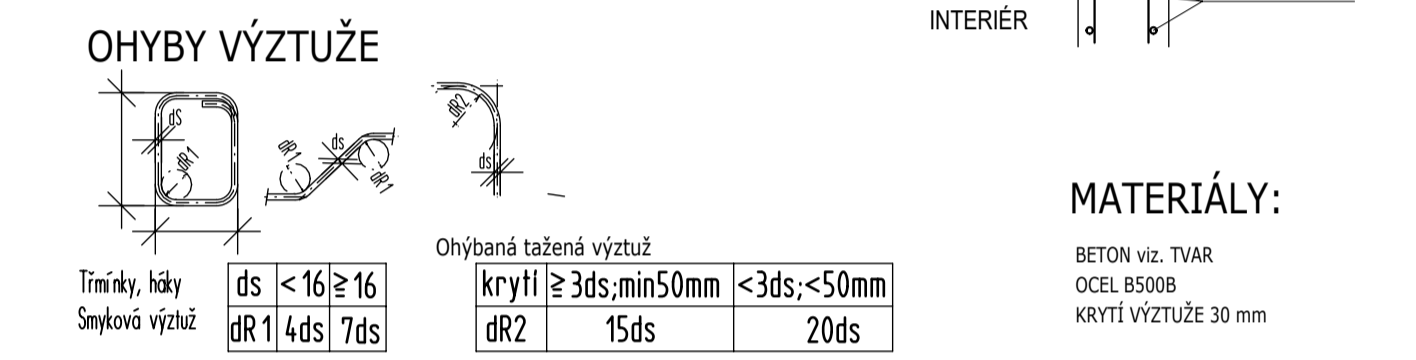
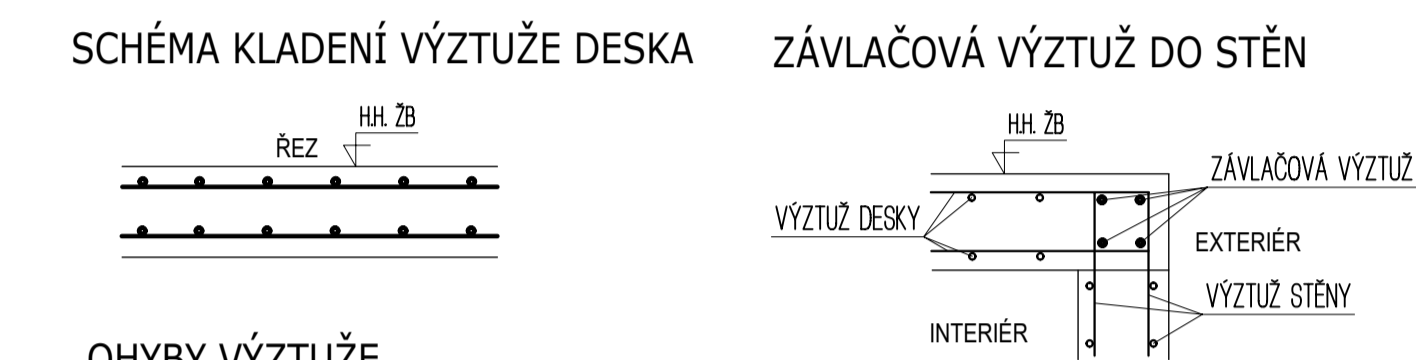
Výkaz výztuže

Pol.	Ks	Ø [mm]	Jednotl. délka [m]	Celková délka [m]	Hmotnost [kg]	Pol.	Ks	Ø [mm]	Jednotl. délka [m]	Celková délka [m]	Hmotnost [kg]
1	27	12	5.33	143.91	127.79	48	13	10	4.80	62.40	38.44
2	118	14	4.00	472.00	570.18	49	3	10	2.45	7.35	4.53
3	154	12	4.00	616.00	547.01	50	27	10	4.05	109.35	67.36
4	9	16	4.00	36.00	55.84	51	70	18	2.03	142.10	283.02
5	44	16	6.10	268.40	423.80	52	50	12	3.90	195.00	173.16
6	33	16	6.90	227.70	359.54	53	26	12	9.30	257.40	228.57
7	24	20	8.80	211.20	520.82	54	6	12	4.30	25.80	22.91
8	4	20	5.80	23.20	57.21	55	16	16	7.60	121.60	192.01
9	6	20	7.70	46.20	113.93	56	14	12	8.90	124.60	110.64
10	17	20	8.30	141.10	347.95	57	9	12	6.80	61.20	54.35
11	20	16	7.50	150.00	236.85	58	9	12	5.20	46.80	41.56
12	54	20	2.23	120.42	296.96	59	9	12	4.10	36.90	32.77
13	150	16	1.83	274.50	433.44	60	13	12	7.00	91.00	80.81
14	476	12	1.43	680.68	604.44	61	6	12	7.80	46.80	41.56
15	180	14	1.63	293.40	354.43	62	6	12	9.00	54.00	47.95
16	18	12	6.55	117.90	104.70	63	6	12	8.35	50.10	44.49
17	4	12	3.70	14.80	13.14	64	22	12	9.60	211.20	187.55
18	25	14	11.50	287.50	347.30	65	6	12	9.40	56.40	50.08
19	7	14	6.15	43.05	52.00	66	16	12	8.85	141.60	125.74
20	7	14	5.40	37.80	45.66	67	16	12	8.00	128.00	113.66
21	7	14	5.75	40.25	48.62	68	7	16	6.80	47.60	75.16
22	7	14	6.20	43.40	52.43	69	7	12	7.20	50.40	44.76
23	7	14	6.70	46.90	56.66	70	9	16	8.00	72.00	113.69
24	7	14	5.65	39.55	47.78	71	9	12	12.00	108.00	95.90
25	7	14	6.85	47.95	57.92	72	14	12	8.40	117.60	104.43
26	7	14	7.55	52.85	63.84	73	14	12	9.20	128.80	114.37
27	5	14	9.95	49.75	60.10	74	5	12	5.95	29.75	26.42
28	4	14	6.55	26.20	31.65	75	4	18	7.55	30.20	60.34
29	2	14	2.70	5.40	6.52	76	4	18	2.55	10.20	20.38
30	5	14	5.00	25.00	30.20	77	4	18	4.80	19.20	38.36
31	7	14	10.50	73.50	89.79	78	5	12	3.05	19.25	17.00
32	7	14	9.10	63.70	76.95	79	5	12	10.65	53.25	47.29
33	7	14	8.30	58.10	70.18	80	6	12	11.30	67.80	60.21
34	7	14	7.70	53.90	65.11	81	13	12	10.00	130.00	115.44
35	7	14	7.10	49.70	60.04	82	14	12	9.70	135.80	120.59
36	7	14	6.30	44.10	53.27	83	25	12	8.80	220.00	195.36
37	14	14	4.70	65.80	79.49	84	7	12	7.70	53.90	47.86
38	7	14	7.00	49.00	59.19	85	30	18	8.50	255.00	509.49
39	7	14	8.20	57.40	69.34	86	9	18	8.05	72.45	144.76
40	6	10	10.70	64.20	39.55	87	7	18	8.80	61.60	123.08
41	19	14	12.00	228.00	275.42	88	43	14	7.80	335.40	405.16
42	157	10	2.35	368.95	227.27	89	5	14	3.30	16.50	19.93
43	145	10	3.15	456.75	281.36	90	24	12	5.15	123.60	109.76
44	35	10	5.35	187.25	115.35	91	12	12	11.00	132.00	117.22
45	28	10	3.70	136.60	83.82	92	88	10	10.00	880.00	542.08
46	28	10	2.15	80.20	37.08	93	12	10	8.00	96.00	59.14
47	14	10	4.00	56.00	34.50						

Celková hmotnost [kg]: 13036.75



600	4050
1) 27x12 L=5330mm	3) 15x12 L=4000mm
4000	4000
2) 118x14 L=4000mm	3) 15x12 L=4000mm
4000	4000
4) 9x16 L=4000mm	3) 15x12 L=4000mm
6100	4000
5) 4x16 L=6100mm	3) 15x12 L=4000mm
500	4000
6) 23x16 L=6900mm	3) 15x12 L=4000mm
8000	4000
7) 24x20 L=8800mm	3) 15x12 L=4000mm
800	4000
8) 4x20 L=5800mm	3) 15x12 L=4000mm
7700	4000
9) 6x20 L=7700mm	3) 15x12 L=4000mm
8300	4000
10) 17x20 L=8300mm	3) 15x12 L=4000mm
7500	4000
11) 20x16 L=7500mm	3) 15x12 L=4000mm
23) 1000	4000
12) 5x4x20 L=2230mm	3) 15x12 L=4000mm
23) 800	4000
13) 150x16 L=1830mm	3) 15x12 L=4000mm
800	4000
14) 47x12 L=1430mm	3) 15x12 L=4000mm
23) 850	4000
15) 16x12 L=850mm	3) 15x12 L=4000mm
700	4000
16) 16x14 L=1630mm	3) 15x12 L=4000mm
8000	4000
17) 18x12 L=8000mm	3) 15x12 L=4000mm
4800	4000
18) 7x14 L=8000mm	3) 15x12 L=4000mm
3700	4000
19) 4x12 L=3700mm	3) 15x12 L=4000mm
2200	4000
20) 7x12 L=2200mm	3) 15x12 L=4000mm
11500	4000
21) 25x14 L=11500mm	3) 15x12 L=4000mm
8000	4000
22) 9x16 L=8000mm	3) 15x12 L=4000mm
6150	4000
23) 7x14 L=6150mm	3) 15x12 L=4000mm
8400	4000
24) 9x12 L=2000mm	3) 15x12 L=4000mm
5400	4000
25) 14x12 L=8400mm	3) 15x12 L=4000mm
8200	4000
26) 7x14 L=5700mm	3) 15x12 L=4000mm
5950	4000
27) 5x12 L=5950mm	3) 15x12 L=4000mm
6200	4000
28) 7x14 L=6200mm	3) 15x12 L=4000mm
6700	4000
29) 7x14 L=6700mm	3) 15x12 L=4000mm
5550	4000
30) 7x14 L=5550mm	3) 15x12 L=4000mm
6850	4000
31) 7x14 L=6850mm	3) 15x12 L=4000mm
7550	4000
32) 7x14 L=7550mm	3) 15x12 L=4000mm
9950	4000
33) 5x12 L=9950mm	3) 15x12 L=4000mm
6550	4000
34) 5x14 L=6550mm	3) 15x12 L=4000mm
2700	4000
35) 2x14 L=2700mm	3) 15x12 L=4000mm
5000	4000
36) 5x14 L=5000mm	3) 15x12 L=4000mm
10500	4000
37) 7x14 L=10500mm	3) 15x12 L=4000mm
9100	4000
38) 7x14 L=9100mm	3) 15x12 L=4000mm
8300	4000
39) 7x14 L=8300mm	3) 15x12 L=4000mm
7700	4000
40) 7x14 L=7700mm	3) 15x12 L=4000mm
7100	4000
41) 7x14 L=7100mm	3) 15x12 L=4000mm
6300	4000
42) 43x14 L=7800mm	3) 15x12 L=4000mm
4700	4000
43) 5x14 L=4700mm	3) 15x12 L=4000mm
5100	4000
44) 14x14 L=4700mm	3) 15x12 L=4000mm
7000	4000
45) 7x14 L=7000mm	3) 15x12 L=4000mm
8200	4000
46) 7x14 L=8200mm	3) 15x12 L=4000mm
10700	4000
47) 6x10 L=10700mm	3) 15x12 L=4000mm
12000	4000
48) 19x14 L=12000mm	3) 15x12 L=4000mm
2350	4000
49) 157x10 L=2350mm	3) 15x12 L=4000mm
3150	4000
50) 14x10 L=3150mm	3) 15x12 L=4000mm
5300	4000
51) 25x10 L=5300mm	3) 15x12 L=4000mm
2700	4000
52) 18x10 L=2700mm	3) 15x12 L=4000mm
2150	4000
53) 18x10 L=2150mm	3) 15x12 L=4000mm
4800	4000
54) 14x10 L=4800mm	3) 15x12 L=4000mm
4800	4000
55) 13x10 L=4800mm	3) 15x12 L=4000mm
2850	4000
56) 10x10 L=2850mm	3) 15x12 L=4000mm



POZNÁMKY

- PŘI OHYBÁNÍ VÝZTUŽE JE NUTNÉ DODRŽET USTANOVENÍ ČSN EN 1992-1-1 NAVRHOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, tab. 8.1N
- VÝZTUŽ STYKOVAT PŘESAHEM MINIMÁLNĚ V DÉLCE SO PROFILU MENŠÍ VLOŽKY, POKUD NENÍ UVEDENO JINAK, ZÁVLAČE ZATÍHNOUT 500mm DO DESKY
- PŘED BETONÁŽÍ DESKY ZKONTROLOVAT KOTVENÍ VŠECH STĚN ZAČÍNAJÍCÍCH NA DESCE
- ČELA BEDNĚNÍ DESKY VYTVOŘIT PO VYŽÁDÁNÍ HORNÍ VÝZTUŽE
- VÝKRES VÝZTUŽE DESKY JE NUTNĚ ČÍST SPOLEČNĚ S VÝKRESY SVISLÝCH NOSNÝCH KONSTRUKCÍ A TRAMŮ
- VÝZTUŽ, KTERÁ BUDE V KLADENÍ MIMO BEDNĚNÍ JE NUTNĚ ODSTRANĚN
- PODROBNÝ NÁVRH DÍSTANICÍ VÝZTUŽE NENÍ SOUČÁSTÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

STUDIJNÍ PROGRAM	STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ	JMÉNO STUDENTA	ČVUT
STUDIJNÍ OBOR	KONSTRUKCE POZEMNÍCH STAVEB	MATEJ CHALOUPKA	FSV
AKADEMICKÝ ROK	2021/2022		
VEDOUČÍ PRÁCE	Ing. Josef Novák, Ph. D.		

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

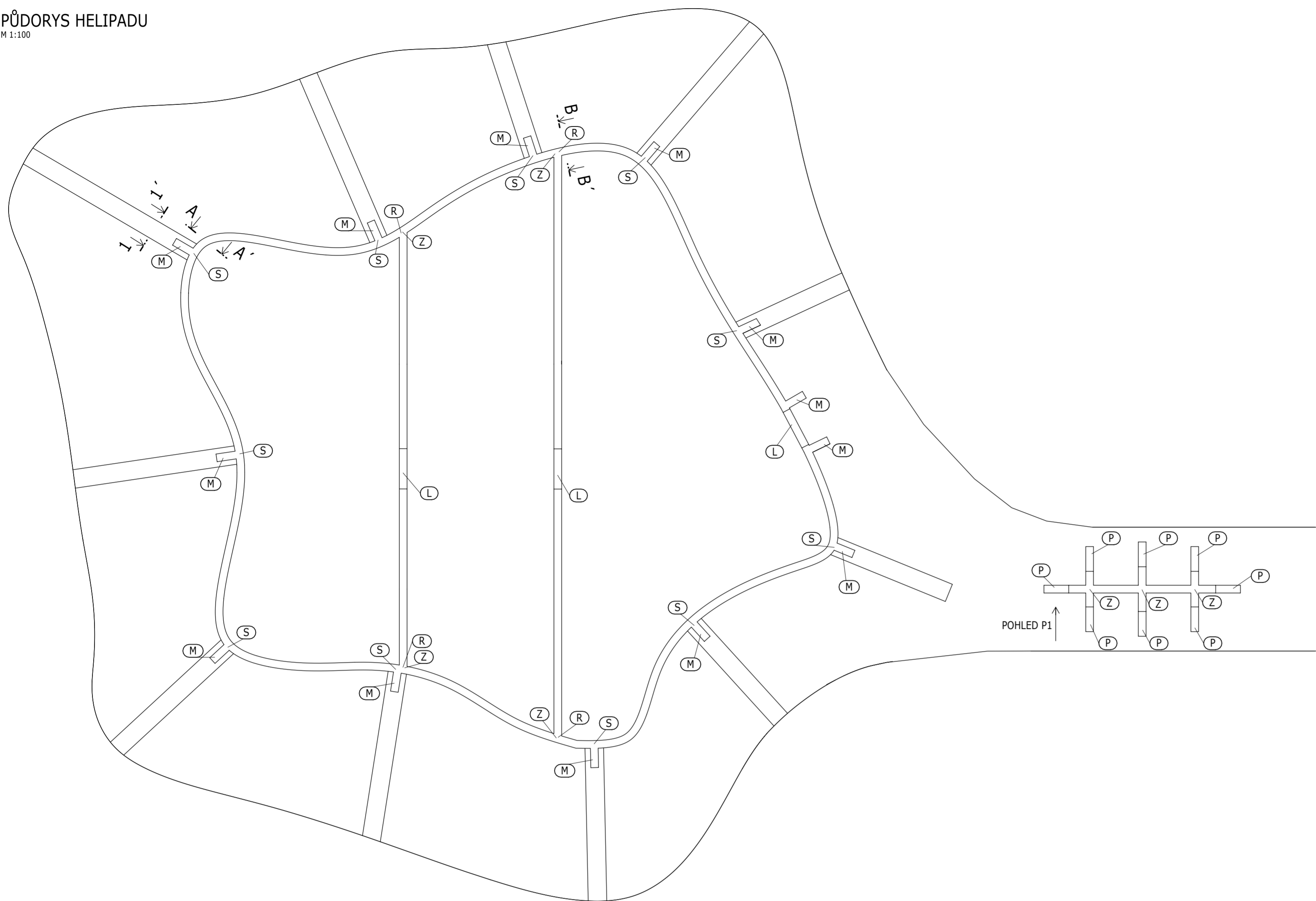
NÁZEV VÝKRESU: VYZTUŽENÍ DESKY PŘÍSTÁVACÍ PLOCHY HELIPADU - HV

FORMÁT: 12xA4
MĚŘÍTKO: 1:50
DATUM: 1.5. 2022

Č.V. 4

VYZTUŽENÍ SVISLÝCH NOSNÝCH KONSTRUKCÍ

PŮDORYS HELIPADU
M 1:100



Výkaz výztuže

Pol.	Ks	Ø [mm]	Jednot. délka [m]	Celková délka [m]	Hmotnost [kg]
1	1676	6	0.33	553.08	122.78
2	1	8	bm	5160.00	2038.20
3	1221	10	1.17	1428.57	880.00
4	1205	10	3.80	4579.00	2820.66
5	28	12	4.40	123.20	109.40
6	390	8	1.19	464.10	183.32
7	44	12	1.70	74.80	66.42
8	6	12	2.90	17.40	15.45
9	12	12	3.80	45.60	40.49
10	21	10	2.67	56.07	34.54
11	20	8	2.22	44.40	17.54
12	16	12	4.40	70.40	62.52
13	8	10	2.55	20.40	12.57
14	8	10	4.31	34.48	21.24
15	16	10	2.70	43.20	26.61

Celková hmotnost [kg] :

6451.74

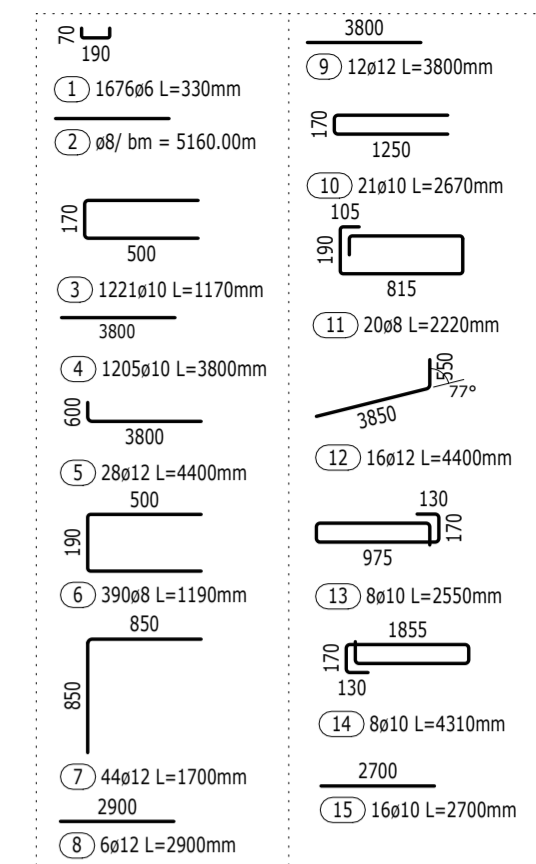
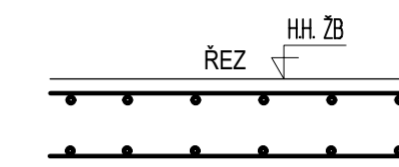
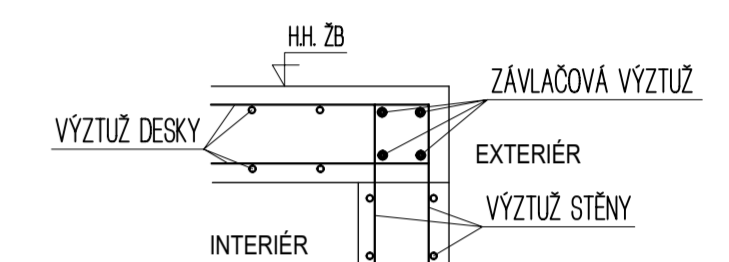


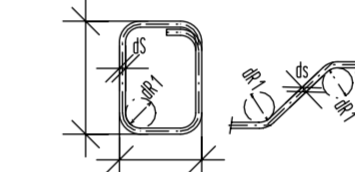
SCHÉMA KLADENÍ VÝZTUŽE STĚNY



ZÁVLAČOVÁ VÝZTUŽ DO STĚN



OHYBY VÝZTUŽE



Ohýbaná tažená výztuž

krytí	≥ 3ds; min 50mm	< 3ds; < 50mm
dR2	15ds	20ds

Třímrky, háky	ds < 16 ≥ 16
Smyková výztuž	dR1 4ds 7ds

MATERIÁLY:

BETON viz. TVAR
OCEL B500B
KRYTÍ VÝZTUŽE 30 mm

POZNÁMKY

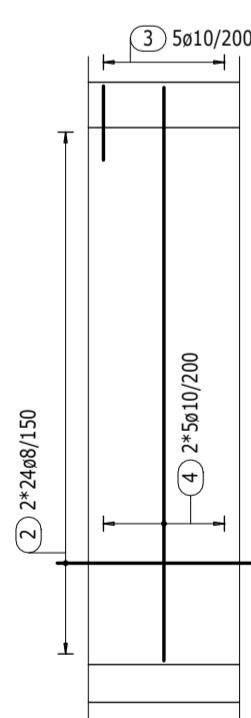
- PŘI OHÝBÁNÍ VÝZTUŽE JE NUTNÉ DODRŽET USTANOVENÍ ČSN EN 1992-1-1 NAVRHOVÁNÍ BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, tab. 8.1N
- VÝZTUŽ STYKOVAT PŘESÁHEM MINIMÁLNĚ V DÉLCE 50 PROFILŮ MENŠÍ VLOŽKY, POKUD NENÍ UVEDENO JINAK, ZÁVLAČE ZATÁHNOUT 500mm DO DESKY
- VÝKRES VÝZTUŽE SVISLÝCH NOSNÝCH KONSTRUKCÍ JE NUTNĚ ČÍST SPOLEČNĚ S VÝKRESY DESKY A TRÁMŮ
- PODROBNÝ NÁVRH SPON NENÍ SOUČÁSTÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

KÓTOVÁNÍ VÝZTUŽE

PŘI OHÝBÁNÍ KÓTOVAN VNEŠNÍ ROZMĚR

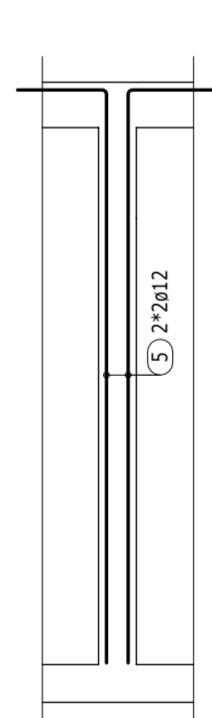
VYZTUŽENÍ STĚNY - ZÁKLADNÍ RASTR

M 1:50
VYZTUŽEN 1 METR STĚNY - VÝZTUŽ STĚNY SE OPAKUJE



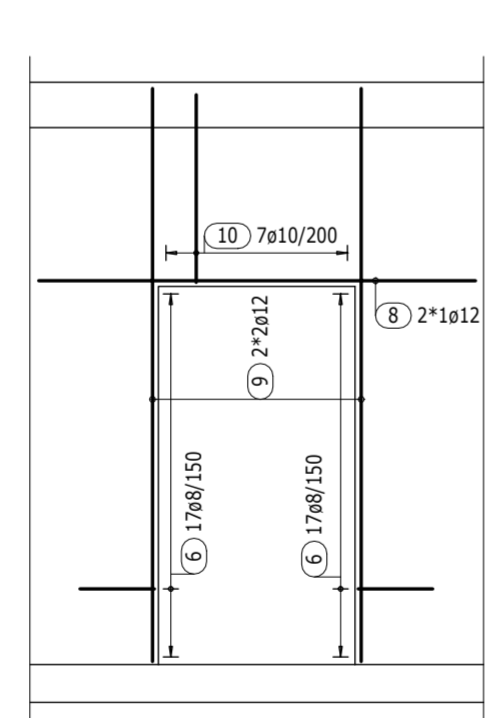
ZÁVLAČE (Z) - 7x

M 1:50



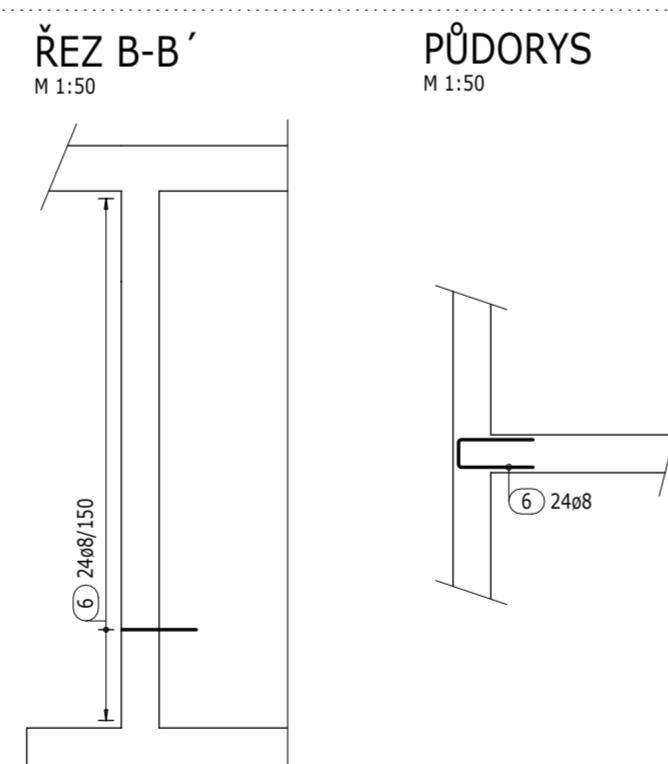
LEMOVÁNÍ OTVORU (L) - 3x

M 1:50



ZAKONČENÍ VODOROVNÉ VÝZTUŽE (R) - 4x

M 1:50

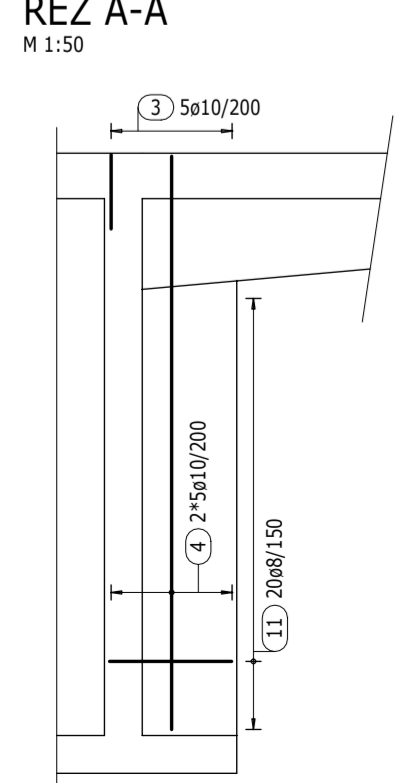


SPONY 4ks/m²

1 1676x6

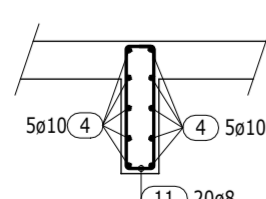
VYZTUŽENÍ SVISLÉHO ŽEBRA (M) - 13x

M 1:50



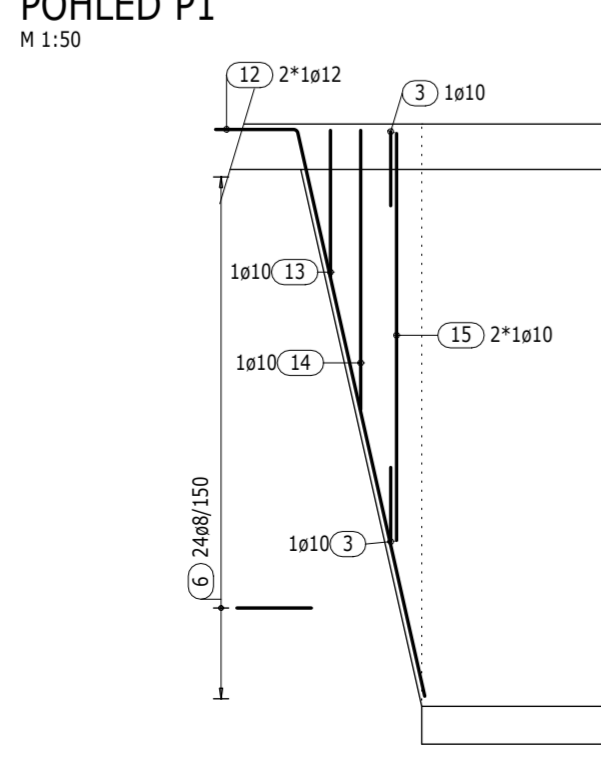
PŮDORYS

M 1:50



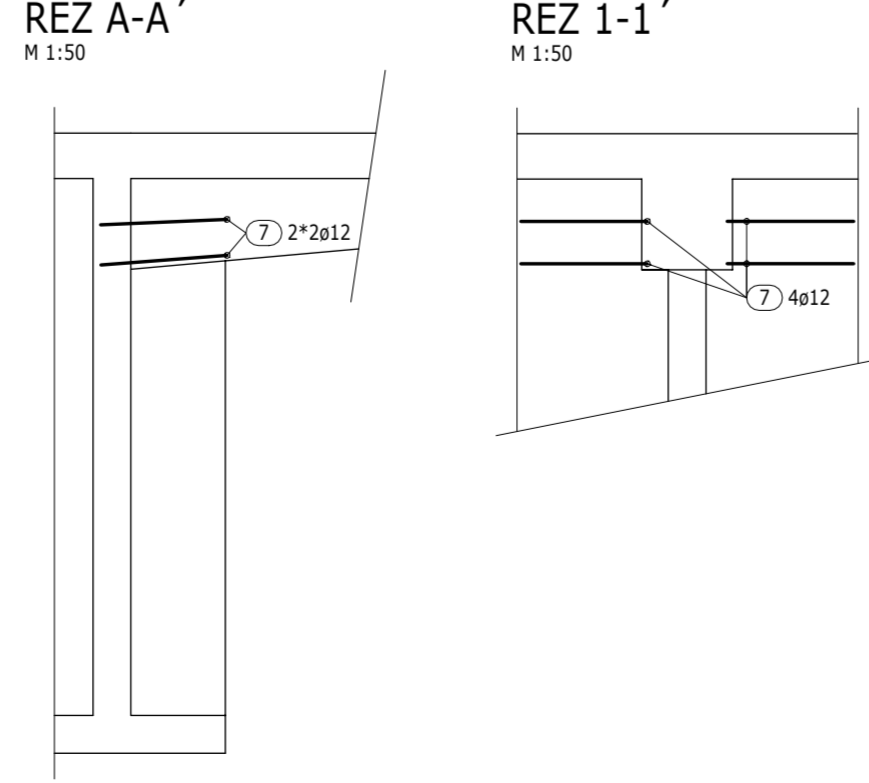
VYZTUŽENÍ ŠIKMÉ STĚNY PILÍŘE (P) - 8x

M 1:50



STARTOVACÍ VÝZTUŽ PRO TRÁM (S) - 11x

M 1:50



STUDIJNÍ PROGRAM	STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ	JMÉNO STUDENTA	ČVUT
STUDIJNÍ OBOR	KONSTRUKCE POZEMNÍCH STAVEB	MATĚJ CHALOUPKA	FSV
AKADEMICKÝ ROK	2021/2022		
VEDOUCÍ PRÁCE	Ing. Josef Novák, Ph. D.		
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			FORMÁT 7xA4
NÁZEV VÝKRESU: VYZTUŽENÍ SVISLÝCH NOSNÝCH KONSTRUKCÍ			MĚŘÍTKO 1:50
			DATUM 1.5. 2022
			Č.V. 6