



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra betonových a zděných konstrukcí

**Konstrukční návrh bytového domu v Liberci se zaměřením na
konceptu bílé vany**

**Structural design of residential house in Liberec focusing on white
tank**

Diplomová práce

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: Ing. Martin Tipka, Ph. D.

Bc. Matěj Chaloupka

Praha 2024

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Chaloupka** Jméno: **Matěj** Osobní číslo: **485987**
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**
Zadávající katedra/ústav: **Katedra betonových a zděných konstrukcí**
Studijní program: **Stavební inženýrství**
Studijní obor: **Konstrukce pozemních staveb**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Konstrukční návrh bytového domu v Liberci se zaměřením na koncepci bílé vany

Název diplomové práce anglicky:

Structural design of residential house in Liberec focusing on white tank

Pokyny pro vypracování:

Koncepční návrh nosného systému vybraného bytového objektu v Liberci.
Podrobný návrh suterénu v podobě bílé vany.
Návrh založení objektu.
Výkresy tvaru vybraných podlaží, výkresy výztuže řešených prvků.

Seznam doporučené literatury:

ČSN EN 1990, ČSN EN 1991, ČSN EN 1992
Technická pravidla ČBS 04 - Vodonepropustné betonové konstrukce
Archiv časopisu Beton TKS
Další vhodná samostatně vyhledaná literatura

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

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

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

Datum zadání diplomové práce: **21.02.2024**

Termín odevzdání diplomové práce: **20.05.2024**

Platnost zadání diplomové práce: _____

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

doc. Ing. Lukáš Vráblík, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

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

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Bc. Matěj Chaloupka

Název diplomové práce: Konstrukční návrh bytového domu v Liberci se zaměřením na koncepci bílé vany

Základní část: Betonové konstrukce podíl: 90 %

Formulace úkolů: Koncepční návrh nosného systému vybraného bytového objektu v liberci.

Podrobný návrh suterénu v podobě bílé vany

Výsek výkresů tvaru základové desky a stropních desek suterénu, výseky výkresů výztuže řešených prvků bílé vany

Podpis vedoucího DP: Datum:

Případné další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: Geotechnika podíl: 10 %

Konzultant (jméno, katedra): Ing. Alena Zemanová, Ph.D.

Formulace úkolů: Návrh založení objektu, posouzení kontaktního napětí v základové spáře

Podpis konzultanta: Datum:

3. Část: _____ podíl: _____ %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: Datum:

4. Část: _____ podíl: _____ %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: Datum:

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 12.5.2024

.....

Bc.Matěj Chaloupka

Poděkování

Touto cestou bych rád velice poděkoval vedoucímu této diplomové práce Ing. Martinu Típkovi, Ph.D., za vedení, podnětné rady a věnovaný čas při vypracovávání této diplomové práce. Dále bych rád poděkoval rodině a přátelům za podporu.

V Praze dne 12.5.2024

Bc. Matěj Chaloupka

ABSTRAKT

Předmětem diplomové práce je konstrukční návrh konkrétního bytového domu v Liberci s detailnějším zaměřením na návrh bílé vany. V úvodu práce seznamuje čtenáře s objektem a řeší koncepčně návrh horní stavby bytového domu. Jedná se o jedenácti podlažní budovu se dvěma suterény. Konstrukčně je řešena jako železobetonová monolitická stěnová konstrukce. Práce se podrobně zabývá návrhem suterénu a založení objektu. Jsou navrženy vodorovné a svislé nosné konstrukce. Půdorys suterénu je odlišný od půdorysu nadzemní konstrukce, z tohoto důvodu je součástí práce návrh přechodové desky. Podrobněji se práce věnuje návrhu bílé vany. V rámci návrhu shrnuje obecná pravidla a postupy, které následně aplikuje. Jako bílá vana jsou navrženy suterénní stěny a základové desky obou suterénů. Součástí diplomové práce, je výkresová dokumentace. Konkrétně výseky výkresů tvaru základových desek, desky 1.PP a výseky výkresů výztuže základových desek a suterénních stěn.

KLÍČOVÁ SLOVA

Beton, železobeton, bytový dům, bílá vana, suterén, přechodová deska, založení, stropní deska, základová deska, stěna, výztuž

ABSTRACT

The subject of this diploma thesis is the structural design of a specific apartment building in Liberec with more detailed focus on the design of white tank. At the beginning of the work, there is an presentation of the object and then the work solves the conceptual design of the upper structure of an apartment building. It is an eleven-storey building with two basements. Structurally, it is designed as a reinforced concrete monolithic wall structure. The thesis deals in detail with the design of the basement and the foundation of the building. Horizontal and vertical load-bearing structures are designed. The floor plan of the basement is different from the floor plan of the above-ground structure, therefore, the thesis includes the design of the transition slab. The thesis pays more attention to the design of a white tank. At the beginning of the design the thesis summarizes the general rules and methods, which are then applied. The basement walls and foundation slabs of both basements are designed as a white tank. The thesis includes drawing documentation, specifically sections of the formwork of the foundation slabs, the slab of the first basement level, and sections of the reinforcement drawings of the foundation slabs and basement walls.

KEYWORDS

Concrete, reinforced concrete, apartment building, white tank, basement, transition slab, foundation, floor slab, foundation slab, wall, reinforcement

OBSAH

1	Úvod.....	17
2	Popis objektu.....	18
2.1	Dispozice a využití řešeného objektu.....	19
3	Návrh nosných prvků nadzemní části objektu	24
3.1	Materiály	26
3.2	Stanovení krytí výztuže.....	26
3.3	Zatížení	27
3.4	SCIA Engineer – 3D Model.....	30
3.4.1	Celková svislá deformace	32
3.4.2	Vodorovné konstrukce	32
3.4.3	Svislé konstrukce	43
3.4.4	Schodiště.....	45
4	Suterén	46
4.1	Konstrukčního řešení suterénu.....	46
4.2	Vstupní parametry pro založení	48
4.3	Zatížení	50
4.4	Materiály	55
4.5	Stykování výztuže.....	56
4.6	Návrh konstrukcí suterénu	57
4.6.1	Společné principy výpočtu.....	57
4.6.2	Návrh přechodové desky – Strop 1.PP.....	58
4.6.3	vnitřní Strop 2.PP.....	78
4.6.4	Svislé vnitřní konstrukce suterénu	82
4.7	Posouzení základových poměrů objektu.....	84
4.8	Obecné informace k bílé vaně.....	92
4.8.1	Zatřídění konstrukce bytového domu.....	92
4.8.2	Výpočet šířky trhliny	93
4.8.3	Těsnění Prostupů a spar	100
4.9	Návrh bílé vany.....	101
4.9.1	Suterénní stěny 1.PP	101
4.9.2	Suterénní stěny 2.PP	113
4.9.3	Základová deska 1.PP	124
4.9.4	Základová deska 2.PP	139
5	Závěr	150

PŘÍLOHY

- Příloha 1: Výkres tvaru základové desky 2.PP
- Příloha 2: Výsek výkresu tvaru základové desky 1.PP
- Příloha 3: Výsek výkresu tvaru stropu desky 1.PP
- Příloha 4: Vyztuž základové desky 2.PP – DV
- Příloha 5: Vyztuž základové desky 2. PP – HV
- Příloha 6: Vyztuž stěny 2.PP – W-00-01
- Příloha 7: Vyztuž stěny 1.PP – W-01-02

1 ÚVOD

Tato diplomová práce se zabývá konstrukcí bytového domu nacházejícího se v Liberci s primárním zaměřením na návrh bílé vany objektu. Práce je členěna na tři části. V první části je seznámení s koncepcí a využitím objektu. Ve druhé části jsou předběžně navrženy nadzemní nosné konstrukce. Třetí část práce se zabývá konstrukcí suterénu a založení objektu.

V první části práce je popsána budova bytového domu z pohledu stavebního. Je zde popsáno umístění stavby, její využití a současný stav pozemku, na kterém se má nový objekt bytového domu nacházet.

V úvodu druhé části je uveden obecný popis konstrukce a vstupní parametry pro návrh nadzemní části konstrukce. Dále se tato část zabývá stručným návrhem nosných konstrukcí nadzemní části železobetonové monolitické konstrukce bytového domu. Výchozí nástroj pro návrh jednotlivých prvků je 3D model vytvořený ve výpočetním programu SCIA Engineer. Návrh nadzemní konstrukce je koncepční a slouží primárně pro stanovení zatížení konstrukce suterénu, kterým se práce zabývá podrobně.

Třetí část práce řeší podrobný návrh suterénu a založení. V úvodu této části jsou shrnuty parametry potřebné pro návrh. Poté je zde navržena přechodová deska, která tvoří strop 1.PP a slouží pro roznos zatížení z horní stavby. Horní stavba je jiného půdorysu než suterén, a proto přechodová deska plní důležitou funkci roznosu zatížení mezi konstrukcemi.

Na návrh přechodové desky navazuje návrh a posouzení vnitřních konstrukcí suterénu, kde jsou posouzeny vodorovné a svislé nosné konstrukce.

V rámci této části je navrženo založení objektu. To je stěžejní pro hlavní část této práce, kterou je návrh obou suterénů v podobě bílé vany. Pro dosažení co nejlepších výsledků byl pro namodelování podloží pod objekt použit modul SOIL INTERACTION programu SCIA Engineer. Tento modul dokáže ze zadaných parametrů vytvořit podloží blízké se reálnému v dané lokalitě.

Po návrhu založení se práce zabývá konkrétním návrhem bílé vany. Nejprve jsou uvedeny obecné postupy a zásady návrhu, a poté jsou aplikovány na řešenou konstrukci. Navrženy jsou suterénní stěny a základové desky obou suterénů.

Součástí diplomové práce je výkresová dokumentace. Konkrétně výseky výkresů tvaru základových desek, desky 1.PP a výseky výkresů výztuže základových desek a suterénních stěn.

2 POPIS OBJEKTU

Předmětem diplomové práce je objekt bytového domu nacházející se v Liberci na parcelách č. 33/3 a 33/4 v katastrálním území Doubí u Liberce. V současné době se na pozemku nachází stávající objekt potravin, který bude před započítím výstavby zdemolován.

Novým objektem bude jedenácti podlažní budova, kde dvě podlaží tvoří suterén. Objekt je řešen jako železobetonová monolitická konstrukce v celém rozsahu. Objekt má plochou střechu, kterou lemují atika. Je řešen jako jeden dilatační celek. Založení objektu je z pohledu vodonepropustnosti řešeno jako bílá vana.

Suterén objektu je jiného půdorysu, než nadzemní část. Konstrukční systém nadzemních podlaží je stěnový. První suterén je řešen kombinovaným systémem a druhý suterén je opět stěnový systém. Druhý suterén se nachází opět pouze pod dílčí částí 1.PP. Nadzemní konstrukce je členěna na dva svislé bloky, které spojuje společná chodba s železobetonovým schodištěm a výtahem. Stěny ve společné chodbě jsou řešeny jako skleněné na celou výšku patra.

Využití nadzemní části objektu je primárně pro účel občanského bydlení s výjimkou prvního nadzemního patra, kde se budou nacházet obchodní jednotky. V jednotlivých obytných patrech se nachází 4-5 bytů na jedno patro. Využití prvního suterénu je pro zázemí technologie a primárně pro parkovací stání. Druhý suterén slouží primárně jako sklepy s jednou technickou místností. Suterén je přístupný v úrovni 1.PP železobetonovou rampou, která se napojuje na stávající komunikaci.

Objekt ještě nebyl realizován. Na následujícím obrázku lze vidět objekt ve vizualizaci, od které se finální návrh rozvržení v jistých ohledech liší. Ve finálním návrhu je 9.NP totožné jako typické patro a uspořádání obchodů je řešeno, také odlišně.

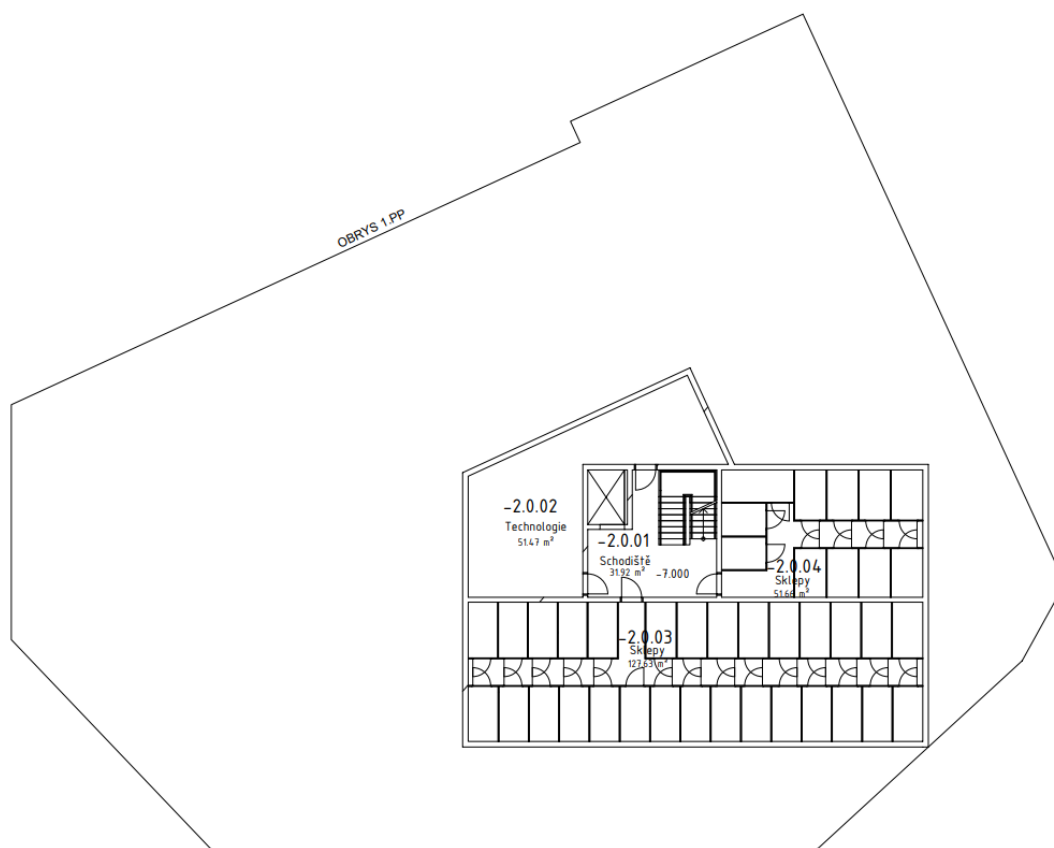


Obrázek 1 - Studie objektu [1]

2.1 DISPOZICE A VYUŽITÍ ŘEŠENÉHO OBJEKTU

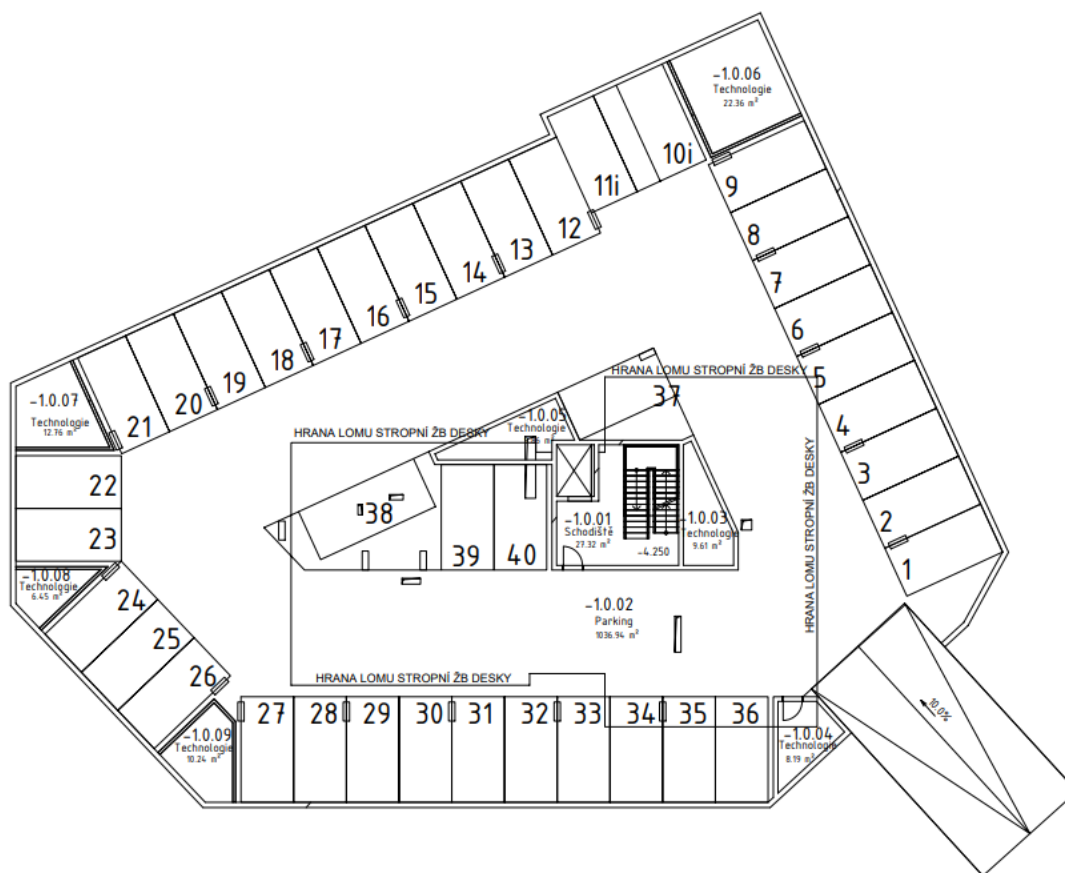
PŮDORYS 2.PP

V rámci půdorysu 2.PP lze vidět, že nekopíruje tvar prvního suterénu. Nachází se v místě přímo pod nadzemní částí objektu. Primárním využitím tohoto podlaží jsou sklepní kóje, které budou řešeny jako systémové ocelové konstrukce. technická místnost bude sloužit jako zázemí technologie pro bytový dům.



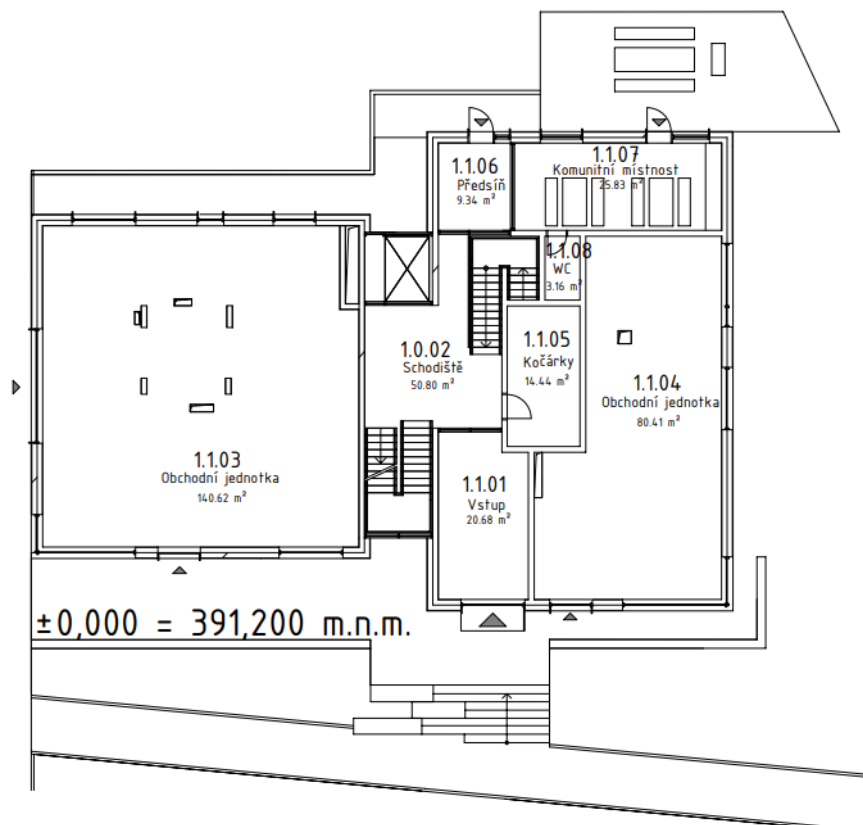
PŮDORYS 1.PP

Půdorys 1.PP se dělí na dvě hlavní části ve dvou výškových úrovních. První je část nacházející se pod nadzemní částí objektu. Deska je zde vyvýšena na úroveň podlahy 1.NP. Zbylá část půdorysu je zasypána zeminou a nachází se nad ní zahrada náležící objektu. Primárním využitím tohoto podlaží jsou parkovací stání, která zabírají většinu plochy. Zbylé plochy jsou využity jako technické místnosti pro zázemí technologie. V rámci tohoto podlaží je také příjezdová rampa, která spojuje parkovací místa s přílehlou komunikací.



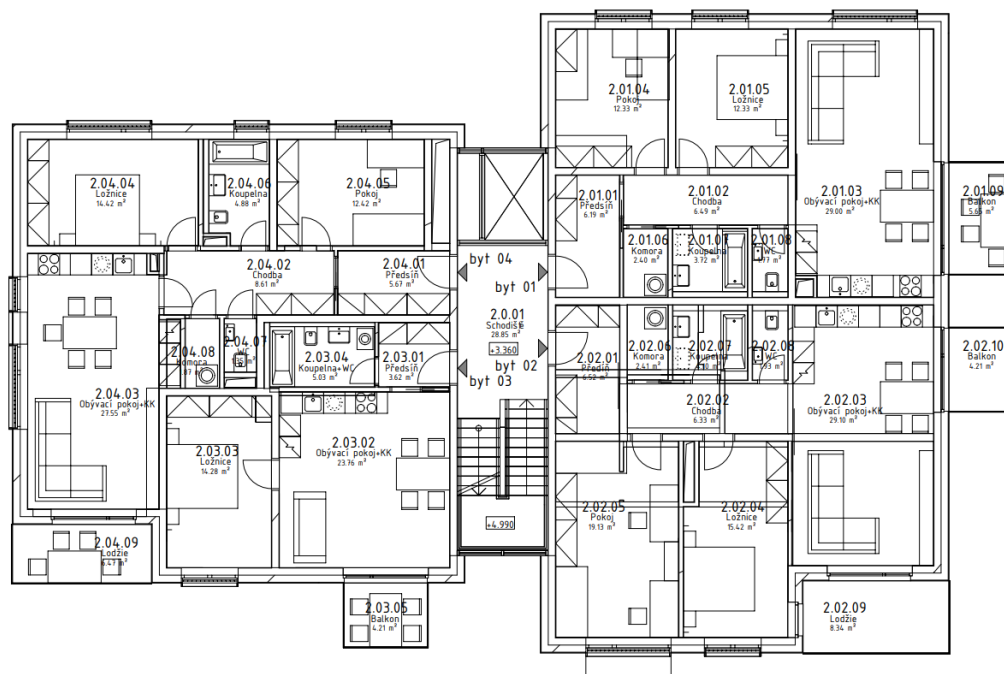
PŮDORYS 1.NP

Hlavním využitím tohoto patra jsou obchodní jednotky, které zabírají většinu plochy. Na této úrovni se také nachází hlavní vstup do objektu napojující se na přilehlý chodník. Vstupy do obchodních jednotek jsou řešeny samostatně, aby nebyl ovlivněn chod bytového domu. Zbylé prostory na patře jsou řešeny jako společné. Patří mezi ně kočárkárna a komunitní místnost.



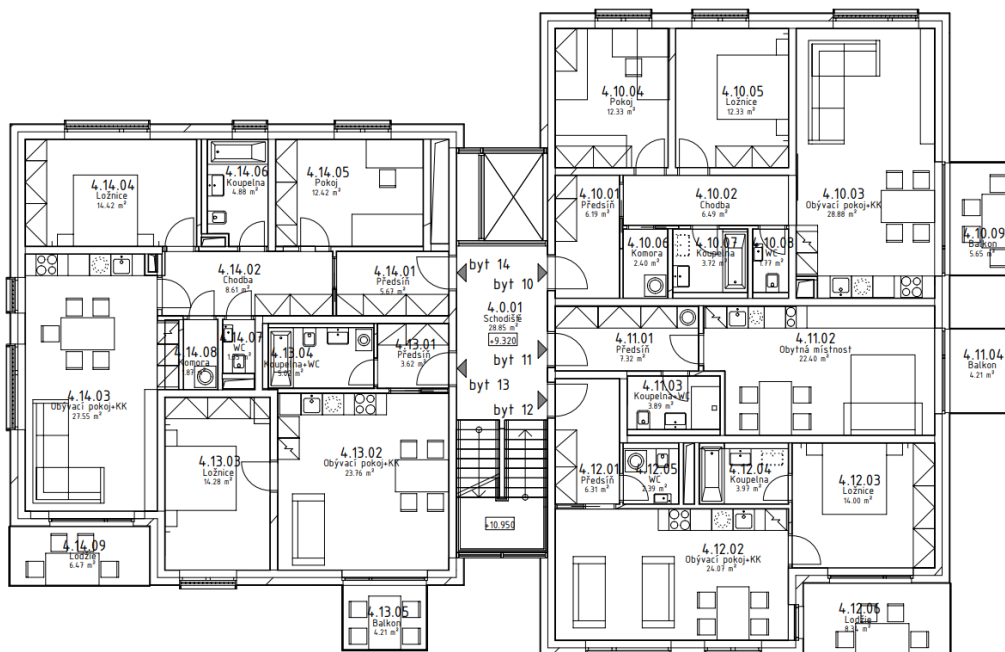
PŮDORYS 2.NP

Toto patro se jediné půdorysně liší od ostatních nadzemních pater využívaných pro bydlení. Nachází se zde pouze čtyři bytové jednotky a společná chodba se schodištěm a výtahem. Každý byt má svůj balkon nebo lodžii.



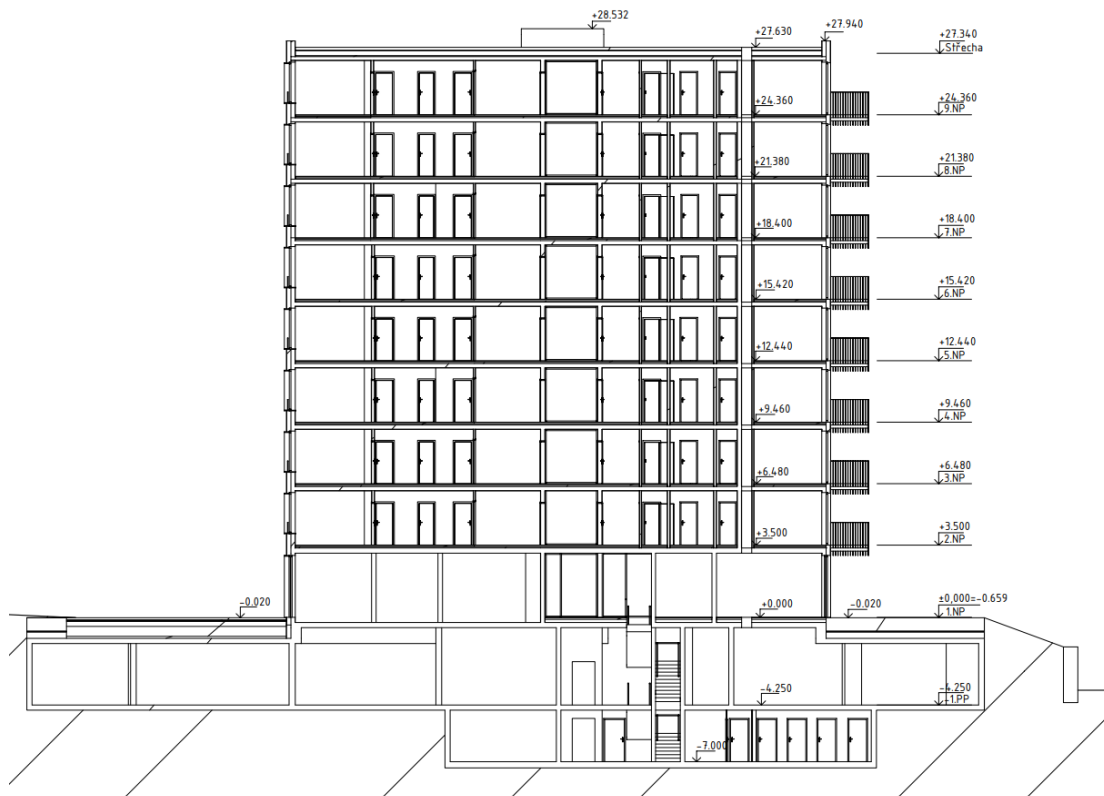
PŮDORYSY 3.NP - 9.NP

Tento půdorys naznačuje dispozici typického patra. Je totožné pro 3.NP až 9.NP. Nachází se zde pět bytových jednotek a společná chodba se schodištěm a výtahem. Každý byt má svůj balkon nebo lodžii.



ŘEZ OBJEKTEM

Z řezu lze vidět výškové řešení bytového domu. Atypické řešení v rámci objektu se týká výtahu. Výtahová šachta v nadzemních podlažích bude řešena jako skleněná konstrukce přes celou výšku patra. Schodiště v objektu bude železobetonové.



3 NÁVRH NOSNÝCH PRVKŮ NADZEMNÍ ČÁSTI OBJEKTU

Návrh nadzemní části objektu bude řešen v následujících stránkách pouze stručně. Budou navrženy hlavní nosné prvky. Význam nadzemní části konstrukce pro tuto práci je primárně pouze vnést reálné zatížení do podrobněji řešeného suterénu.

SCHÉMA KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ 1.NP

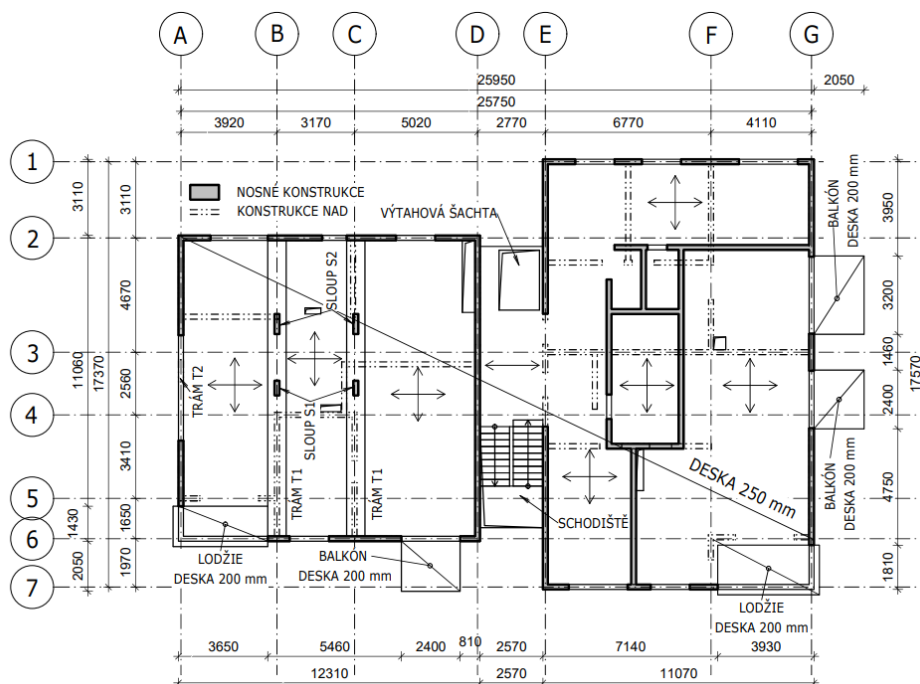


SCHÉMA KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ 2.NP

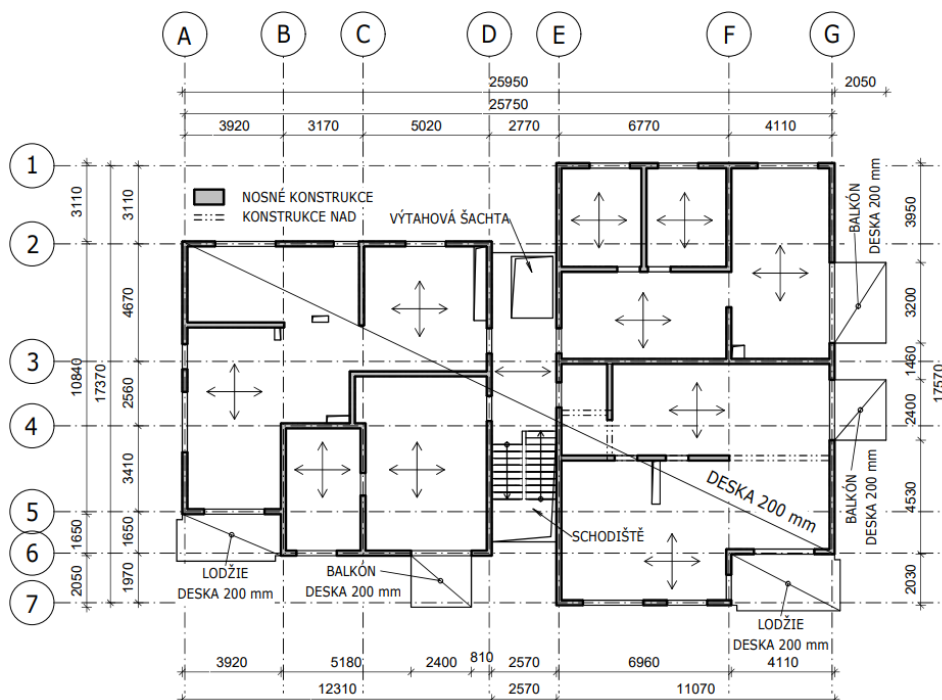


SCHÉMA KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ 3.NP - 8.NP

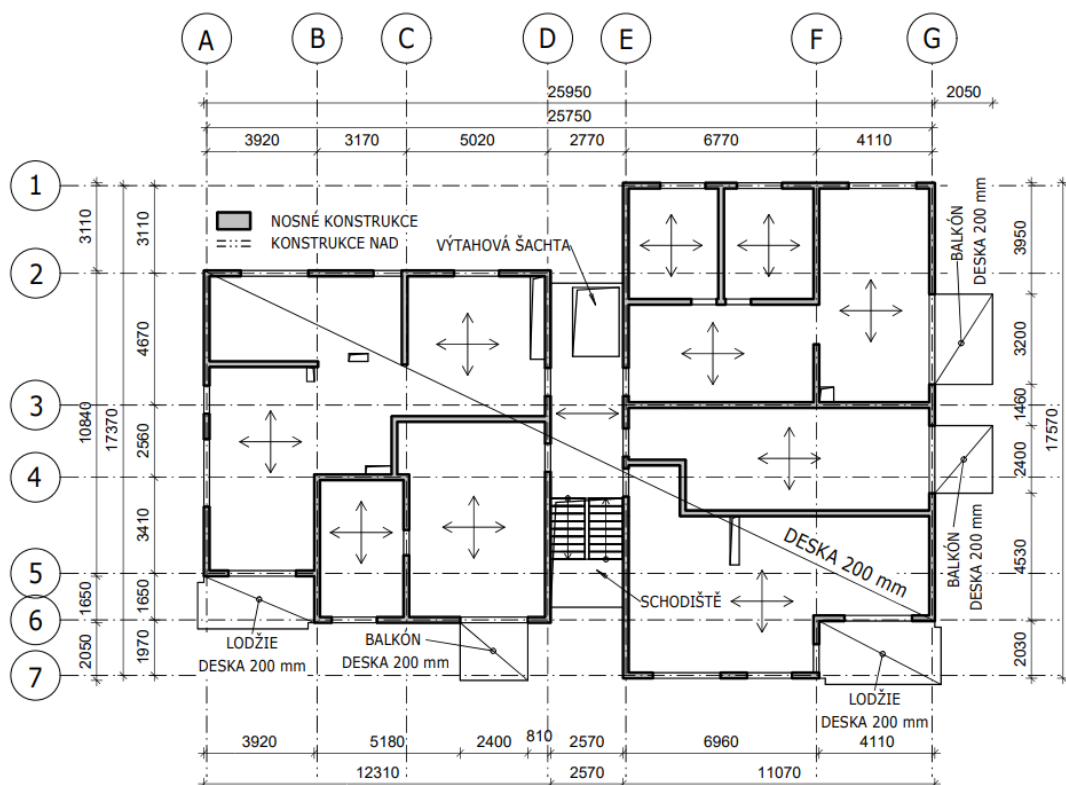
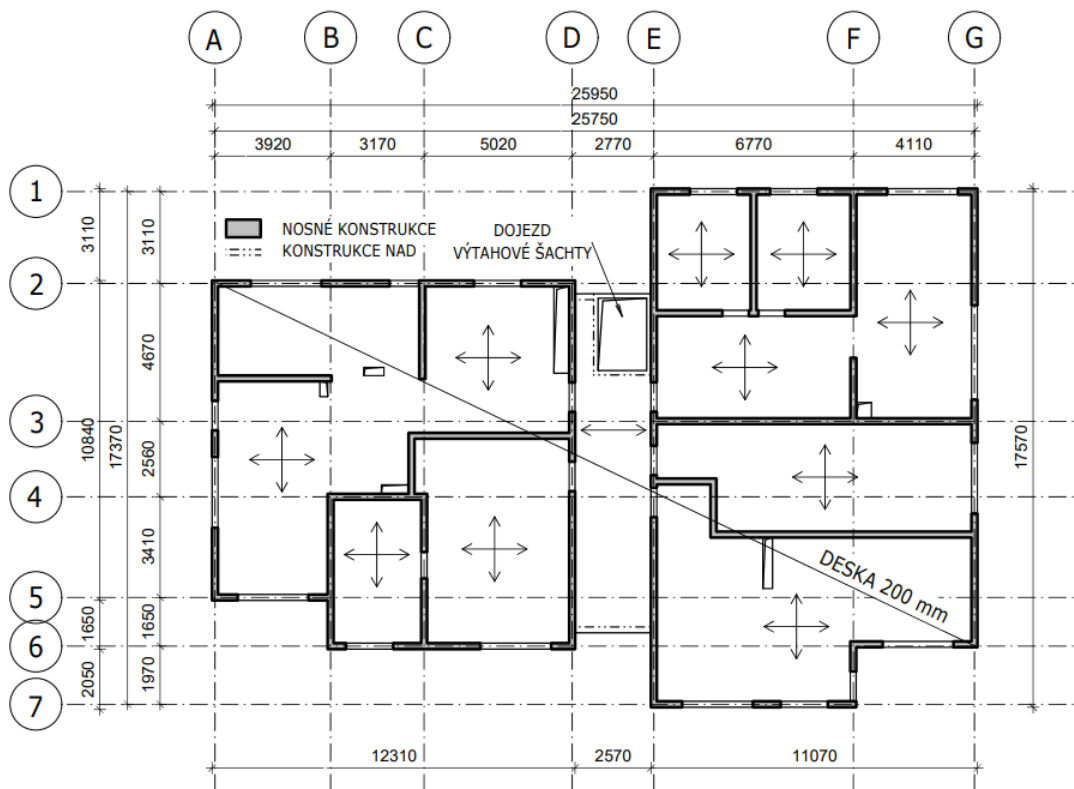


SCHÉMA KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ 9.NP



3.1 MATERIÁLY

BETON

Svislé nosné vnější konstrukce:	C30/37 XC1, XF1 – CL 0,2 – Dmax 22 – S3
Svislé nosné vnitřní konstrukce:	C30/37 XC1 – CL 0,2 – Dmax 22 – S3
Stropní desky:	C30/37 XC1 – CL 0,2 – Dmax 22 – S3
Vnitřní schodiště:	C30/37 XC1 – CL 0,2 – Dmax 22 – S3

OCEL

Betonářská výztuž:	B500B
--------------------	-------

MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

BETON C30/37:

Charakteristická pevnost betonu v tlaku:	$f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$
Střední hodnota pevnosti betonu v tlaku:	$f_{cm} = 38,0 \text{ MPa}$
Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu:	$\gamma_c = 1,50$
Návrhová pevnost betonu v tlaku:	$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 30/1,50 = 20,0 \text{ MPa}$
Střední pevnost betonu v tahu:	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$
Hodnota modulu pružnosti betonu:	$E_c = 32 \text{ GPa}$

BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ:

Charakteristická mez kluzu oceli:	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu:	$\gamma_s = 1,50$
Návrhová mez kluzu oceli:	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 500/1,50 = 435 \text{ MPa}$
Hodnota modulu pružnosti oceli:	$E_s = 200 \text{ GPa}$
Poměrné přetvoření na mezi kluzu oceli:	$\epsilon_{yd} = f_{yd}/E_s = 434,78/200 \cdot 10^3 = 0,00217$

3.2 STANOVENÍ KRYTÍ VÝZTUŽE

Z důvodu zjednodušení bylo krytí výztuže uvažováno pro všechny nadzemní konstrukce shodné. Krytí pro suterén a bílou vanu je stanoveno přesně v navazující části posouzení.

Beton pro výpočet krytí: **C30/37 XC1 –CL 0,2- D_{max} 22 - S3**.

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

$$c_{min} = \max(c_{minb}; c_{mindur}; 10 \text{ mm})$$

$$c_{mindur} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{minb} = 12 \text{ mm} \dots (\text{předpoklad profilu } 12 \text{ mm})$$

$$c_{min} = \max(12; 10; 10) = 12 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 12 + 10 = 22 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad \text{volím krytí } c = \mathbf{25 \text{ mm}}$$

3.3 ZATÍŽENÍ

STÁLÉ ZATÍŽENÍ

Výpočet stálého zatížení je dle ČSN EN 1991-1-1.

NOSNÉ KONSTRUKCE

Vlastní tíha nosných konstrukcí je v rámci návrhu uvažována automaticky výpočetním softwarem. Všechny nosné konstrukce v řešeném objektu jsou železobetonové. Objemová tíha betonu bude uvažována 2500 kg/m³.

ZATÍŽENÍ OD TECHNOLOGIE

V rámci nadzemních pater je uvažováno se zatížením technologií na stropěch. Z důvodu neznalosti přesného rozmístění technologie je zatížení uvažováno jako plošné.

$$g_k = 0,3 \text{ kN/m}^2$$

ZATÍŽENÍ OD PŘÍČEK

Příčky v nadzemních patrech jsou vápenopískové. Zatížení od jejich působení bude nahrazeno plošným zatížením na celou plochu patra.

$$\text{Plošná hmotnost} \rightarrow 335 \text{ kg/m}^2$$

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

ZATÍŽENÍ OD SCHODIŠTĚ

Schodiště je deskově modelováno v rámci globálního modelu. Vlastní tíha schodiště a podest je tedy počítána programem. Zatížení uvažováno na schodiště je uvedeno ve skladbách konstrukcí a v tabulce užitého zatížení.

SKLADBY KONSTRUKCÍ

Zatížení od skladeb konstrukcí bylo spočteno v rámci tabulek MS Excel.

ST.1 - PODLAHA INTERIÉRU - 2.NP-9.NP	Tloušťka	Obj. hmotnost	Char. zatížení	γ	Návrh. zatížení
-	mm	kN/m ³	kN/m ²	-	kN/m ²
Nášlapná vrstva - dlažba, vinyl	15	22	0,33	1,35	0,446
Betonová mazanina	45	25	1,125		1,519
Kroječová izolace - RIGIFLOOR 4000	30	0,3	0,009		0,012
Celkem			1,464		1,976

ST.2 - BALKONY A LODŽIE	Tloušťka	Obj. hmotnost	Char. zatížení	γ	Návrh. zatížení
-	mm	kN/m ³	kN/m ²	-	kN/m ²
Dlažba+lepidlo	15	22	0,33	1,35	0,446
Hydroizolace	-	-	0,05		0,068
Spádová vrstva izolace	50-90	0,3	0,027		0,036
Celkem			0,407		0,549

ST.3 - STŘECHA	Tloušťka	Obj. hmotnost	Char. zatížení	γ	Návrh. zatížení
-	mm	kN/m ³	kN/m ²	-	kN/m ²
Hydroizolace	-	-	0,05	1,35	0,068
tepelná izolace	280	0,3	0,084		0,113
parozábrana	-	-	0,05		0,068
keramzit beton	30-200	12	2,4		3,240
Celkem			2,584		3,488

ST-4 - SCHODIŠTĚ	Tloušťka	Obj. hmotnost	Char. zatížení	γ	Návrh. zatížení
-	mm	kN/m ³	kN/m ²	-	kN/m ²
Nášlapná vrstva dlažba+lepidlo	15	22	0,33	1,35	0,446
Celkem			0,33		0,446

UŽITNÉ ZATÍŽENÍ

Výpočet užitého zatížení je dle ČSN EN 1991-1-2.

OBECNĚ

V následující tabulce jsou vypsány působící užitná zatížení pro nadzemní nosné konstrukce.

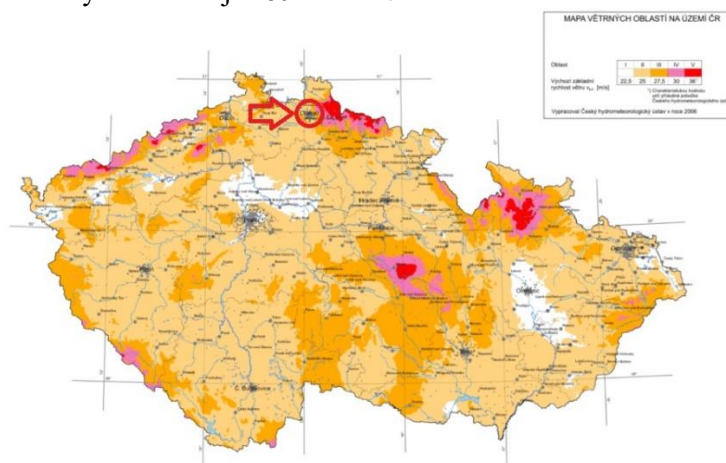
Popis	Charakteristické	γ_f	Návrhové
	[kN/m ²]	-	[kN/m ²]
OBYTNÉ PLOCHY (Kategorie A)	1,5	1,5	2,3
STŘECHA NEPOCHOZÍ (Kategorie H)	0,75	1,5	1,1
SCHODIŠTĚ (Kategorie A)	3	1,5	4,5
TERASY (Kategorie A)	3	1,5	4,5

KLIMATICKÁ ZATÍŽENÍ

Zatížení větrem

Objekt se nachází v Liberci ve II. větrné oblasti. Kategorie terénu je IV. Oblast, ve které je nejméně 15 % povrchu pokryto pozemními stavbami, jejich průměrná výška je větší než 15 m. Základní rychlost větru je 25 m/s.

Maximální dynamický tlak větru je 459.4 N/m².



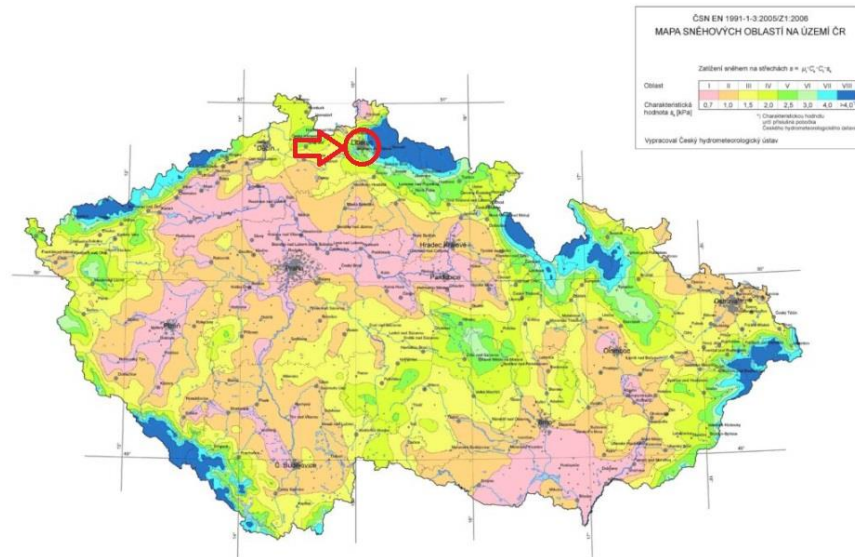
Obrázek 2 - Větrná mapa [20]

V rámci objektu bytového domu není zatížení větrem uvažováno z důvodu dostatečné prostorové tuhosti, kterou zajišťuje konstrukční systém řešené budovy.

Zatížení sněhem

Objekt se nachází v Liberci ve IV. sněhové oblasti.

Charakteristická hodnota zatížení: $s_k = 2 \text{ kN/m}^2$.



Obrázek 3 - Sněhová mapa [20]

Výpočet plošného zatížení sněhem:

$$s = \mu_i * C_e * C_t * s_k$$

μ_i → tvarový součinitel zatížení sněhem

C_e → součinitel expozice

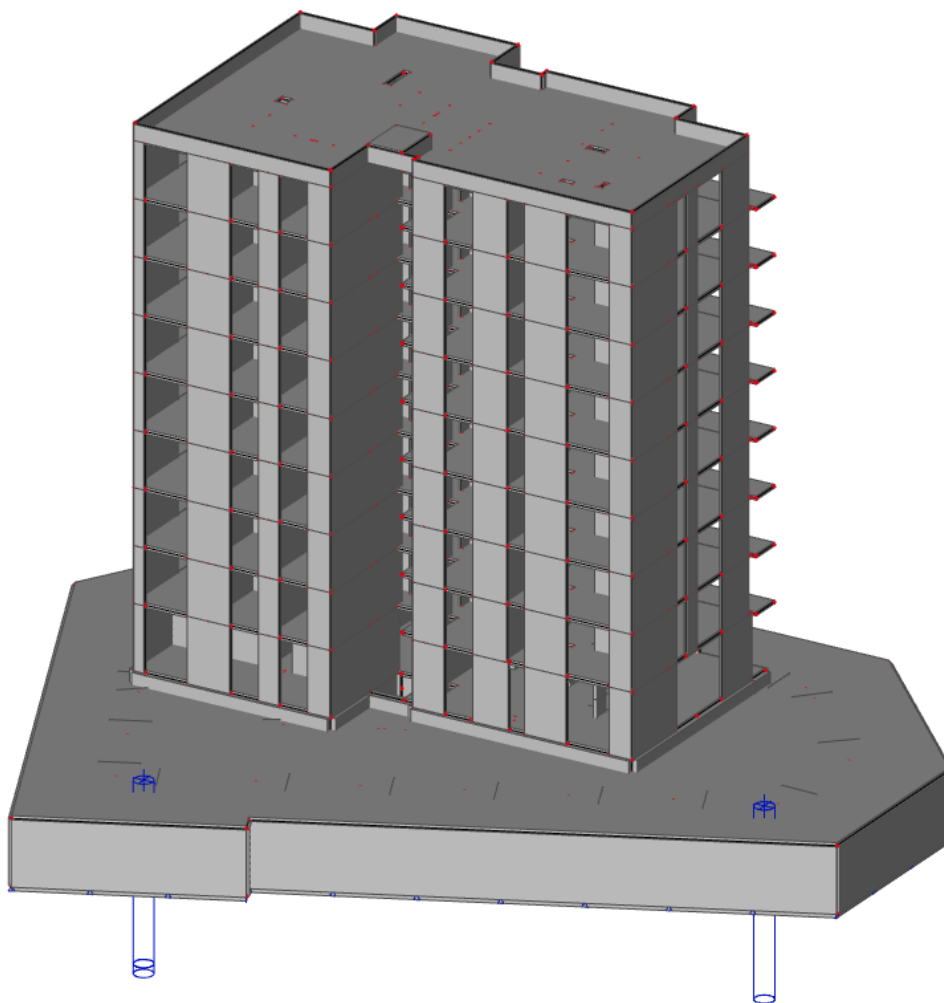
C_t → tepelný součinitel

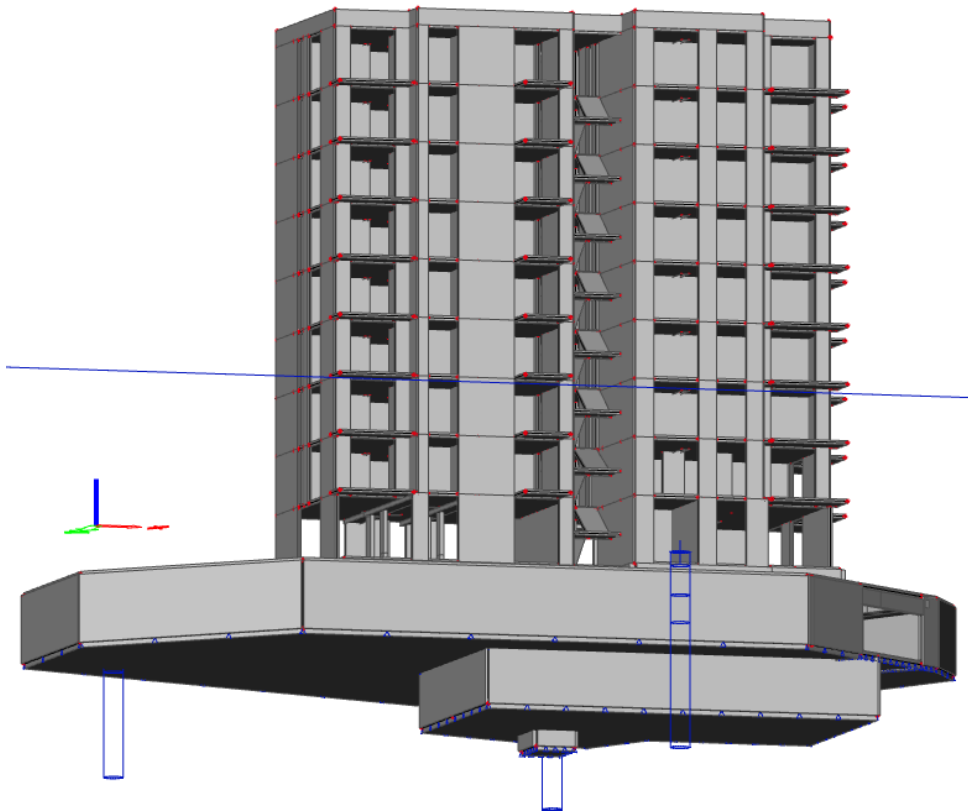
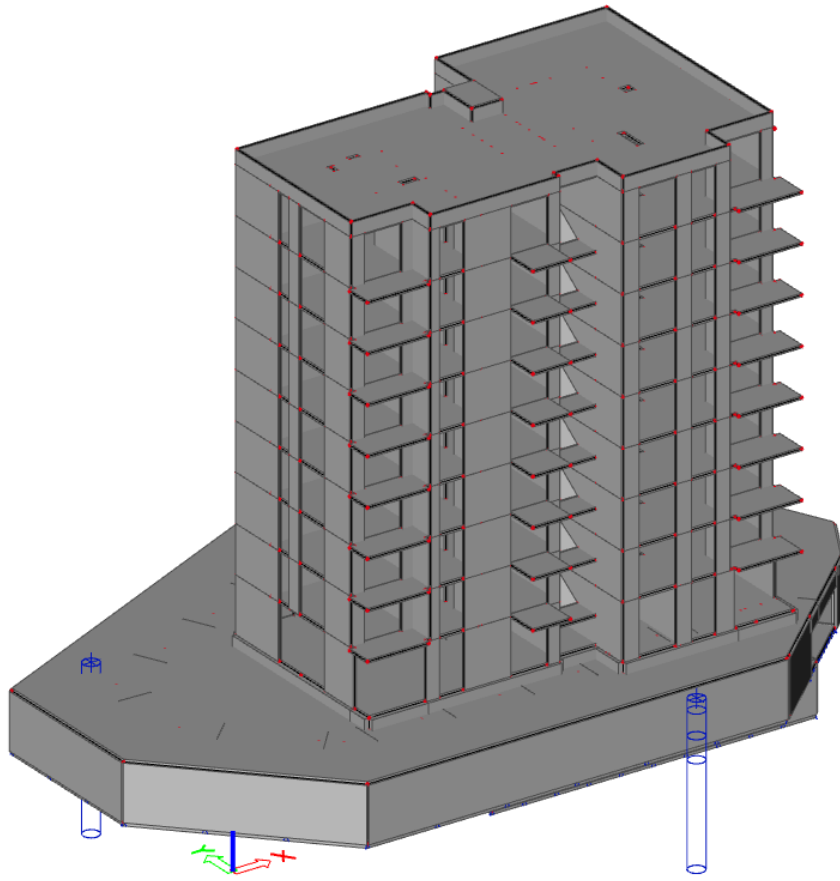
s_k → charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi

$$s = 0,8 * 1 * 1 * 2 = 1,6 \text{ kN/m}^2$$

3.4 SCIA ENGINEER – 3D MODEL

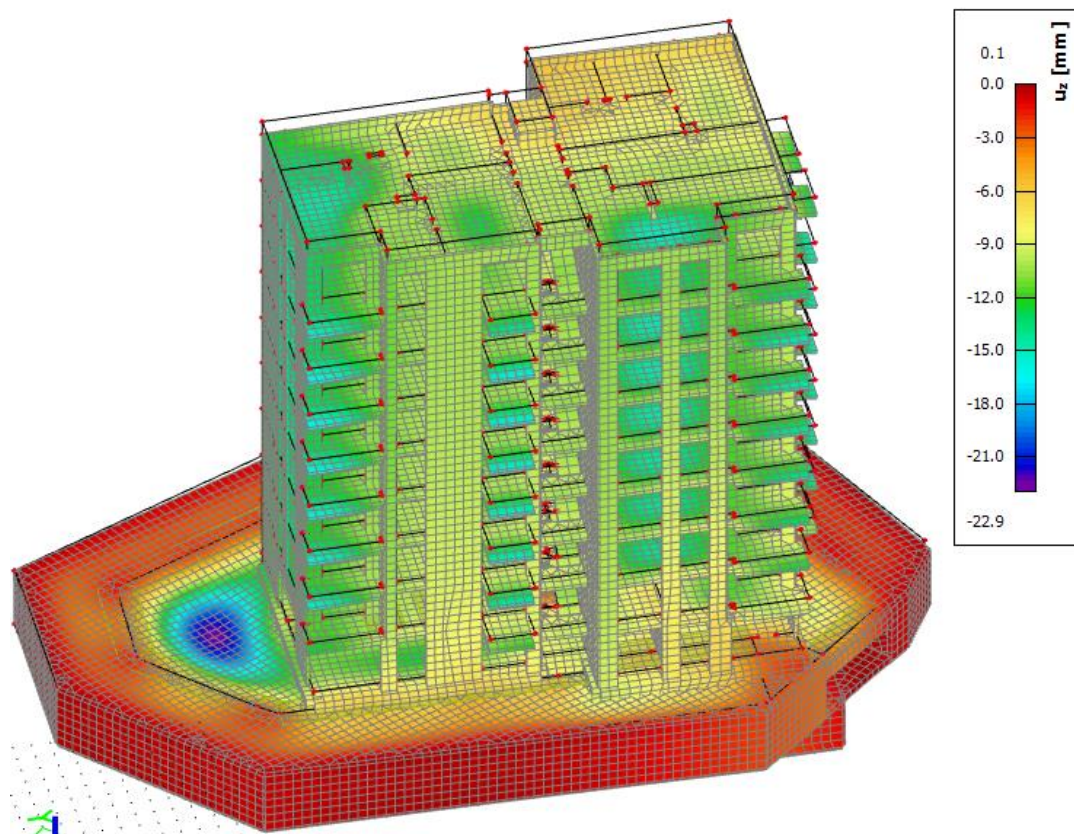
Celkový návrh objektu vychází z prostorového modelu vytvořeného v programu SCIA Engineer. Vstupními hodnotami pro tvorbu modelu byly podklady studie, skladby jednotlivých konstrukcí a klimatické vlivy působící na objekt dle dané lokality.





3.4.1 CELKOVÁ SVISLÁ DEFORMACE

Jedná se konečnou deformaci konstrukce s dotvarováním. K dosažení výsledků byly použity modifikátory tuhosti z programu SCIA Engineer, princip modifikátorů je podrobně popsán v rámci návrhu suterénu. Všechny uvedené deformace v rámci práce jsou uvažovány s dotvarováním.



Z celkové deformace lze vidět, že model jako celek se chová správně a celková deformace vyhovuje.

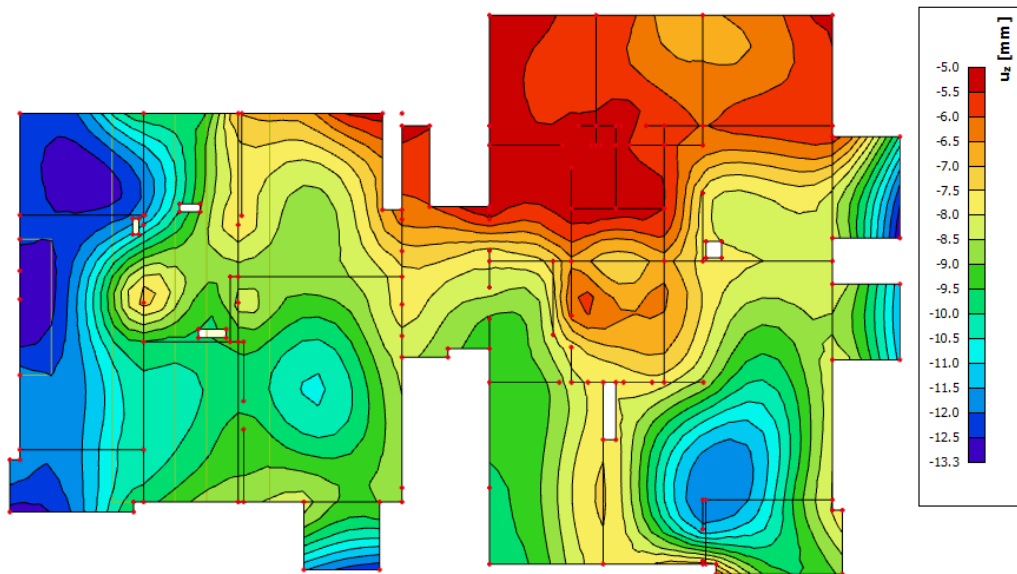
3.4.2 VODOROVNÉ KONSTRUKCE

Návrh je řešen pomocí globálního modelu z programu SCIA Engineer. Postup návrhu byl proveden zkoušením dimenzí jednotlivých nosných prvků do bodu finálních rozměrů.

STROPNÍ DESKA 1.NP – 250 mm

Dle následujících výstupů lze ověřit, že hodnoty vycházející z globálního modelu mají reálné velikosti a je možné na ně nadimenzovat výztuž. Deska 1.NP je odlišná od ostatních nadzemních pater. Z důvodu rozdílné dispozice a v části půdorysu přechodu do sloupového systému je navržena v tloušťce 250 mm.

DEFORMACE



$$U_{deska} = 6,3 \text{ mm}$$

$$U_{balkon} = 4,1 \text{ mm}$$

LIMITNÍ DEFORMACE

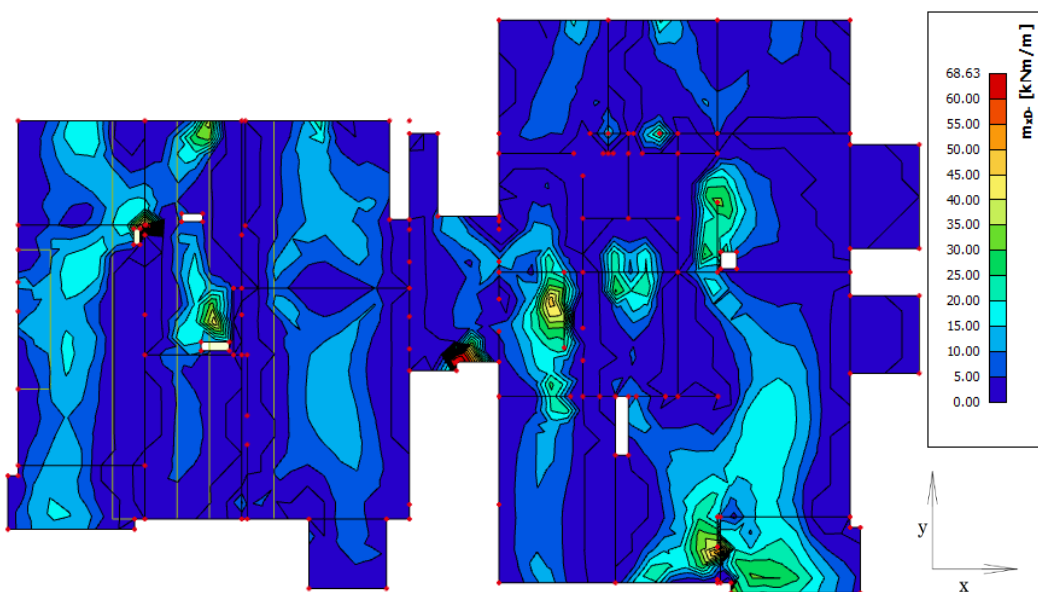
$$U_{lim,deska} = \frac{L}{250} = \frac{3700}{250} = 14,8 \text{ mm}$$

$$U_{lim,balkon} = \frac{2 * L}{250} = \frac{2 * 2100}{250} = 16,8 \text{ mm}$$

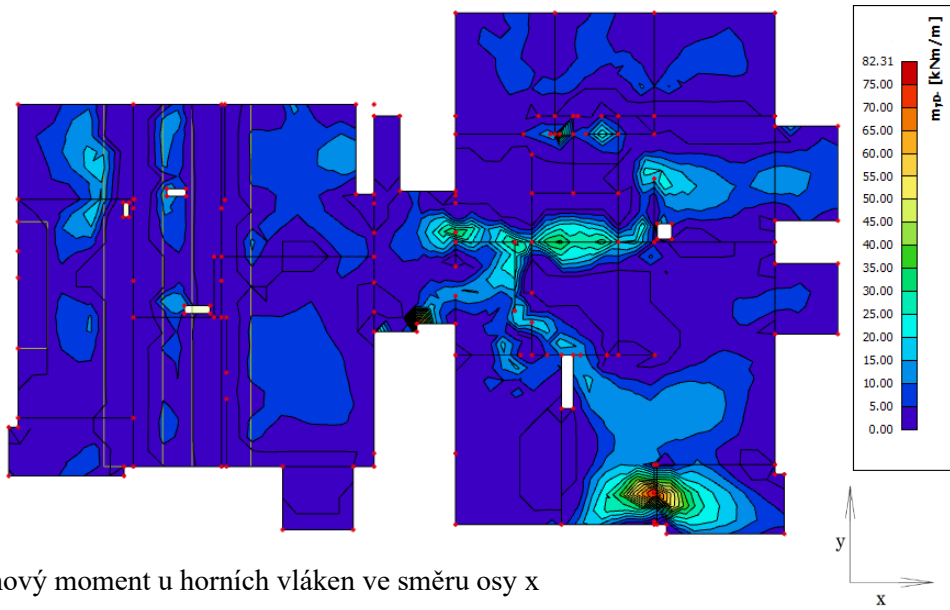
Deformace vyhovují.

VNITŘNÍ SÍLY

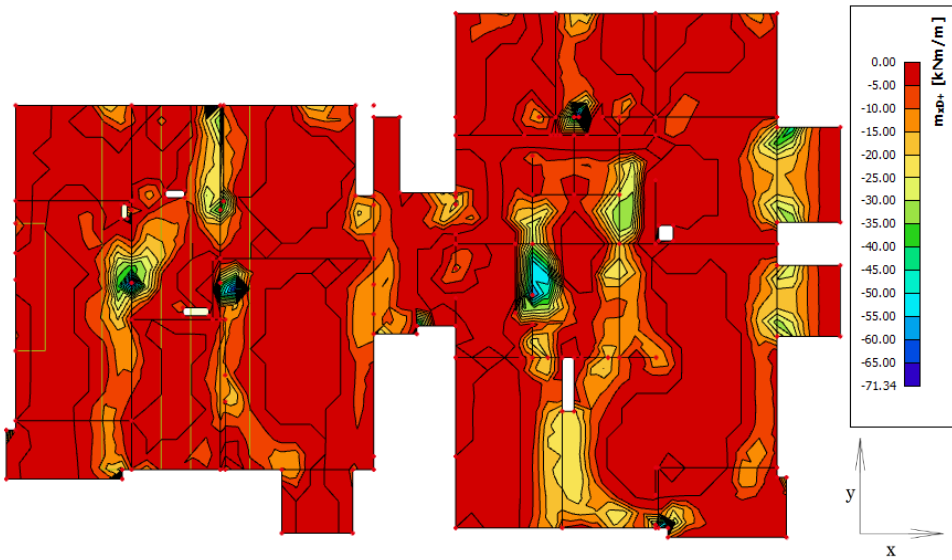
Návrhový moment u dolních vláken ve směru osy x



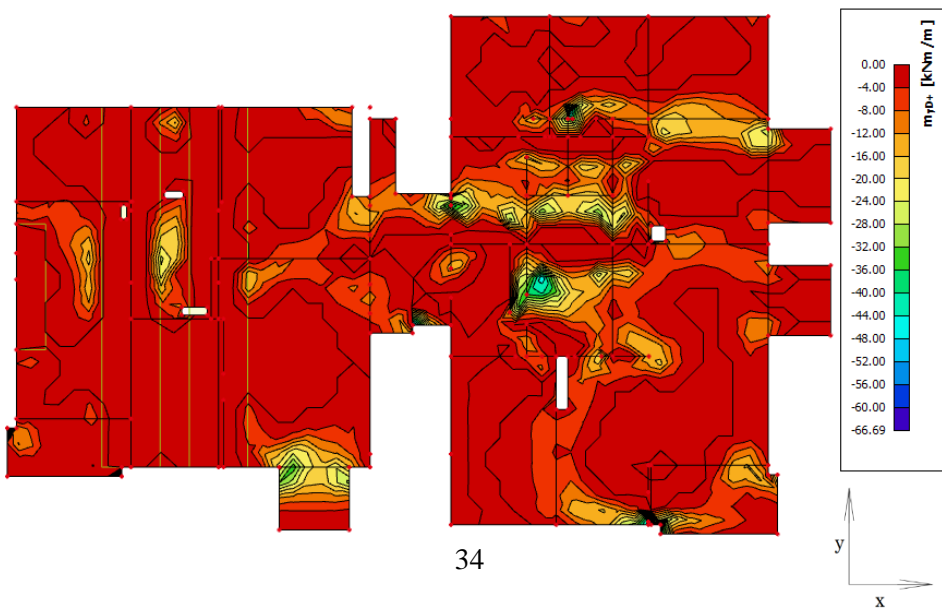
Návrhový moment u dolních vláken ve směru osy y



Návrhový moment u horních vláken ve směru osy x



Návrhový moment u horních vláken ve směru osy y



NÁVRH VÝZTUŽE

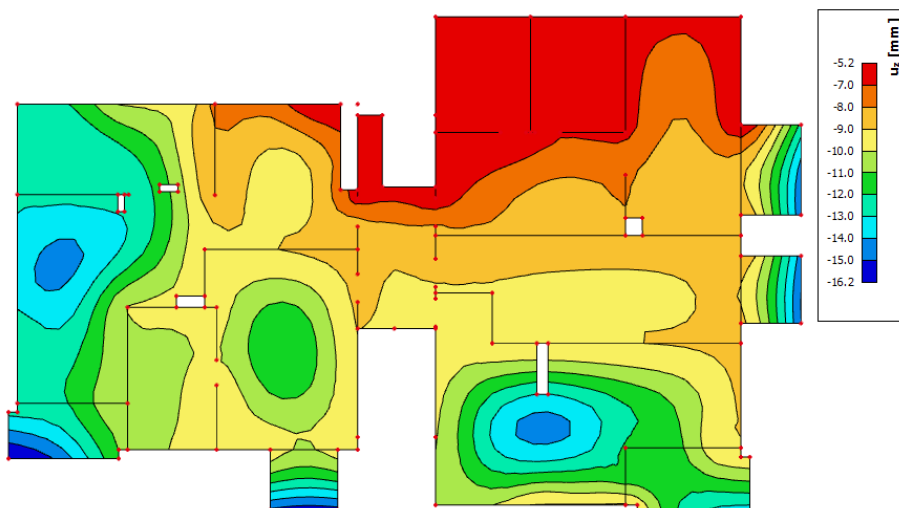
Návrh byl proveden v programu MS Excel. Z tabulky lze podle momentů z programu SCIA Engineer přiřadit odpovídající výztuž. Podrobný návrh výztuže desky bude proveden v rámci návrhu suterénu.

Materiál:											
Beton: C30/37			$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$	$\gamma_C = 1,50$	$\varepsilon_{cu3} = 3,5$	$f_{cm} = 2,9 \text{ MPa}$					
Ocel: B500B			$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$	$\gamma_S = 1,15$	$\varepsilon_{yd} = 2,17$	$\lambda = 0,80$					
$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_C} = 20,0 \text{ MPa}$			$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_S} = 434,8 \text{ MPa}$	$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}} = 0,617$	$\eta = 1,00$						
Geometrie: $h = 250 \text{ mm}$ $c = 25 \text{ mm}$											
Únosnost:											
$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{\eta \cdot \lambda \cdot b \cdot f_{cd}}$			$z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x$			$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z$					
výška tlačené oblasti [x/d]:											
$\xi = \frac{x}{d} \leq \xi_{bal,1}$			minimální vyztužení [MIN]:			maximální vyztužení [MAX]:					
			$A_{s,min} = \max\left(\frac{0,26 \cdot f_{cm} \cdot b \cdot d}{f_{yd}}; 0,0013 \cdot b \cdot d\right)$			$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$					
Průměr	10	A_s	M_{Rd}	M_{Rd}	omezení	Průměr	12	A_s	M_{Rd}	M_{Rd}	omezení
počet	po	mm ²	vnější kN	vnitřní kN		počet	po	mm ²	vnější kN	vnitřní kN	
3,3	300	261	24,6	23,5	MIN	3,3	300	376	35,1	33,2	MIN
4	250	314	29,6	28,2	MIN	4	250	452	42,1	39,7	OK
5	200	392	36,8	35,1	OK	5	200	565	52,3	49,3	OK
6,6	150	523	48,7	46,5	OK	6,6	150	753	69,0	65,1	OK
8	125	628	58,2	55,5	OK	8	125	904	82,2	77,5	OK
10	100	785	72,2	68,8	OK	10	100	1130	101,6	95,7	OK
13,3	75	1047	95,0	90,4	OK	13,3	75	1507	132,8	124,9	OK
Průměr	14	A_s	M_{Rd}	M_{Rd}	omezení	Průměr	16	A_s	M_{Rd}	M_{Rd}	omezení
počet	po	mm ²	vnější kN	vnitřní kN		počet	po	mm ²	vnější kN	vnitřní kN	
3,3	300	513	47,4	44,3	OK	3,3	300	670	61,1	56,4	OK
4	250	615	56,5	52,8	OK	4	250	804	72,8	67,2	OK
5	200	769	70,1	65,4	OK	5	200	1005	90,0	83,1	OK
6,6	150	1026	92,3	86,0	OK	6,6	150	1340	117,9	108,6	OK
8	125	1231	109,5	102,0	OK	8	125	1608	139,5	128,3	OK
10	100	1539	134,7	125,3	OK	10	100	2010	170,5	156,6	OK
13,3	75	2052	174,6	162,1	OK	13,3	75	2680	218,9	200,3	OK

STROPNÍ DESKA 2.NP-9.NP – 200 mm

Dle následujících výstupů lze ověřit, že hodnoty vycházející z globálního modelu mají reálné velikosti a je možné na ně nadimenzovat výztuž. Výstupy jsou brány z nejvíce zatížené desky typického podlaží. Desky jsou navrženy všechny v totožné tloušťce 200 mm.

DEFORMACE



$$U_{deska} = 5,3 \text{ mm}$$

$$U_{balkon} = 6 \text{ mm}$$

LIMITNÍ DEFORMACE

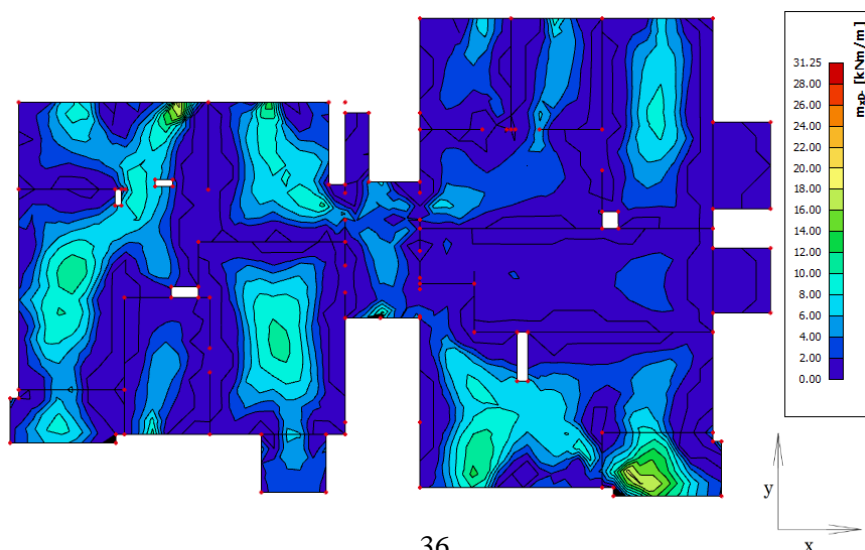
$$U_{lim,deska} = \frac{L}{250} = \frac{5500}{250} = 22 \text{ mm}$$

$$U_{lim,balkon} = \frac{2 * L}{250} = \frac{2 * 2100}{250} = 16,8 \text{ mm}$$

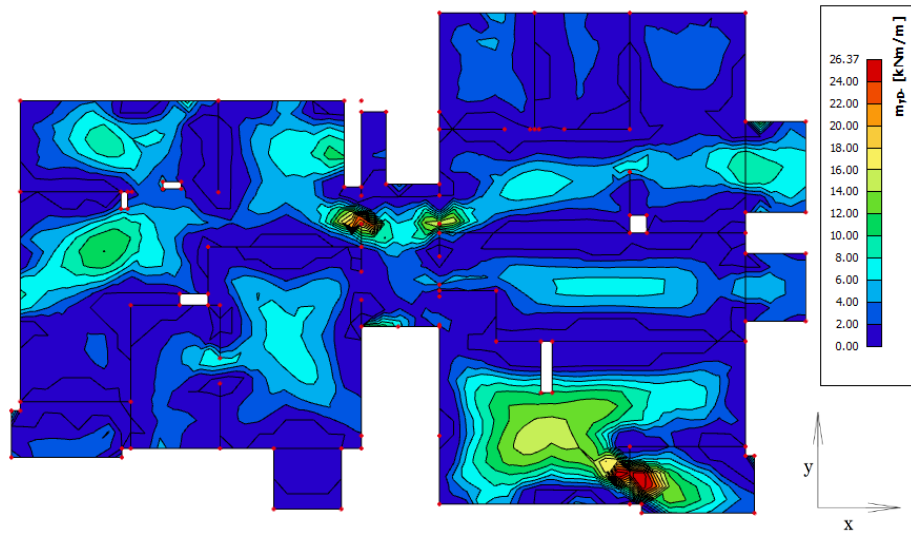
Deformace vyhovují.

VNITŘNÍ SÍLY

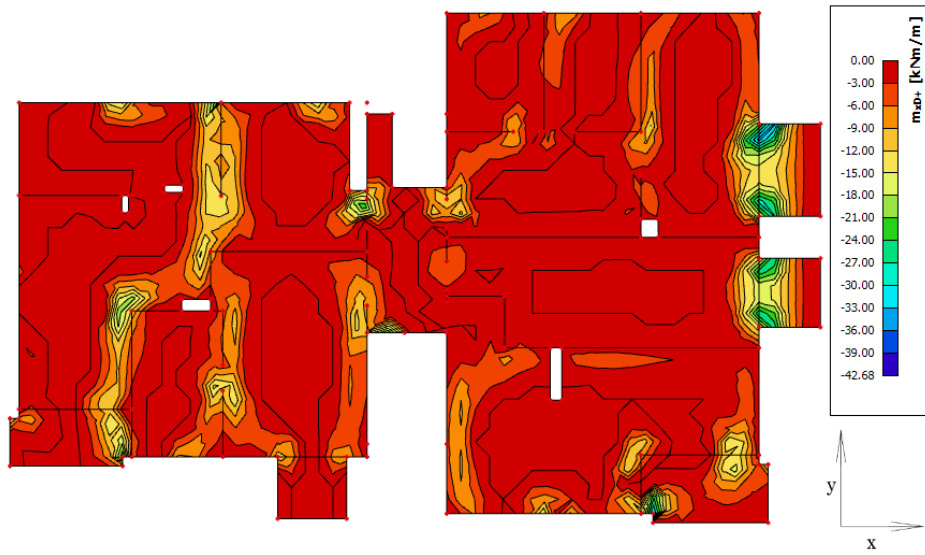
Návrhový moment u dolních vláken ve směru osy x



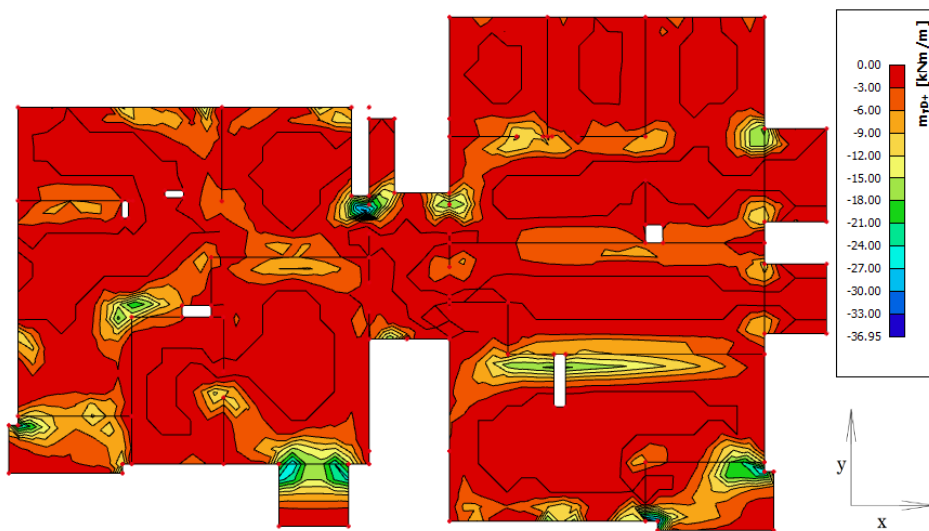
Návrhový moment u dolních vláken ve směru osy y



Návrhový moment u horních vláken ve směru osy x



Návrhový moment u horních vláken ve směru osy y



NÁVRH VÝZTUŽE

Návrh byl proveden v programu MS Excel. Z tabulky lze podle momentů z programu SCIA Engineer přiřadit odpovídající výztuž. Podrobný návrh výztuže desky bude proveden v rámci návrhu suterénu.

Materiál:											
Beton: C30/37			$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$	$\gamma_C = 1,50$	$\varepsilon_{cu3} = 3,5$	$f_{cm} = 2,9 \text{ MPa}$					
Ocel: B500B			$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$	$\gamma_S = 1,15$	$\varepsilon_{yd} = 2,17$	$\lambda = 0,80$					
$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_C} = 20,0 \text{ MPa}$			$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_S} = 434,8 \text{ MPa}$	$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}} = 0,617$	$\eta = 1,00$						
Geometrie: $h = 200 \text{ mm}$ $c = 25 \text{ mm}$											
Únosnost:											
$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{\eta \cdot \lambda \cdot b \cdot f_{cd}}$			$z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x$			$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z$					
výška tlačené oblasti [x/d]:											
$\xi = \frac{x}{d} \leq \xi_{bal,1}$			minimální vyztužení [MIN]:			maximální vyztužení [MAX]:					
			$A_{s,min} = \max\left(\frac{0,26 \cdot f_{cm} \cdot b \cdot d}{f_{yd}}; 0,0013 \cdot b \cdot d\right)$			$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$					
Průměr	10	A_s	M_{Rd}	M_{Rd}	omezení	Průměr	12	A_s	M_{Rd}	M_{Rd}	omezení
počet	po	mm ²	vnější kN	vnitřní kN		počet	po	mm ²	vnější kN	vnitřní kN	
3,3	300	261	19,0	17,8	MIN	3,3	300	376	27,0	25,0	OK
4	250	314	22,7	21,4	OK	4	250	452	32,2	29,9	OK
5	200	392	28,2	26,5	OK	5	200	565	40,0	37,1	OK
6,6	150	523	37,4	35,1	OK	6,6	150	753	52,6	48,7	OK
8	125	628	44,6	41,8	OK	8	125	904	62,6	57,8	OK
10	100	785	55,1	51,7	OK	10	100	1130	77,0	71,1	OK
13,3	75	1047	72,2	67,7	OK	13,3	75	1507	100,0	92,1	OK
Průměr	14	A_s	M_{Rd}	M_{Rd}	omezení	Průměr	16	A_s	M_{Rd}	M_{Rd}	omezení
počet	po	mm ²	vnější kN	vnitřní kN		počet	po	mm ²	vnější kN	vnitřní kN	
3,3	300	513	36,2	33,1	OK	3,3	300	670	46,5	41,9	OK
4	250	615	43,1	39,4	OK	4	250	804	55,3	49,7	OK
5	200	769	53,4	48,7	OK	5	200	1005	68,2	61,2	OK
6,6	150	1026	70,0	63,7	OK	6,6	150	1340	88,8	79,5	OK
8	125	1231	82,8	75,3	OK	8	125	1608	104,5	93,3	OK
10	100	1539	101,2	91,9	OK	10	100	2010	126,9	112,9	OK
13,3	75	2052	130,0	117,5	OK	13,3	75	2680	160,6	142,0	OK

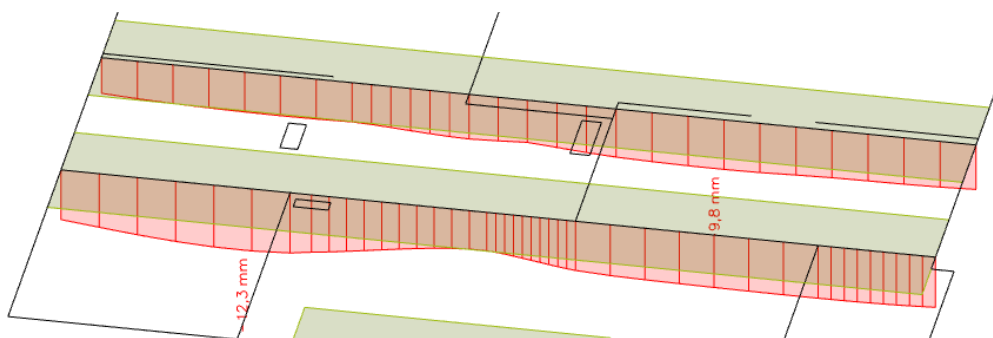
BALKONOVÉ A LODŽIOVÉ DESKY 1.NP-9.NP – 200 mm

Balkonové a lodžiové desky jsou navrženy tl. 200 mm. Do hlavní nosné konstrukce budou kotveny pomocí ISO nosníků.

TRÁM T1 – DESKY 1.NP

V rámci dispozice jednoho z obchodů jsou navrženy sloupy. Proto, aby byl zajištěn správný roznos zatížení z konstrukce nad touto částí půdorysu, jsou zde navrženy žebra desky.

DEFORMACE



$$U_{trám} = 4,3 \text{ mm}$$

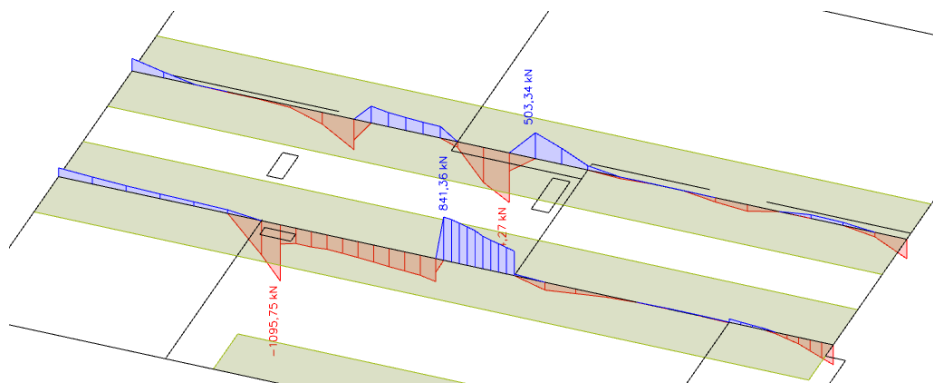
LIMITNÍ DEFORMACE

$$U_{lim, trám} = \frac{L}{250} = \frac{5750}{250} = 23 \text{ mm}$$

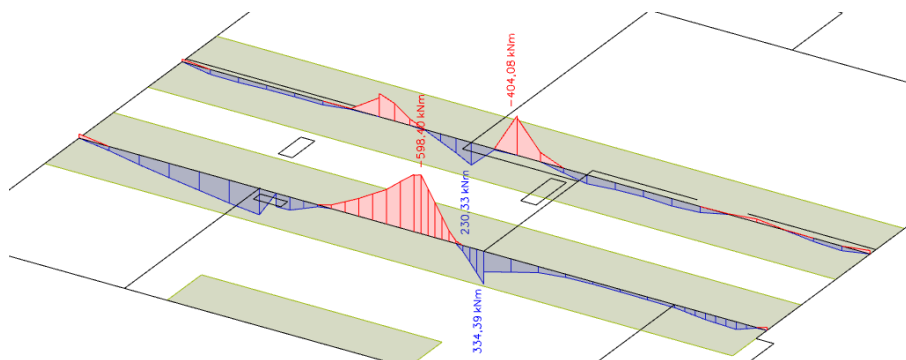
Deformace vyhovují.

VNITŘNÍ SÍLY

Posouvající síla Vz



Ohybový moment My



POSOUZENÍ

Posouzení žebra bude provedeno pomocí programu FIN EC.

Typ prvku: nosník
Prostředí: XC1

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

Vzpěr
Vzpěr není uvažován

S tlačnou výztuží je počítáno.

Obvodové třmínky
Profil: 12 mm; Vzdálenost: 100,0 mm

Spony, vnitřní třmínky svislé
Profil: 12 mm; Vzdálenost: 100,0 mm; Střihy: 2

Spony, vnitřní třmínky vodorovné
Profil: 12 mm; Vzdálenost: 100,0 mm; Střihy: 1

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):
 $\rho_{s,s} = 0,00604 \geq \rho_{s,min} = 0,00151 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 $\rho_s = 0,0129 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Stupeň vyztužení smykovou výztuží - Posouzení svisle

$\rho_{w,min} = 0,000876 \leq \rho_w = 0,00603 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 Maximální vzdálenost třmínků $s_{t,max} = 368,0 \text{ mm} \geq 100,0 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 Maximální vzdálenost větví třmínků $s_{t,max} = 368,0 \text{ mm} \geq 231,3 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed}	M_{Edy}	M_{Edz}	V_{Edz}	V_{Edy}	Posouzení
		N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	
1	Zat. případ 1	0,00	351,60	0,00	492,37	0,00	Vyhovuje
		0,00	472,06	0,00	1548,55	0,00	
2	Zat. případ 2	0,00	33,71	0,00	-7,16	0,00	Vyhovuje
		0,00	472,06	0,00	-1548,55	0,00	
3	Zat. případ 3	0,00	222,07	0,00	28,25	0,00	Vyhovuje
		0,00	472,06	0,00	1548,55	0,00	
4	Zat. případ 4	0,00	8,02	0,00	-892,07	0,00	Vyhovuje
		0,00	472,06	0,00	-1548,55	0,00	
5	Zat. případ 5	0,00	-612,24	0,00	866,63	0,00	Vyhovuje
		0,00	-657,36	0,00	1552,46	0,00	
6	Zat. případ 6	0,00	-410,31	0,00	-978,43	0,00	Vyhovuje
		0,00	-657,36	0,00	-1552,46	0,00	
7	Zat. případ 7	0,00	133,14	0,00	-364,15	0,00	Vyhovuje
		0,00	472,06	0,00	-1548,55	0,00	
8	Zat. případ 8	0,00	0,15	0,00	-1066,18	0,00	Vyhovuje
		0,00	472,06	0,00	-1548,55	0,00	

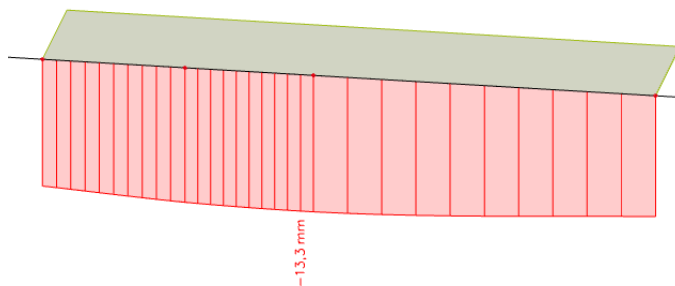
Mezní stav únosnosti VYHOVUJE

VYHOVUJE

TRÁM T2 – DESKY 1.NP

V rámci dispozice jednoho z obchodů jsou navrženy sloupy. Proto, aby byl zajištěn správný roznos zatížení z konstrukce nad touto částí půdorysu, jsou zde navrženy žebra desky.

DEFORMACE



$$U_{trám} = 2,1 \text{ mm}$$

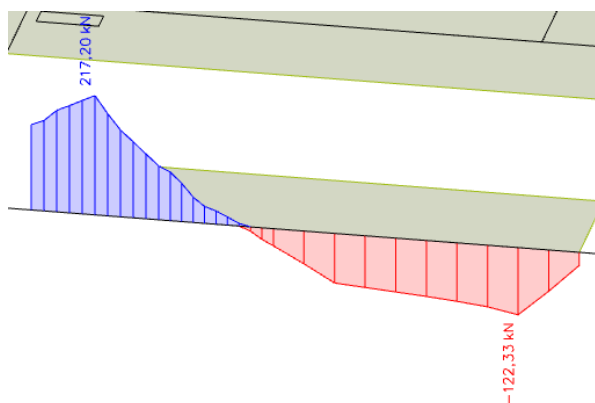
LIMITNÍ DEFORMACE

$$U_{lim, trám} = \frac{L}{250} = \frac{4300}{250} = 17,2 \text{ mm}$$

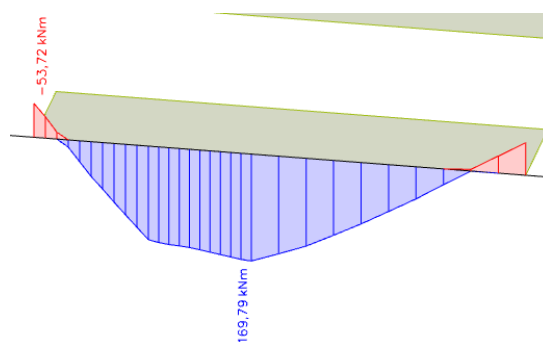
Deformace vyhovují.

VNITŘNÍ SÍLY

Posouvající síla Vz



Ohybový moment My



POSOUZENÍ

Posouzení žebra bude provedeno pomocí programu FIN EC.

Typ prvku: nosník
Prostředí: XC1

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

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

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

Vzpěr
Vzpěr není uvažován

S tlačnou výztuží je počítáno.

Obvodové třmínky
Profil: 10 mm; Vzdálenost: 150,0 mm

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):
 $\rho_{s,t} = 0,00488 \geq \rho_{s,min} = 0,00151 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 $\rho_s = 0,0122 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Stupeň vyztužení smykovou výztuží - Posouzení visle

$\rho_{w,min} = 0,000876 \leq \rho_w = 0,00524 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 Maximální vzdálenost třmínků $s_{t,max} = 400,0 \text{ mm} \geq 150,0 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 Maximální vzdálenost větvi třmínků $s_{t,max} = 492,9 \text{ mm} \geq 150,0 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed}	M_{Edy}	M_{Edz}	V_{Edz}	V_{Edy}	Posouzení
		N_{Rd}	M_{Rdy}	M_{Rdz}	V_{Rdz}	V_{Rdy}	
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	
1	Zat. případ 1	0,00	-44,35	0,00	-25,39	0,00	Vyhovuje
		0,00	-231,26	0,00	-472,67	0,00	
2	Zat. případ 2	0,00	157,42	0,00	19,92	0,00	Vyhovuje
		0,00	295,90	0,00	478,92	0,00	
3	Zat. případ 3	0,00	50,57	0,00	-105,09	0,00	Vyhovuje
		0,00	295,90	0,00	-478,92	0,00	
4	Zat. případ 4	0,00	48,12	0,00	126,38	0,00	Vyhovuje
		0,00	295,90	0,00	478,92	0,00	
5	Zat. případ 5	0,00	53,31	0,00	222,11	0,00	Vyhovuje
		0,00	295,90	0,00	478,92	0,00	
6	Zat. případ 6	0,00	-0,64	0,00	-120,74	0,00	Vyhovuje
		0,00	-231,26	0,00	-472,67	0,00	
7	Zat. případ 7	0,00	-58,00	0,00	158,65	0,00	Vyhovuje
		0,00	-231,26	0,00	472,67	0,00	
8	Zat. případ 8	0,00	167,34	0,00	-33,62	0,00	Vyhovuje
		0,00	295,90	0,00	-478,92	0,00	
9	Zat. případ 9	0,00	-50,90	0,00	-28,25	0,00	Vyhovuje
		0,00	-231,26	0,00	-472,67	0,00	
10	Zat. případ 10	0,00	158,17	0,00	19,05	0,00	Vyhovuje
		0,00	295,90	0,00	478,92	0,00	
11	Zat. případ 11	0,00	-1,10	0,00	-120,93	0,00	Vyhovuje
		0,00	-231,26	0,00	-472,67	0,00	

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE

VYHOVUJE

3.4.3 SVISLÉ KONSTRUKCE

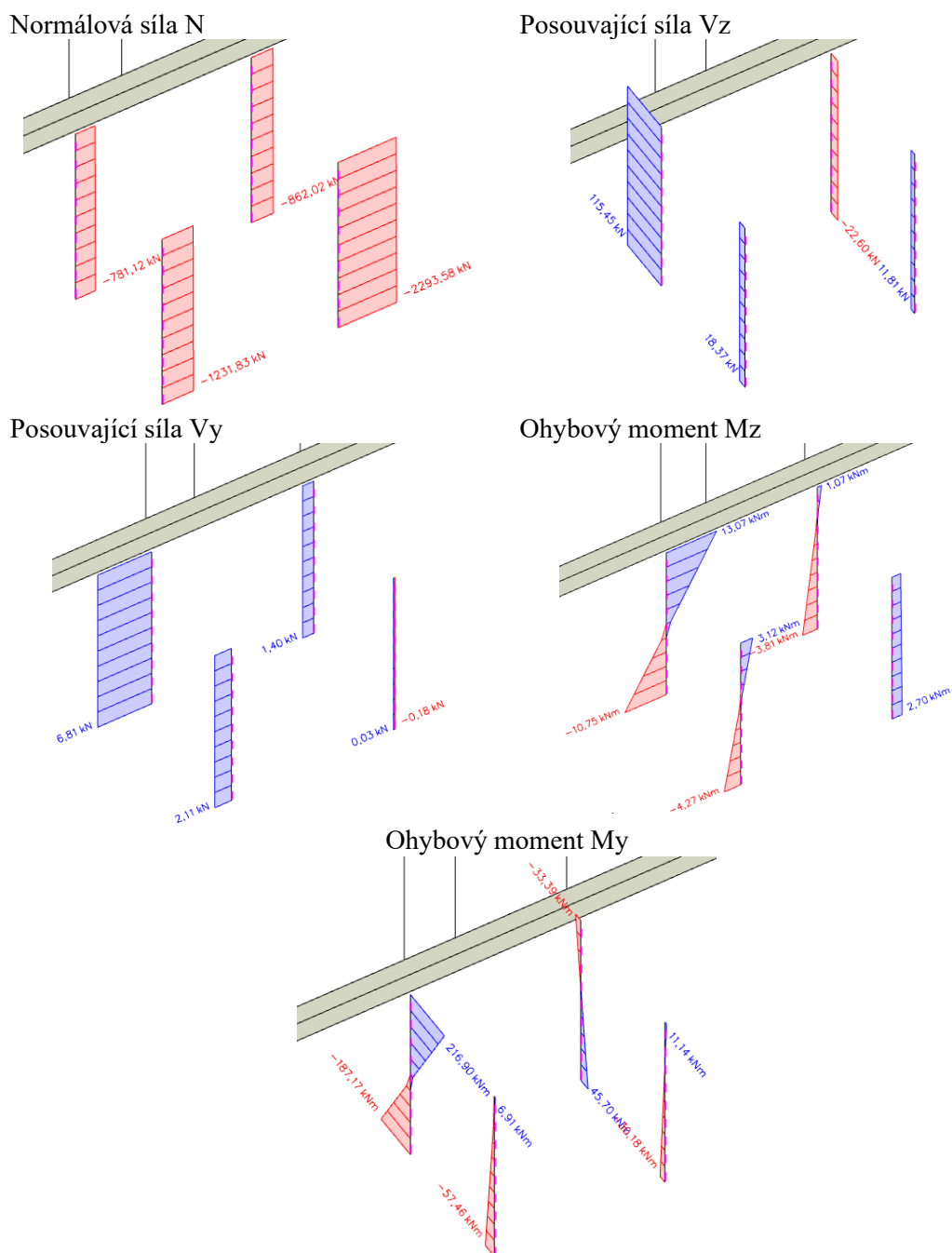
STĚNY 1.NP - 9.NP

Nosné stěny nadzemní konstrukce jsou navrženy jednotně jako železobetonové monolitické tloušťky 200 mm.

SLOUPY 1.NP

Sloupy se nacházejí v jedné z obchodních jednotek v 1.NP. Jedná se o čtyři sloupy dvou různých průřezů, na kterých je uložen Trám T1. První dvojice sloupů S1 je průřezu 200x600 mm a druhá dvojice sloupů je průřezu 200x800 mm.

VNITŘNÍ SÍLY



POSOUZENÍ

Posouzení sloupů bude provedeno pomocí programu FIN EC

SLOUP S1

Typ prvku: sloup
Prostředí: XC1

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

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

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

Vzpěr
 Vzpěrná délka kolmo na osu Y: $l_{ef,y} = 3,50 \times 1,00 = 3,50 \text{ m}$
 Vzpěrná délka kolmo na osu Z: $l_{ef,z} = 3,50 \times 1,00 = 3,50 \text{ m}$

S tlačnou výztuží je počítáno.

Obvodové těminky
 Profil: 8 mm; Vzdálenost: 200,0 mm

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Sloup (celková výztuž):
 $\rho_s = 0,0134 \geq \rho_{s,min} = 0,00268 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 $\rho_s = 0,0134 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Posouzení konstrukčních zásad těminků

Minimální průměr těminků $d = 6 \text{ mm} \leq 8 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 Maximální vzdálenost těminků $s_{d,max} = 200,0 \text{ mm} \geq 200,0 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed}	M_{Edy}	M_{Edz}	V_{Edz}	V_{Edy}	Posouzení
		N_{Rd} [kN]	M_{Rdy} [kNm]	M_{Rdz} [kNm]	V_{Rdz} [kN]	V_{Rdy} [kN]	
1	Zat. případ 1	-1397,48	7,86 → 33,05	0,83 → 51,02	9,76	-0,98	Vyhovuje
		-3043,40	53,18	82,09	221,99	-22,29	
2	Zat. případ 2	-2183,14	-39,86 → -61,11	6,87 → 49,61	14,67	-1,66	Vyhovuje
		-3043,40	-66,31	53,83	186,64	-21,12	
3	Zat. případ 3	-2184,62	-40,22 → -61,39	6,87 → 49,04	14,84	-1,64	Vyhovuje
		-3043,40	-66,04	52,75	185,75	-20,53	
4	Zat. případ 4	-1705,79	9,02 → 34,20	0,73 → 50,90	11,45	-1,41	Vyhovuje
		-3043,40	50,49	75,14	207,29	-25,53	
5	Zat. případ 5	-2186,64	-40,39 → -61,53	6,89 → 49,01	14,92	-1,65	Vyhovuje
		-3043,40	-66,10	52,64	185,65	-20,53	
6	Zat. případ 6	-2172,46	11,82 → 33,15	1,13 → 43,62	14,92	-1,65	Vyhovuje
		-3043,40	43,66	57,45	186,33	-20,61	
7	Zat. případ 7	-953,82	-29,78 → -51,40	-1,64 → -44,70	3,36	0,46	Vyhovuje
		-3043,40	-90,55	-78,75	236,60	32,39	
8	Zat. případ 8	-1408,36	-44,24 → -69,47	-2,76 → -53,02	5,32	0,86	Vyhovuje
		-3043,40	-95,25	-72,68	215,00	34,76	
9	Zat. případ 9	-1077,76	-19,33 → -42,41	0,34 → 46,32	4,37	0,76	Vyhovuje
		-3043,40	-74,94	81,85	226,37	39,37	
10	Zat. případ 10	-1410,67	-44,35 → -69,58	-2,75 → -53,02	5,33	0,85	Vyhovuje
		-3043,40	-95,32	-72,62	215,17	34,31	
11	Zat. případ 11	-899,06	-17,22 → -37,60	0,00 → -40,59	3,19	0,46	Vyhovuje
		-3043,40	-76,06	-82,12	207,81	29,97	

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE

VYHOVUJE

SLOUP S2

	<p>Typ prvku: sloup Prostředí: XC1</p> <p>Beton: C 30/37 $f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$</p> <p>Ocel podélná: B500B ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)</p> <p>Ocel příčná: B500B ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)</p> <p>Vzpěr Vzpěrná délka kolmo na osu Y: $l_{efY} = 3,50 \times 1,00 = 3,50 \text{ m}$ Vzpěrná délka kolmo na osu Z: $l_{efZ} = 3,50 \times 1,00 = 3,50 \text{ m}$</p> <p>S tlačencou výztuží je počítáno.</p> <p>Obvodové těminky Profil: 8 mm; Vzdálenost: 200,0 mm</p>																																																																																																
<p>Posouzení min. a max. stupně vyztužení</p>																																																																																																	
<p>Sloup (celková výztuž): $\rho_s = 0,00962 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow$ Vyhovuje $\rho_s = 0,00962 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ Vyhovuje</p>																																																																																																	
<p>Posouzení konstrukčních zásad těminků</p>																																																																																																	
<p>Minimální průměr těminků $d = 6 \text{ mm} \leq 8 \text{ mm} \Rightarrow$ Vyhovuje Maximální vzdálenost těminků $s_{t,max} = 200,0 \text{ mm} \geq 200,0 \text{ mm} \Rightarrow$ Vyhovuje</p>																																																																																																	
<p>Posouzení mezního stavu únosnosti</p>																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>č.</th> <th>Název</th> <th>N_{Ed} N_{Rd} [kN]</th> <th>M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]</th> <th>M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]</th> <th>V_{Edz} V_{Rdz} [kN]</th> <th>V_{Edy} V_{Rdy} [kN]</th> <th>Posouzení</th> </tr> </thead> </table>	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	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Zat. případ 1</td> <td>-373,75 -3815,75</td> <td>129,18 246,69</td> <td>6,95 → 23,69 45,20</td> <td>72,96 328,24</td> <td>3,63 16,33</td> <td>Vyhovuje</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Zat. případ 2</td> <td>-595,38 -3815,75</td> <td>-196,61 -270,57</td> <td>-9,14 → -35,80 -49,24</td> <td>113,57 323,33</td> <td>5,73 16,31</td> <td>Vyhovuje</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Zat. případ 3</td> <td>-576,48 -3815,75</td> <td>200,87 268,56</td> <td>10,92 → 36,74 49,08</td> <td>113,57 324,20</td> <td>5,73 16,36</td> <td>Vyhovuje</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Zat. případ 4</td> <td>-495,68 -3815,75</td> <td>-197,02 -270,60</td> <td>-9,13 → -35,81 -49,18</td> <td>113,78 323,33</td> <td>5,73 16,28</td> <td>Vyhovuje</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Zat. případ 5</td> <td>-576,78 -3815,75</td> <td>201,23 268,73</td> <td>10,92 → 36,75 49,04</td> <td>113,78 324,20</td> <td>5,73 16,33</td> <td>Vyhovuje</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Zat. případ 6</td> <td>-574,48 -3815,75</td> <td>-22,23 -69,88</td> <td>1,67 → 27,40 86,12</td> <td>-15,71 -320,40</td> <td>1,14 23,25</td> <td>Vyhovuje</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Zat. případ 7</td> <td>-896,83 -3815,75</td> <td>51,14 111,07</td> <td>-3,39 → -43,55 -94,58</td> <td>-24,47 -306,29</td> <td>1,68 21,03</td> <td>Vyhovuje</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Zat. případ 8</td> <td>-907,09 -3815,75</td> <td>50,69 109,38</td> <td>-3,46 → -44,08 -95,12</td> <td>-24,17 -305,25</td> <td>1,72 21,72</td> <td>Vyhovuje</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Zat. případ 9</td> <td>-906,78 -3815,75</td> <td>50,95 109,83</td> <td>-3,48 → -44,09 -95,03</td> <td>-24,29 -305,25</td> <td>1,73 21,74</td> <td>Vyhovuje</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Zat. případ 10</td> <td>-887,88 -3815,75</td> <td>-34,07 -79,73</td> <td>2,59 → 42,35 99,10</td> <td>-24,29 -306,21</td> <td>1,73 21,81</td> <td>Vyhovuje</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>Zat. případ 11</td> <td>-877,93 -3815,75</td> <td>-34,51 -81,40</td> <td>2,49 → 41,81 98,60</td> <td>-24,47 -307,25</td> <td>1,68 21,09</td> <td>Vyhovuje</td> </tr> </tbody> </table>	1	Zat. případ 1	-373,75 -3815,75	129,18 246,69	6,95 → 23,69 45,20	72,96 328,24	3,63 16,33	Vyhovuje	2	Zat. případ 2	-595,38 -3815,75	-196,61 -270,57	-9,14 → -35,80 -49,24	113,57 323,33	5,73 16,31	Vyhovuje	3	Zat. případ 3	-576,48 -3815,75	200,87 268,56	10,92 → 36,74 49,08	113,57 324,20	5,73 16,36	Vyhovuje	4	Zat. případ 4	-495,68 -3815,75	-197,02 -270,60	-9,13 → -35,81 -49,18	113,78 323,33	5,73 16,28	Vyhovuje	5	Zat. případ 5	-576,78 -3815,75	201,23 268,73	10,92 → 36,75 49,04	113,78 324,20	5,73 16,33	Vyhovuje	6	Zat. případ 6	-574,48 -3815,75	-22,23 -69,88	1,67 → 27,40 86,12	-15,71 -320,40	1,14 23,25	Vyhovuje	7	Zat. případ 7	-896,83 -3815,75	51,14 111,07	-3,39 → -43,55 -94,58	-24,47 -306,29	1,68 21,03	Vyhovuje	8	Zat. případ 8	-907,09 -3815,75	50,69 109,38	-3,46 → -44,08 -95,12	-24,17 -305,25	1,72 21,72	Vyhovuje	9	Zat. případ 9	-906,78 -3815,75	50,95 109,83	-3,48 → -44,09 -95,03	-24,29 -305,25	1,73 21,74	Vyhovuje	10	Zat. případ 10	-887,88 -3815,75	-34,07 -79,73	2,59 → 42,35 99,10	-24,29 -306,21	1,73 21,81	Vyhovuje	11	Zat. případ 11	-877,93 -3815,75	-34,51 -81,40	2,49 → 41,81 98,60	-24,47 -307,25	1,68 21,09	Vyhovuje
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	-373,75 -3815,75	129,18 246,69	6,95 → 23,69 45,20	72,96 328,24	3,63 16,33	Vyhovuje																																																																																										
2	Zat. případ 2	-595,38 -3815,75	-196,61 -270,57	-9,14 → -35,80 -49,24	113,57 323,33	5,73 16,31	Vyhovuje																																																																																										
3	Zat. případ 3	-576,48 -3815,75	200,87 268,56	10,92 → 36,74 49,08	113,57 324,20	5,73 16,36	Vyhovuje																																																																																										
4	Zat. případ 4	-495,68 -3815,75	-197,02 -270,60	-9,13 → -35,81 -49,18	113,78 323,33	5,73 16,28	Vyhovuje																																																																																										
5	Zat. případ 5	-576,78 -3815,75	201,23 268,73	10,92 → 36,75 49,04	113,78 324,20	5,73 16,33	Vyhovuje																																																																																										
6	Zat. případ 6	-574,48 -3815,75	-22,23 -69,88	1,67 → 27,40 86,12	-15,71 -320,40	1,14 23,25	Vyhovuje																																																																																										
7	Zat. případ 7	-896,83 -3815,75	51,14 111,07	-3,39 → -43,55 -94,58	-24,47 -306,29	1,68 21,03	Vyhovuje																																																																																										
8	Zat. případ 8	-907,09 -3815,75	50,69 109,38	-3,46 → -44,08 -95,12	-24,17 -305,25	1,72 21,72	Vyhovuje																																																																																										
9	Zat. případ 9	-906,78 -3815,75	50,95 109,83	-3,48 → -44,09 -95,03	-24,29 -305,25	1,73 21,74	Vyhovuje																																																																																										
10	Zat. případ 10	-887,88 -3815,75	-34,07 -79,73	2,59 → 42,35 99,10	-24,29 -306,21	1,73 21,81	Vyhovuje																																																																																										
11	Zat. případ 11	-877,93 -3815,75	-34,51 -81,40	2,49 → 41,81 98,60	-24,47 -307,25	1,68 21,09	Vyhovuje																																																																																										
<p>Mezní stav únosnosti VYHOVUJE</p>																																																																																																	
<p style="text-align: right;">VYHOVUJE</p>																																																																																																	

3.4.4 SCHODIŠTĚ

Schodiště navržené v nadzemní části i v suterénu bude železobetonové. Bude složeno s monolitických podest a prefabrikovaných schodišťových prostých ramen. Podesty budou kotveny na vylamovací výztuž k nosným železobetonovým stěnám a jednotlivá ramena budou uloženy na ozub v podestě nebo stropní desce. Geometrie a přesné dimenze schodiště nejsou v rámci diplomové práce řešeny.

4 SUTERÉN

V rámci této kapitoly bude podrobně navržena konstrukce suterénu. V úvodu jsou shrnuty vstupní parametry pro návrh suterénu a založení objektu. Nejprve bude navržena přechodová deska mezi nadzemní a podzemní částí objektu. Poté se návrh zabývá návrhem vnitřních nosných konstrukcí bez styku se zemínou a na závěr kapitoly je navržena konstrukce bílé vany. V úvodu návrhu bílé vany jsou shrnuty základní informace a principy výpočtu, které jsou poté aplikovány v návrhu. Návrh všech konstrukcí vychází z globálního modelu v programu SCIA Engineer. Součástí suterénu je také rampa, která umožňuje vjezd vozidel do 1.PP. V rámci práce, není podrobně řešena.

4.1 KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ SUTERÉNU

Objekt bytového domu má dvě podzemní podlaží. konstrukce je řešena jako železobetonová monolitická konstrukce. Konstruktivní systém 1.PP je kombinovaný. V prostoru parkovacích stání se jedná o sloupový systém a část nacházející se kolem schodiště je systémem stěnovým. Konstruktivní systém 2.PP je stěnový. Druhý suterén je jiného půdorysu než 1.PP. Zabírá pouze zhruba třetinu půdorysu prvního suterénu. Půdorysně je situován v místě nadzemní části objektu. Z pohledu vodoneprupnosti je suterén řešen jako bílá vana. Na vodonepropustnost budou podrobně posuzovány konstrukce obou suterénu na styku se zemínou.

SCHÉMA KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ ZÁKLADOVÉ DESKY 2.PP

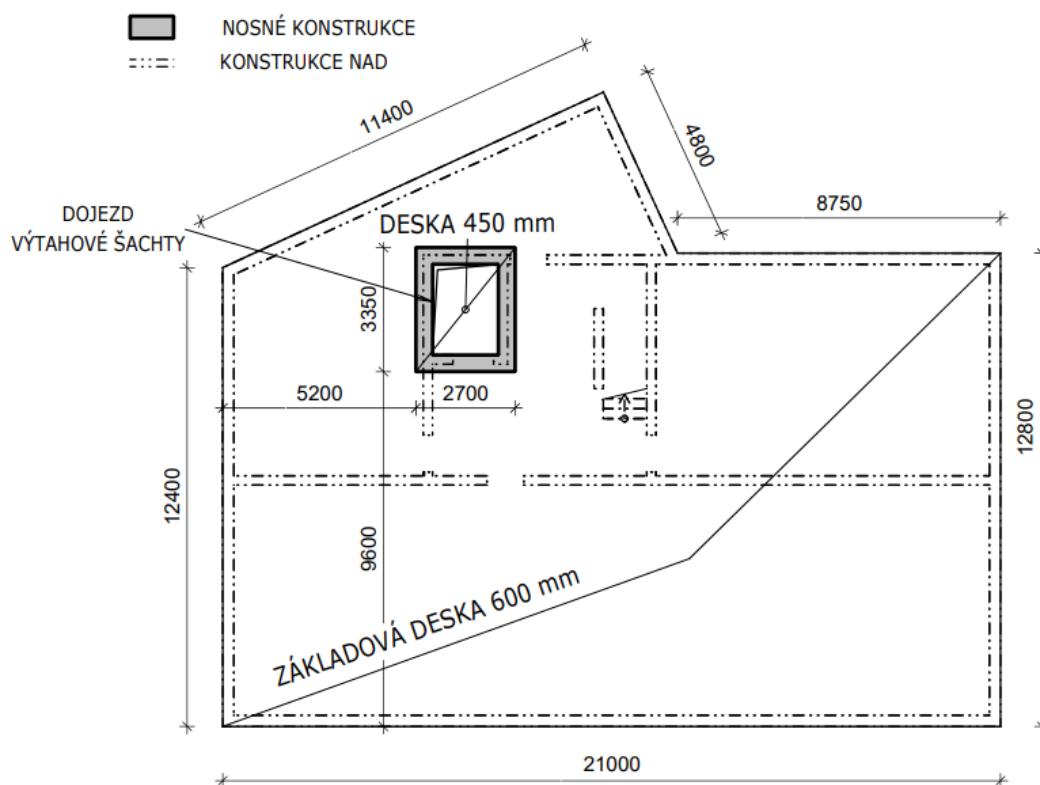


SCHÉMA KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ 2.PP

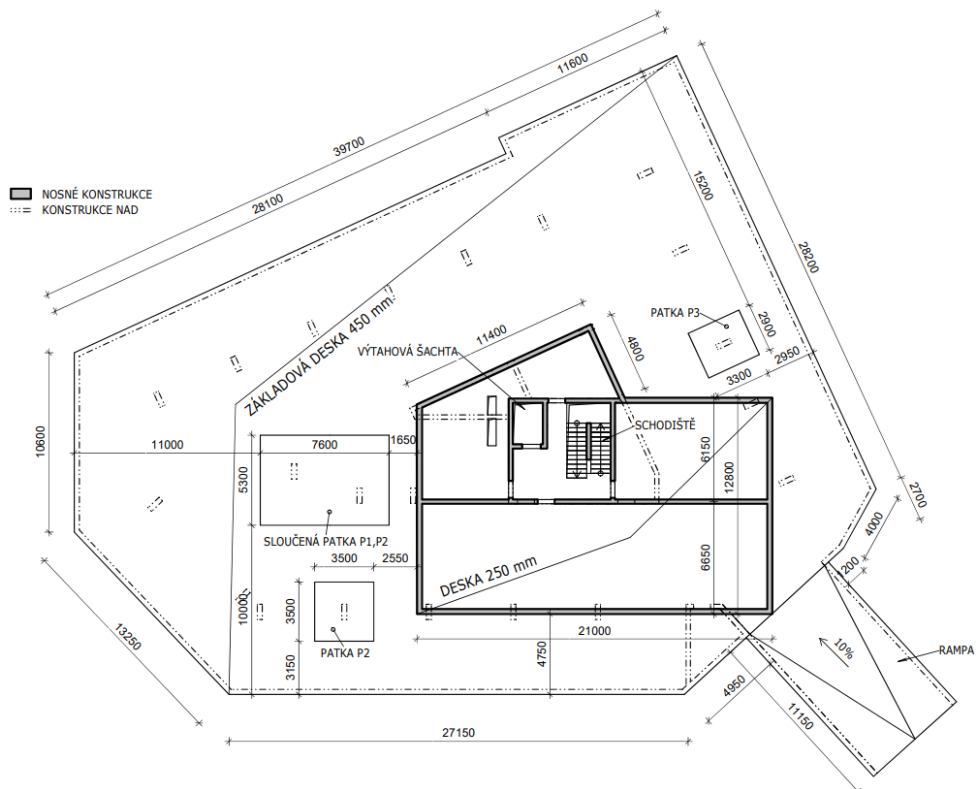
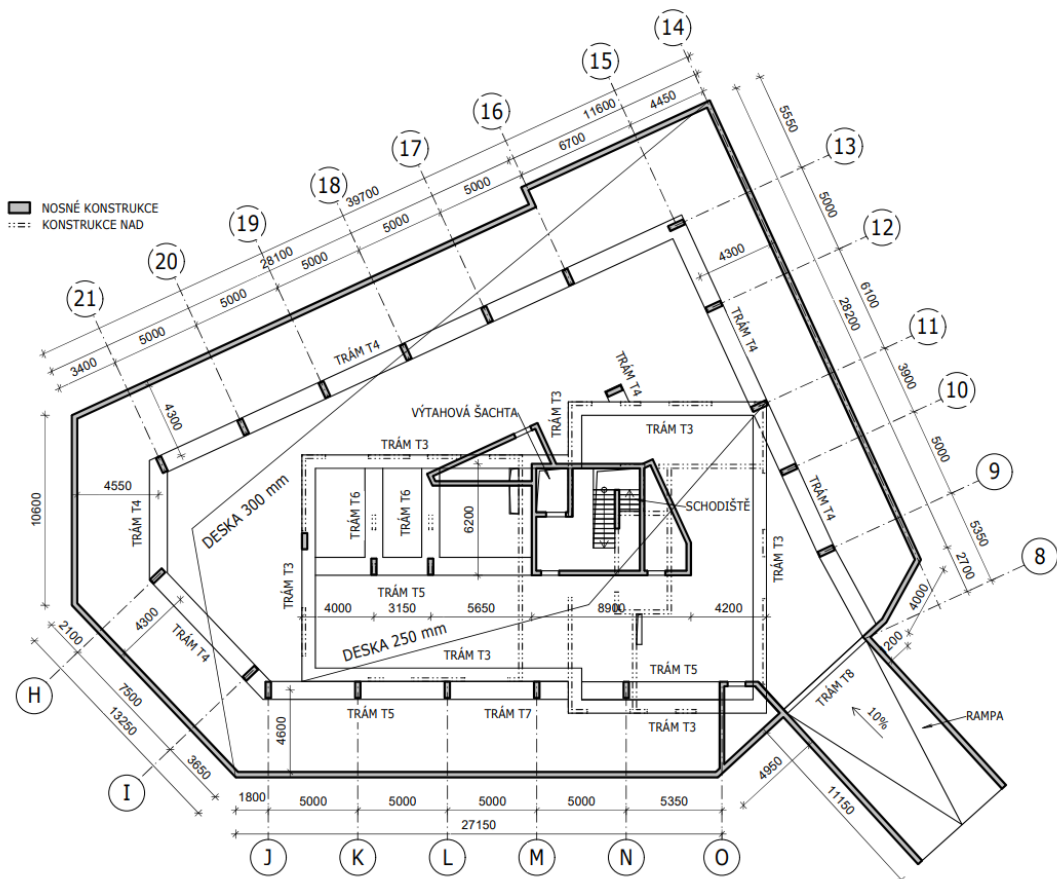


SCHÉMA KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ 1.PP



4.2 VSTUPNÍ PARAMETRY PRO ZALOŽENÍ

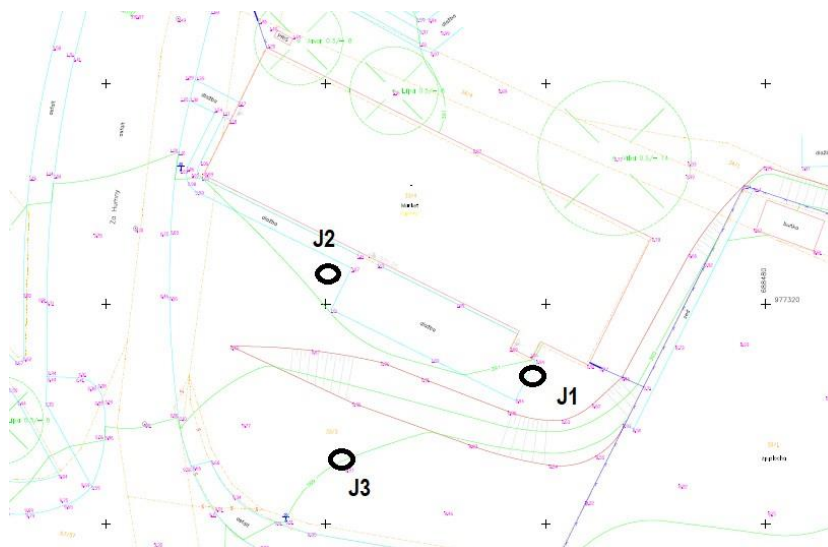
PRINCIP

V rámci modelu byl využit modul SOIL INTERACTION, který je schopen uvažovat co nejvíce realisticky spolupůsobení samotné konstrukce s podložím. Pro namodelování podloží byl využit inženýrsko-geologický průzkum, který byl na předmětném pozemku proveden autorizovaným geotechnikem. Vstupem byly sondy. Dle těchto sond si program namodeloval poloprostor podloží.

STRUČNÉ SHRNUÍ ZÁKLADOVÝCH POMĚRŮ [2]

Na pozemku byly v rámci inženýrsko-geologického průzkumu provedeny tři vrty rozmístěné dle situace. Dle vrtů je patrné souvrství a poloha podzemní vody

SITUACE VRTŮ



VRT J1

- | | |
|---------------|---|
| 0,00 – 0,20 m | dm + hlína humozní – navezená
la. geotyp – F60Y |
| 0,20 – 2,70 m | navážka – svrchu – do 0,7 m štěrkovito-písčítá, od 0,7-2,0 jíl měkký,
od 2,0-2,7 m stavební odpad – cihly, malta, štěrk + jíl a písek jílovitý
nekonsolidovaná, nehomogenní, vlhká
la. geotyp - F+S+G+Cb)Y |
| 2,70 – 2,80 m | hlína tmavě hnědá, humozní, jílovitá – relikt původního humozního krytu
lb. geotyp – F60 |
| 2,80 – 3,90 m | hlína hnědá, světlehnědá, šedé smouhy, sprašová, charakteru jilu se střední
plasticitou, vlhká, tuhá konzistence
ll. geotyp – F6 (Cl), tuhá |
| 3,90 – 4,50 m | hlína šedá, rezavá, hnědo šedá, jílovito-štěrkovitá i jílovito-písčítá, s valouny do 5 cm,
na bázi zvodněná, jinak vlhká, tuhá konzistence
lll. geotyp – F2(CG) – F4(CS), tuhá |
| 4,50 – 9,50 m | eluvium šedé, rezavé, hnědošedé, resp. rozložená žula charakteru stmelého,
žulového, ostrohranného písčitého štěrku a štěrkovitého písku
s příměsí jemnozrné frakce, slabě vlhkého
IV. geotyp – G3 (G-F) – S3 (S-F) - R6 |
| 9,50 – 10,0 m | žula šedá, rezavě šedá, zcela zvětralá, slabě rozpukaná
V. geotyp – R5 |

→ podzemní voda ve vrtu J1 byla zastižena v hloubce 4,4 metru.

VRT J2

- 0,00 – 0,30 m štěrkodřev vedle zámkové dlažby – frakce 8-16 mm + 32-63 mm
la. geotyp – G2Y
- 0,30 – 1,70 m **navážka** – jílu tmavě šedý, písčité, štěrkovitý, vlhký, tuhý, částečně konsolidovaný
la. geotyp - (F4+F2)Y
- 1,70 – 2,00 m **hlína** tmavě hnědá, humózní, jílovitá – původní humózní kryt, vlhká, tuhá
lb. geotyp – F6O
- 2,00 – 2,60 m **hlína** šedo hnědá, šedé smouhy, sprašová, charakteru jílu se střední plasticitou, vlhká, tuhá konzistence
ll. geotyp – F6 (Cl), tuhá
- 2,60 – 4,60 m **hlína** rezavá, hnědá, jílovito-štěrkovitá i jílovito-písčítá, s valouny do 5 cm, s polohami jílovitého štěrku, zavlhá, tuhá, v jedné z poloh štěrku v hloubce 3,8 m byl ověřen silný přítok vody
lll. geotyp – F2(CG) – F4(CS), tuhá + G5(GC)
- 4,60 – 8,00 m **eluvium** šedé, rezavé, hnědošedé, resp. rozložená žula charakteru stmelového, žulového, ostrohranného písčitého štěrku a štěrkovitého písku s příměsí jemnozrné frakce, slabě vlhkého
IV. geotyp – G3 (G-F) – S3 (S-F) - R6

→ podzemní voda ve vrtu J2 byla zastižena v hloubce 3,8 metru.

VRT J3

- 0,00 – 0,20 m **dm + hlína** humózní – navezená, vlhká, tuhá konzistence
la. geotyp – F6OY
- 0,20 – 0,70 m **navážka** – svrchu jílovitá, pak i s úlomky cihel a se štěrkem a s kameny, vlhká, s průsaky podpovrchové vody z jamního tání
la. geotyp - (F4+F2)Y
- 0,70 – 0,90 m **hlína** tmavě hnědá, humózní, jílovitá – původní humózní kryt, vlhká, tuhá-pevná
lb. geotyp – F6O
- 0,90 – 2,20 m **hlína** světle hnědá, šedé smouhy, sprašová, charakteru jílu se střední plasticitou, vlhká, tuhá konzistence
ll. geotyp – F6 (Cl), tuhá
- 2,20 – 2,60 m **hlína** rezavě hnědá, jílovito-písčítá, vlhká, tuhá konzistence
lll. geotyp – F4(CS), tuhá
- 2,60 – 2,90 m **hlína** rezavě hnědá, jílovito-štěrkovitá, vlhká, tuhá
lll. geotyp – F2(CG), tuhá
- 2,90 – 3,60 m **písek** rezavý, šedý, hrubozrný, jílovitý, s tuhým výplně, silně vlhký
lll. geotyp – S5 (SC), tuhá výplň
- 3,60 – 4,00 m **eluvium** šedé, rezavé, resp. rozložená žula charakteru stmelového, žulového, ostrohranného písčitého štěrku a štěrkovitého písku s příměsí jemnozrné frakce
IV. geotyp – G3 (G-F) – S3 (S-F) - R6

→ podzemní voda ve vrtu J1 byla zastižena v hloubce 2,6 metru.

Ve všech třech sondách byla zastižena podzemní voda, ve které byla zjištěna zvýšená hodnota agresivního oxidu uhličitého, a to dle normy ČSN EN 206-1 splňuje parametry pro chemické prostředí XA2.

CHARAKTERISTIKY ZASTIŽENÝCH ZEMIN [2]

V rámci IGP byly určeny charakteristiky zastižených zemin. Tyto parametry byly použity pro modelování vrtů v programu SCIA Engineer.

geotyp	ν 1	β 1	γ (kN.m ⁻³)	E_{def} (MPa)	C_u (kPa)	C_{ef} (kPa)	ϕ_u (°)	ϕ_{ef} (°)
la-lb	nevhodná základová půda							
II - F6, tuhá konzistence	0,4	0,47	21	5	50	11	0	18
III - F4-F2+G5, S5, tuhá	0,35	0,62	19,5	15	60	12	0	25
IV - G3, S3 - R6	0,25	0,83	19	80	-	0	-	36
V - R5	0,25	-	-	330	-	-	-	-

ÚNOSNOST ZASTIŽENÝCH ZEMIN [2]

V rámci IGP byly určeny únosnosti zastižených zemin. Tyto parametry byly použity pro posouzení kontaktního napětí v základové spáře.

geotyp	hloubka založení (m) pod HTÚ	šířka základu (m)	R _{dt} = q _{dt} (kPa)
la-lb	nevhodná základová půda		
II - F6, tuhá konzistence	0,8-1,5	do 3,0	100
III - F4-F2 + polohy G5,S5, tuhá	0,8-1,5	do 3,0	175
IV - G3, S3 - R6	-	-	300
V - R5	-	-	600

4.3 ZATÍŽENÍ

STÁLÉ ZATÍŽENÍ

Výpočet stálého zatížení je dle ČSN EN 1991-1-1.

NOSNÉ KONSTRUKCE

Vlastní tíha nosných konstrukcí je v rámci návrhu uvažována automaticky výpočetním softwarem. Všechny nosné konstrukce v řešeném objektu jsou železobetonové. Objemová tíha betonu bude uvažována 2500 kg/m³.

ZATÍŽENÍ OD TECHNOLOGIE

V rámci suterénu je uvažováno s podvěšenou technologií na stropech. Z důvodu neznalosti přesného rozmístění technologie je zatížení uvažováno jako plošné.

$$g_k = 0,8 \text{ kN/m}^2$$

ZATÍŽENÍ OD PŘÍČEK

Příčky se nachází pouze v rámci 1.PP, kde tvoří technické místnosti. Zatížení od příček je jen lokální. Proto bude nahrazeno liniovým zatížením. Bude se jednat o vápenopískové příčky tl. 150 mm.

$$\text{Plošná hmotnost} \rightarrow 335 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Výška} \rightarrow h = 3 \text{ m}$$

$$g_k = 3,35 \cdot 3 = 10,1 \text{ kN/m}$$

ZATÍŽENÍ OD SKLEPNÍCH KÓJÍ

Ve 2.PP se nacházejí převážně sklepní kóje. Bude se jednat o kóje ze systémových příček z ocelových lamel. Zatížení působící na desku bude převedeno na plošné.

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

ZATÍŽENÍ OD SCHODIŠTĚ

Schodiště je řešeno totožně jako v nadzemních deskově modelováno v rámci globálního modelu. Vlastní tíha schodiště a podest je tedy počítána programem. Zatížení uvažováno na schodiště je uvedeno ve skladbách konstrukcí a v tabulce užitého zatížení.

SKLADBY KONSTRUKCÍ

Zatížení od skladeb konstrukcí bylo spočteno v rámci tabulek MS Excel.

ST.5 - PODLAHA SPOLEČNÉ PROSTORY - 1.NP	Tloušťka	Obj. hmotnost	Char. zatížení	γ	Návrh. zatížení
-	mm	kN/m ³	kN/m ²	-	kN/m ²
Nášlapná vrstva - dlažba	15	22	0,33	1,35	0,446
Betonová mazanina	45	25	1,125		1,519
Kroječová izolace - RIGIFLOOR 4000	30	0,3	0,009		0,012
Izolace v podhledu	200	0,3	0,06		0,081
Celkem			1,524		2,057

ST.6 - DVOJITÁ PODLAHA OBCHOD 1.NP	Tloušťka	Obj. hmotnost	Char. zatížení	γ	Návrh. zatížení
-	mm	kN/m ³	kN/m ²	-	kN/m ²
Nášlapné deska na terčích	-	-	0,2	1,35	0,270
Betonová mazanina	45	25	1,125	1,35	1,519
Kroječová izolace - RIGIFLOOR 4000	30	0,3	0,009	1,35	0,012
Izolace v podhledu	200	0,3	0,06	1,35	0,081
Celkem			1,394		1,882

ST.7 - PODLAHA 2.PP, 1.PP	Tloušťka	Obj. hmotnost	Char. zatížení	γ	Návrh. zatížení
-	mm	kN/m ³	kN/m ²	-	kN/m ²
Samonivelační stěrka	20	20	0,4	1,35	0,540
Celkem			0,4		0,540

ST.8 - ZELENÁ SKLADBA NAD SUTERÉNEM 1.I	Tloušťka	Obj. hmotnost	Char. zatížení	γ	Návrh. zatížení
-	mm	kN/m ³	kN/m ²	-	kN/m ²
Rozchodníkový koberec + substrát	850	20	17	1,35	22,950
Hydroizolace + separace+nopovka	-	-	0,1		0,135
Spádová vrstva z tepelné izolace	50-350	0,35	0,1225		0,165
Celkem			17,2225		23,250

ST-9 - SCHODIŠTĚ	Tloušťka	Obj. hmotnost	Char. zatížení	γ	Návrh. zatížení
-	mm	kN/m ³	kN/m ²	-	kN/m ²
Nášlapná vrstva dlažba+lepidlo	15	22	0,33	1,35	0,446
Celkem			0,33		0,446

UŽITNÉ ZATÍŽENÍ

Výpočet užitého zatížení je dle ČSN EN 1991-1-2.

OBECNĚ

V následující tabulce jsou vypsány působící užité zatížení.

Popis	Charakteristické	γ_f	Návrhové
	[kN/m ²]	-	[kN/m ²]
OBYTNÉ PLOCHY (Kategorie A)	1,5	1,5	2,3
OBCHODNÍ PLOCHY (Kategorie D1)	5	1,5	7,5
GARÁŽE (Kategorie F)	2,5	1,5	3,8
SKLADY (Kategorie E)	7	1,5	10,5
SCHODIŠTĚ (Kategorie A)	3	1,5	4,5
TECHNICKÁ MÍSTNOST	5	1,5	7,5

ZATÍŽENÍ OD SNĚHU

Zatížení sněhem působí na stropní konstrukci 1.PP. Zatížení má hodnotu 1,6 kN/m². Podrobně je navrženo v rámci zatížení nadzemní části konstrukce.

VZTLAK OD PŮSOBENÍ VODY NA ZÁKLADOVOU DESKU

Vztlak od podzemní vody působící na základové desky je uvažován z průměrné hodnoty hladiny.

$$h_v = \frac{4,4 + 3,8 + 2,6}{3} = 3,6 \text{ m} \rightarrow \text{průměrná výška hladiny podzemní vody}$$

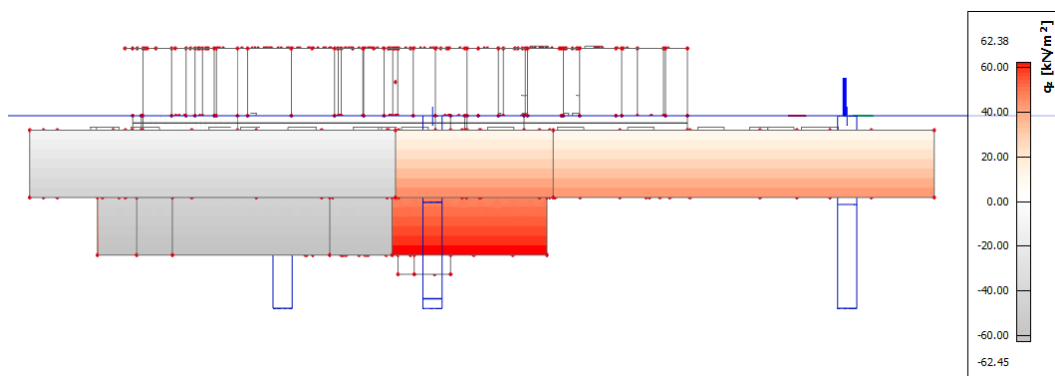
Pro základovou desku 1.PP odpovídá vodní sloupec 1,15 m, což odpovídá síle $g_k = 11,5 \text{ kN/m}^2$.

Pro základovou desku 2.PP odpovídá vodní sloupec 4,1 m, což odpovídá síle $g_k = 41 \text{ kN/m}^2$.

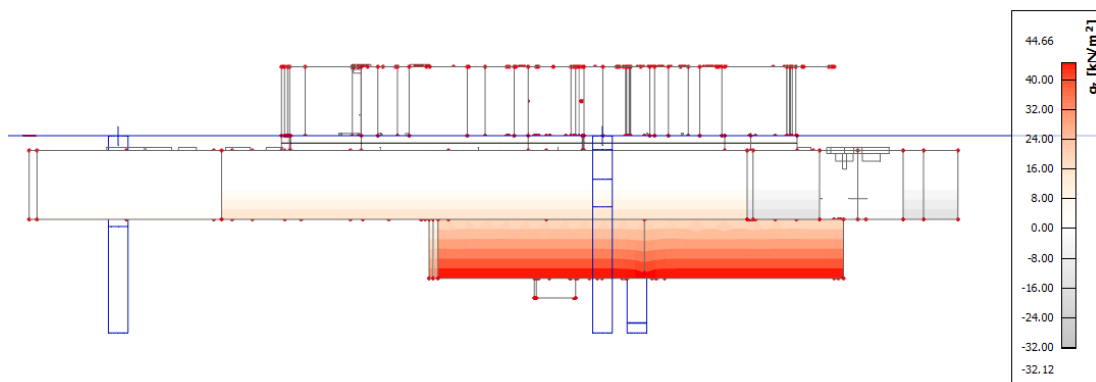
ZEMNÍ A HYDROSTATICKÝ TLAK NA SUTERÉNNÍ STĚNY

Zemní a hydrostatický tlak na konstrukci vychází z programu SCIA Engineer.

ZEMNÍ TLAK

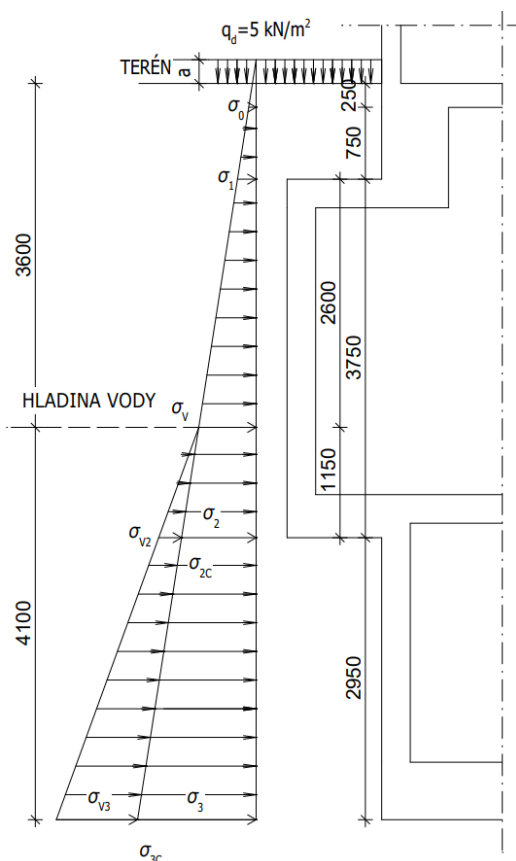


HYDROSTATICKÝ TLAK



RUČNÍ VÝPOČET

Pro ověření správného fungování programu byl proveden ruční výpočet zemního a hydrostatického tlaku. Uvažované hodnoty ručního výpočtu jsou provedeny s průměrnými hodnotami.



$$h_v = \frac{4,4 + 3,8 + 2,6}{3} = 3,6 \text{ m}$$

$$v = \frac{0,4 + 0,35 + 0,3}{3} = 0,35$$

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$a = \frac{q_d}{\gamma} = \frac{5}{20} = 0,25 \text{ m}$$

$$\sigma_p = a * \gamma * K_0 = 0,25 * 20 * 0,54$$

$$\sigma_p = 2,7 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_0 = \sigma_p + h * \gamma * K_0 = 2,7 + 0,25 * 20 * 0,54$$

$$\sigma_0 = 5,4 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_1 = \sigma_0 + h * \gamma * K_0 = 5,4 + 0,75 * 20 * 0,54$$

$$\sigma_1 = 13,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_v = \sigma_1 + h * \gamma * K_0 = 13,5 + 2,6 * 20 * 0,54$$

$$\sigma_v = 41,85 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{2c} = \sigma_2 + \sigma_{v2} = \sigma_v + h * \gamma * K_0 + \gamma_v * h =$$

$$= 41,85 + 1,15 * 20 * 0,54 + 10 * 1,15 =$$

$$\sigma_{2c} = 60,3 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{3c} = \sigma_3 + \sigma_{v3} = \sigma_{2c} + h * \gamma * K_0 + \gamma_v * h =$$

$$= 60,3 + 2,95 * 20 * 0,54 + 10 * 2,95$$

$$\sigma_{3c} = 122,7 \text{ kN/m}^2$$

SROVNÁNÍ RUČNÍHO VÝPOČTU A VÝSTUPU Z PROGRAMU

$$\frac{122,7}{107} = 1,15 \rightarrow \text{rozdíl 15\%}$$

Ze závěru ručního výpočtu lze vyvodit, že modul SOIL INTERACTION počítá součet tlaků správně. Maximální hodnota ručního výpočtu s průměrnými hodnotami je v součtu zemního a hydrostatického tlaku je 122,7 kN/m³. Výstup přesného výpočtu z programu SCIA Engineer je 107 kN/m³. Rozdíl je 15%.

4.4 MATERIÁLY

BETON

Základové desky:	C30/37 XC2, XA2 – CL 0,2 – Dmax 16 – S3
Suterénní stěny:	C30/37 XC2, XA2 – CL 0,2 – Dmax 16 – S3
Svislé nosné vnitřní konstrukce:	C30/37 XC1 – CL 0,2 – Dmax 16 – S3
Přechodová deska:	C30/37 XC2 – CL 0,2 – Dmax 16 – S3
Vnitřní stropní desky:	C30/37 XC1 – CL 0,2 – Dmax 16 – S3
Vnitřní schodiště:	C30/37 XC1 – CL 0,2 – Dmax 16 – S3

OCEL

Betonářská výztuž:	B500B
--------------------	-------

MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

BETON C30/37:

Charakteristická pevnost betonu v tlaku:	$f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$
Střední hodnota pevnosti betonu v tlaku:	$f_{cm} = 38,0 \text{ MPa}$
Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu:	$\gamma_c = 1,50$
Návrhová pevnost betonu v tlaku:	$f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 30/1,50 = 20,0 \text{ MPa}$
Střední pevnost betonu v tahu:	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$
Hodnota modulu pružnosti betonu:	$E_c = 32 \text{ GPa}$

BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ:

Charakteristická mez kluzu oceli:	$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$
Dílčí součinitel spolehlivosti materiálu:	$\gamma_s = 1,50$
Návrhová mez kluzu oceli:	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 500/1,15 = 435 \text{ MPa}$
Hodnota modulu pružnosti oceli:	$E_s = 200 \text{ GPa}$
Poměrné přetvoření na mezi kluzu oceli:	$\varepsilon_{yd} = f_{yd}/E_s = 434,78/200 \cdot 10^3 = 0,00217$

4.5 STYKOVÁNÍ VÝZTUŽE

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 $f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,9925 \text{ Mpa}$

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 přivařeného výztuže	není příčně přivařeného 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

4.6 NÁVRH KONSTRUKCÍ SUTERÉNU

V této kapitole budou navrženy všechny konstrukce suterénu, kromě bílé vany. Bílá vana a založení objektu bude navrženo v samostatných kapitolách.

4.6.1 SPOLEČNÉ PRINCIPY VÝPOČTU

VNITŘNÍ SÍLY

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

DEFORMACE

Výpočet deformace konstrukce vychází z kvazistálé kombinace zatížení a je v ní zauvažováno 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 všech desek a průvlaků.

KRYCÍ VRSTVA – PŘECHODOVÁ DESKA NA STYKU SE ZEMINOU

Beton pro výpočet krytí: **C30/37 XC2, XA2 – CL 0,2 – Dmax 16 – S3.**

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

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

$$c_{mindur} = 25 \text{ mm}$$

$$c_{minb} = 14 \text{ mm} \dots (\text{předpoklad profilu } 14 \text{ mm})$$

$$c_{min} = \max(14; 25; 10) = 25 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 25 + 10 = 35 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad \text{volím krytí } c = 35 \text{ mm}$$

KRYCÍ VRSTVA – VNITŘNÍ KONSTRUKCE

Beton pro výpočet krytí: **C30/37 XC1 – CL 0,2 – Dmax 16 – S3.**

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

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

$$c_{mindur} = 15 \text{ mm}$$

$$c_{minb} = 12 \text{ mm} \dots (\text{předpoklad profilu } 12 \text{ mm})$$

$$c_{min} = \max(12; 15; 10) = 15 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 15 + 10 = 25 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad \text{volím krytí } c = 25 \text{ mm}$$

4.6.2 NÁVRH PŘECHODOVÉ DESKY – STROP 1.PP

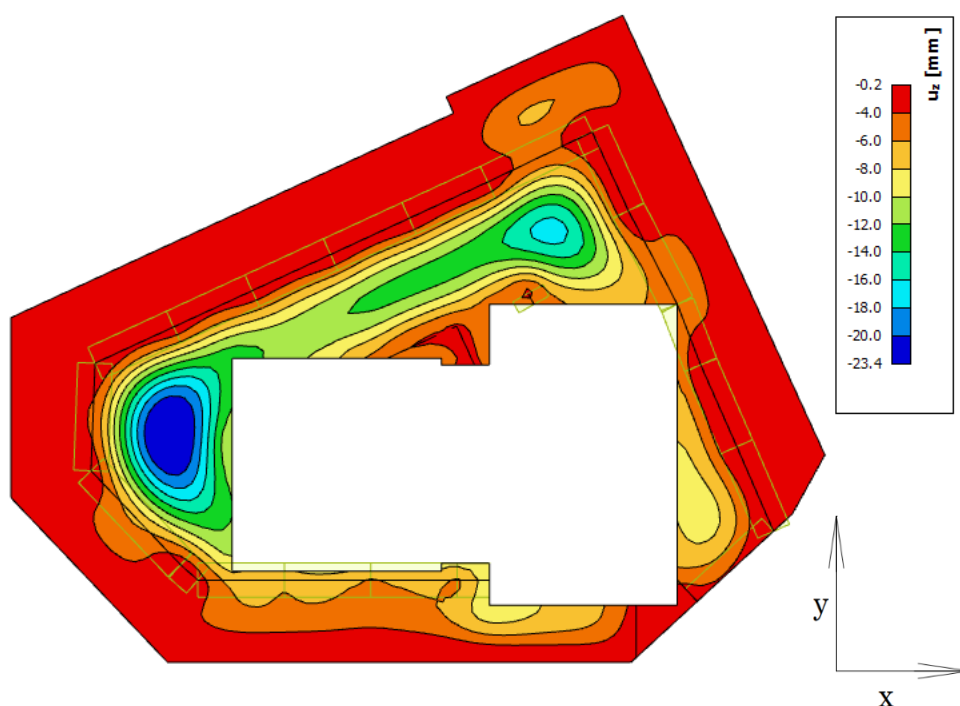
Přechodová deska tvoří stropní konstrukci 1.PP. Plní funkci přechodové konstrukce mezi rozdílnými tvary půdorysů podlaží nad sebou, její funkcí je schopnost nesymetrické zatížení z horní stavby distribuovat do konstrukce suterénu. Skládá se ze dvou desek ve dvou výškových úrovních. Horní hrana deska D1 je o 1 m níže než horní hrana desky D2. Deska D1 je zasypána zeminou, ale není řešena jako bílá vana. Deska D2 kopíruje půdorys nadzemní části objektu. Obě desky jsou vyztuženy železobetonovými žebry.

PŘECHODOVÁ DESKA POD TERÉNEM

Deska pod terénem není řešena jako bílá vana, takže návrh výztuže bude proveden jen na mezní stav únosnosti. Deska je navržena tloušťky 300 mm. V rámci posouzení bude na mezní stav použitelnosti posuzován pouze průhyb.

Vodonepropusnost této desky bude řešena pomocí živičné izolace, která bude přetažena přes hranu v místě styku se suterénními stěnami 1.PP.

DEFORMACE



$$U_{deska} = 23,4 \text{ mm}$$

LIMITNÍ DEFORMACE

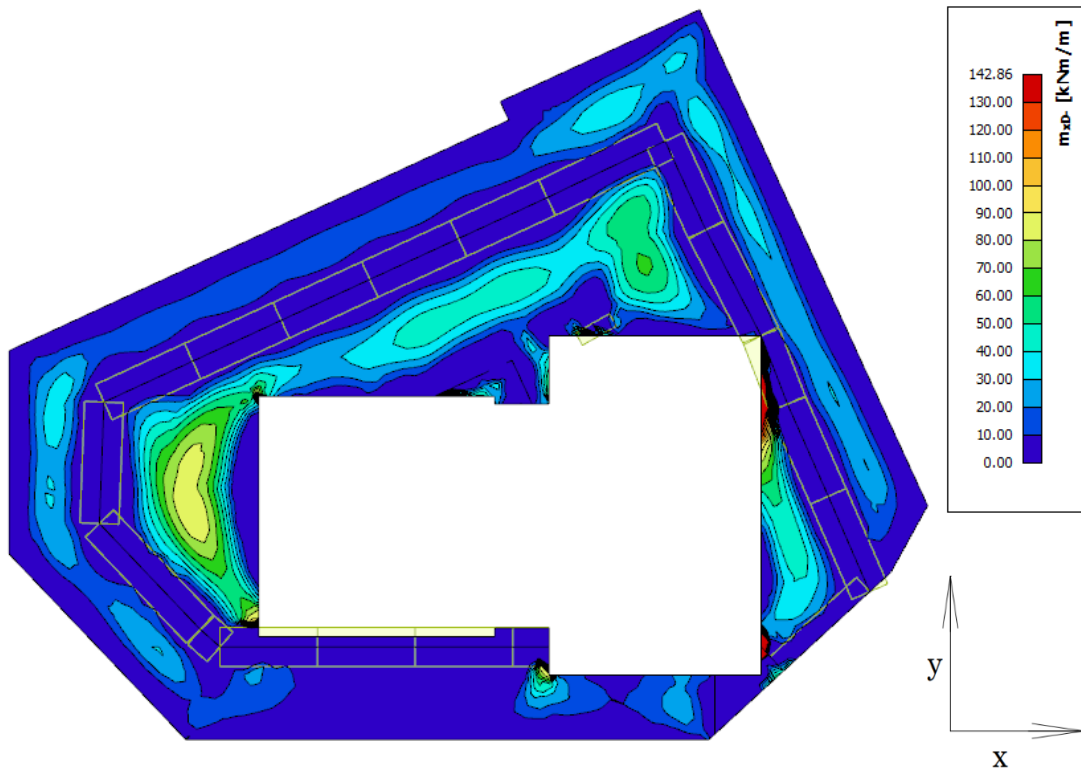
$$U_{lim,deska} = \frac{L}{250} = \frac{7600}{250} = 30,4 \text{ mm}$$

$$U_{deska} = 23,4 \text{ mm} < U_{lim,deska} = 30,4 \text{ mm}$$

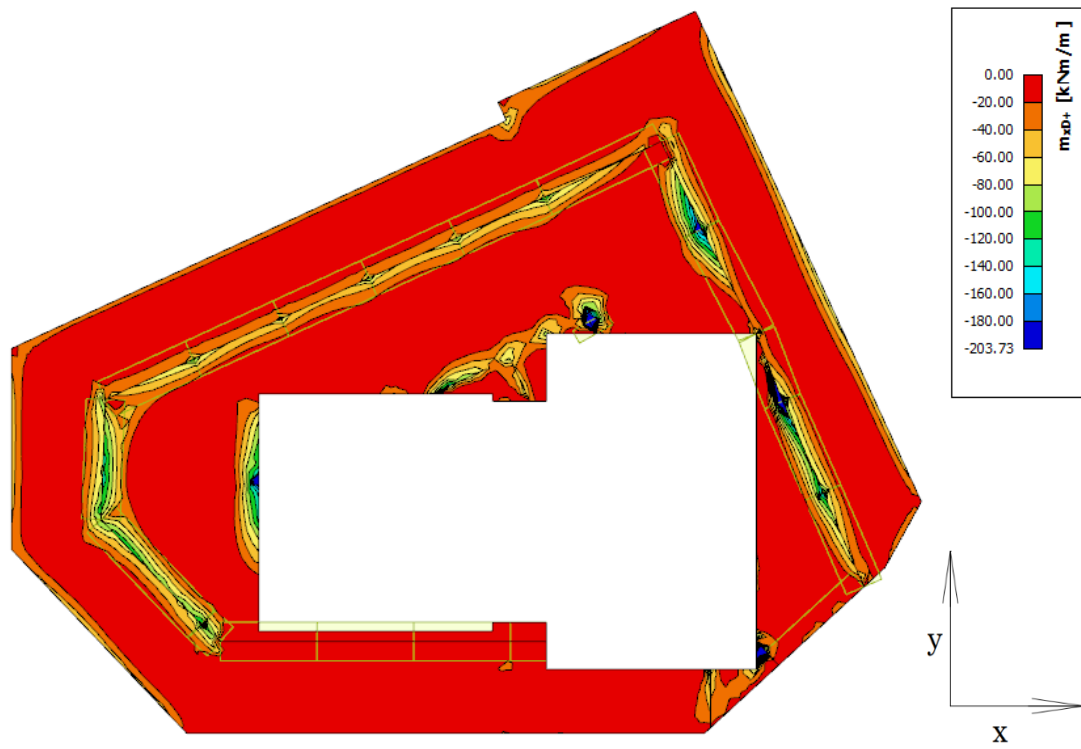
Deformace vyhovují.

VNITŘNÍ SÍLY

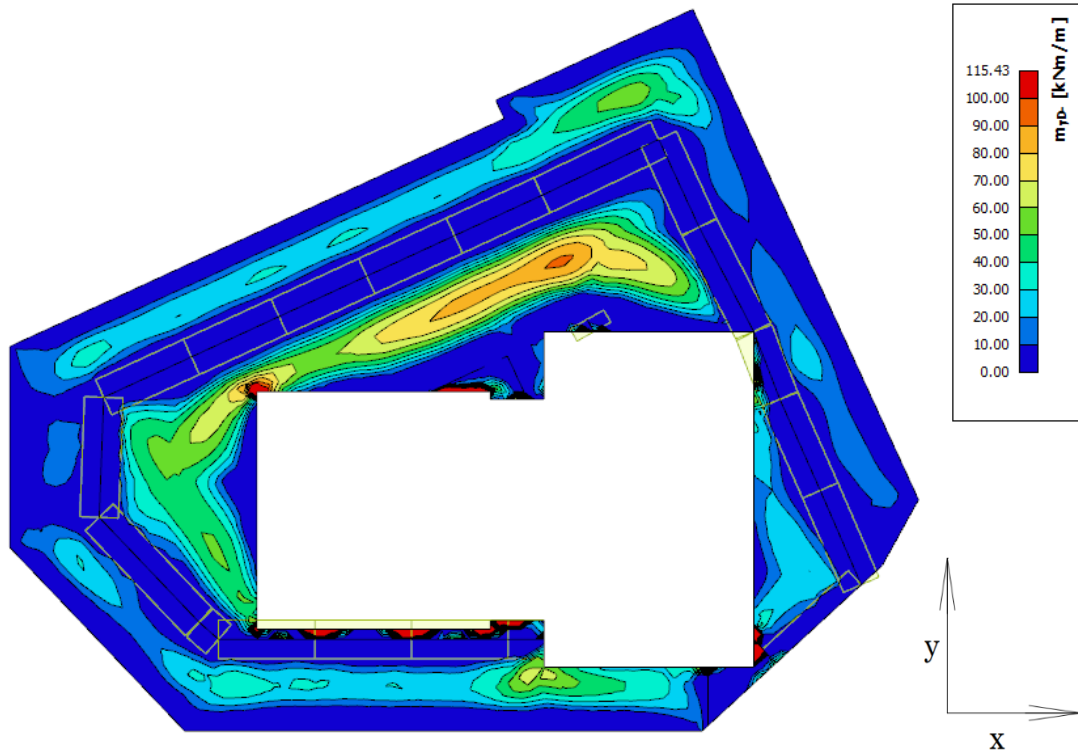
Návrhová kombinace zatížení – m_{xd-}



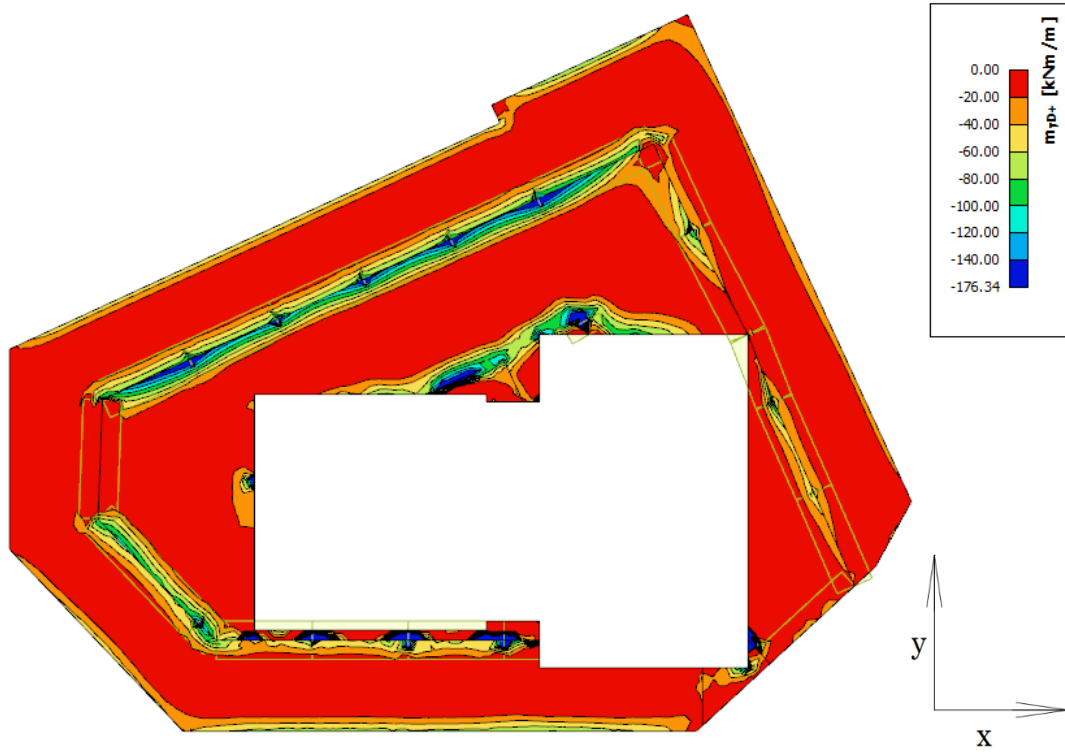
Návrhová kombinace zatížení – m_{xd+}



Návrhová kombinace zatížení – m_{yd-}



Návrhová kombinace zatížení – m_{yd+}



NÁVRH OHYBOVÉ VÝZTUŽE MSÚ

Návrh výztuže bude proveden pouze na mezní stav únosnosti. Pro tuto část desky bude proveden vzorový výpočet pro podrobný návrh výztuže. Pro následující vnitřní desky suterénu budou navržené výztuže shrnuty pouze do tabulek vytvořených v programu MS Excel.

VZOROVÝ NÁVRH VÝZTUŽE DESKY PŘI SPODNÍM POVRCHU VE SMĚRU X

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

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

Návrh výztuže – základní rastr

$$a_{s,prov} = \frac{\pi \cdot \varnothing_s^2}{4} \cdot \frac{1000}{s} = \frac{\pi \cdot 10^2}{4} \cdot \frac{1000}{150} = 523,6 \text{ mm}^2$$

Návrh: $\varnothing 10$ po 150 mm ($a_{s,prov} = 523,6 \text{ mm}^2$)

Výpočet výšky tlačené výztuže

$$0,8 \cdot b \cdot x \cdot f_{cd} = a_{s,prov} \cdot f_{yd}$$
$$x = \frac{a_{s,prov} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{523,6 \cdot 435}{0,8 \cdot 1000 \cdot 20} = 14,24 \text{ mm}$$

Geometrie průřezu

$$d = h - c - \frac{\varnothing_s}{2} = 300 - 35 - \frac{10}{2} = 260 \text{ mm}$$

Ověření předpokladu plastické analýzy

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

$$\frac{14,24}{260} \leq 0,45$$

$$0,055 \leq 0,45 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Výpočet momentu únosnosti

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

$$z = d - 0,4 \cdot x = 260 - 0,4 \cdot 14,24 = 254,3 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = 435 \cdot 523,6 \cdot 254,3 = 57,92 \text{ kNm}$$

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY

Minimální plocha výztuže

$$a_{s,min} = \max \left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d \right) =$$
$$= \max \left(0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 1000 \cdot 260; 0,0013 \cdot 1000 \cdot 260 \right) = \max(450,7; 338) = 450,7 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} \leq A_{s,prov} \rightarrow 450,7 \leq 523,6 \text{ [mm}^2\text{]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Maximální plocha výztuže

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 1000 \cdot 300 = 12000 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,prov} \leq A_{s,max} \rightarrow 523,6 \leq 12000 \text{ [mm}^2\text{]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Maximální osová vzdálenost výztuže

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

$$s \leq s_{max} \rightarrow 150 \leq 300 \text{ [mm]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Minimální světlá vzdálenost výztuže

$$s_{min} = \max(20; 1,2 \cdot \phi_{max}; D_{max} + 5) = \max(20; 1,2 \cdot 10; 16 + 5) =$$
$$= \max(20; 12; 21) = 21 \text{ mm}$$

$$s_{min} \leq s \rightarrow 21 \leq 150 \text{ [mm]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Základní rastr: $\emptyset 10/150 \text{ mm}$ ($A_{s,prov} = 523,6 \text{ mm}^2$)

Navržená výztuž při dolním povrchu ve směru osy X je schopna přenést moment 57,92 kNm. V místě, kde tato výztuž nestačí, budou navrženy příložky neboli výztuž jiného profilu nebo po jiné rozteči, dle momentu působícího v daném místě.

NÁVRH VÝZTUŽE MS EXCEL

V následujících tabulkách bude shrnuta výztuž navržena na momenty z programu SCIA Engineer. Lokální extrémny budou redukovány.

NÁVRH VÝZTUŽE PŘI SPODNÍM POVRCHU VE SMĚRU X											
HLAVNÍ NOSNÁ VÝZTUŽ											
MOMENT	NÁVRH	PLOCHA VÝZTUŽE			ÚNOSNOST				POSOUZENÍ		
m_{kD}		$a_{s,prov}$ (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]		
70	Ø12 po 150 mm	754,0			259	20,50	0,04	250,8	82,26	OK	85,10%
PŘÍLOŽKY											
MOMENT	NÁVRH	PLOCHY VÝZTUŽE			ÚNOSNOST				POSOUZENÍ		
m_{kD}		$a_{s,prov}$ (hlavní)	$a_{s,prov}$ (příložka)	$a_{s,prov}$ (celkové)	d	x	ϵ	z	M_{Rd}	$M_{Ed} \leq M_{Rd}$	M_{Ed}/M_{Rd}
[kNm/m]		[mm ² /m]	[mm ² /m]	[mm ² /m]	[mm]	[mm]	-	[mm]	[kNm/m]		
90	Ø8 po 300 mm	754,0	167,6	921,5	259	25,05	0,03	249,0	99,81	OK	90,17%

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY - HLAVNÍ VÝZTUŽ					
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	300	390,6	754,0	12 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY - PŘÍLOŽKY					
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	300	300	390,6	921,5	12 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					

NÁVRH VÝZTUŽE PŘI SPODNÍM POVRCHU VE SMĚRU Y											
HLAVNÍ NOSNÁ VÝZTUŽ											
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]		
65	Ø12 po 150 mm	754,0			247	20,50	0,04	238,8	78,3	OK	82,99%
PŘÍLOŽKY											
MOMENT	NÁVRH	PLOCHY VÝZTUŽE			ÚNOSNOST				POSOUZENÍ		
m_{yD}		$a_{s,prov}$ (hlavní)	$a_{s,prov}$ (příložka)	$a_{s,prov}$ (celkové)	d	x	ϵ	z	M_{Rd}	$M_{Ed} \leq M_{Rd}$	M_{Ed}/M_{Rd}
[kNm/m]		[mm ² /m]	[mm ² /m]	[mm ² /m]	[mm]	[mm]	-	[mm]	[kNm/m]		
104	Ø8 po 150 mm	754,0	335,1	1089,1	247	29,61	0,03	235,2	111,4	OK	93,35%

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY - HLAVNÍ VÝZTUŽ					
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	300	372,5	754,0	12 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY - PŘÍLOŽKY					
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	300	372,5	1089,1	12 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					

NÁVRH VÝZTUŽE PŘI HORNÍM POVRCHU VE SMĚRU X									
HLAVNÍ NOSNÁ VÝZTUŽ									
MOMENT	NÁVRH	PLOCHA VÝZTUŽE	ÚNOSNOST					POSOUZENÍ	
m_{kD+}		$a_{s,prov}$ (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]		
73	Ø12 po 150 mm	754,0	259	20,50	0,04	250,8	82,3	OK	88,75%
102	Ø14 po 150 mm	1026,3	258	27,90	0,03	246,8	110,2	OK	92,56%
168	Ø18 po 150 mm	1696,5	256	46,12	0,02	237,6	175,3	OK	95,83%
KONSTRUKČNÍ VÝZTUŽ - MIMO Hlavní MOMENTY									
MOMENT	NÁVRH	PLOCHA VÝZTUŽE	ÚNOSNOST					POSOUZENÍ	
m_{kD+}		$a_{s,prov}$ (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	260	14,24	0,06	254,3	57,92	OK	34,53%

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY - Hlavní VÝZTUŽ					
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	300	390,6	754,0	12 000
21	150	300	389,1	1026,3	12 000
21,6	150	300	386,0	1696,5	12 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY - KONSTRUKČNÍ VÝZTUŽ					
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	300	392,1	523,6	12 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					

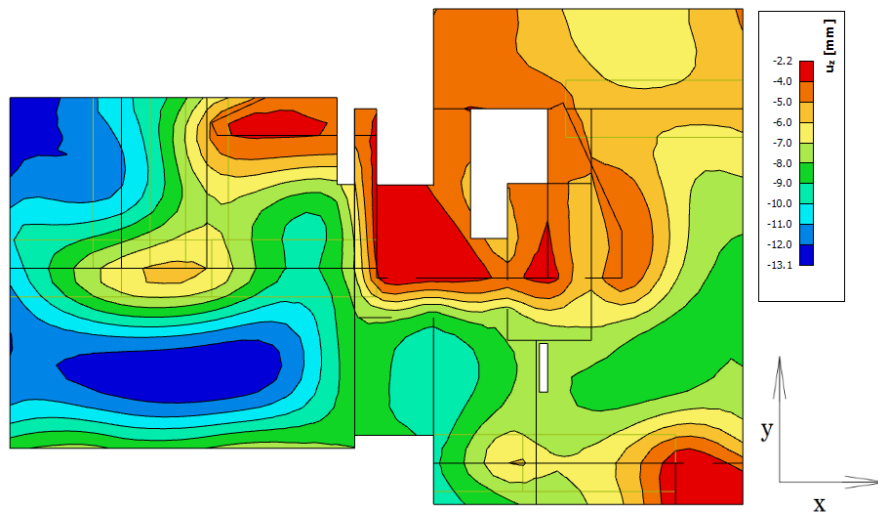
NÁVRH VÝZTUŽE PŘI HORNÍM POVRCHU VE SMĚRU Y									
HLAVNÍ NOSNÁ VÝZTUŽ									
MOMENT	NÁVRH	PLOCHA VÝZTUŽE	ÚNOSNOST					POSOUZENÍ	
m_{yD+}		$a_{s,prov}$ (hlavní)	d	x	ϵ	z	M_{Rd}	$M_{Ed} \leq M_{Rd}$	M_{Ed}/M_{Rd}
[kNm/m]		[mm ² /m]	[mm]	[mm]	-	[mm]	[kNm/m]		
68	Ø12 po 150 mm	754,0	249	20,50	0,04	240,8	79,0	OK	86,10%
85	Ø14 po 150 mm	1026,3	248	27,90	0,03	236,8	105,7	OK	80,39%
156	Ø18 po 150 mm	1696,5	246	46,12	0,02	227,6	167,9	OK	92,90%
KONSTRUKČNÍ VÝZTUŽ - MIMO Hlavní MOMENTY									
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	250	14,24	0,06	244,3	55,64	OK	35,94%

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY - Hlavní VÝZTUŽ					
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	300	375,5	754,0	12 000
21	150	300	374,0	1026,3	12 000
21,6	150	300	371,0	1696,5	12 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY - KONSTRUKČNÍ VÝZTUŽ					
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	300	377,0	523,6	12 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					

PŘECHODOVÁ DESKA POD NADZEMNÍ ČÁSTÍ OBJEKTU

Tato část desky je vynesena železobetonovými žebry z části desky pod terénem a není ve styku se zemínou. Navržena je v tloušťce 250 mm.

DEFORMACE



$$U_{deska} = 13,1 \text{ mm}$$

LIMITNÍ DEFORMACE

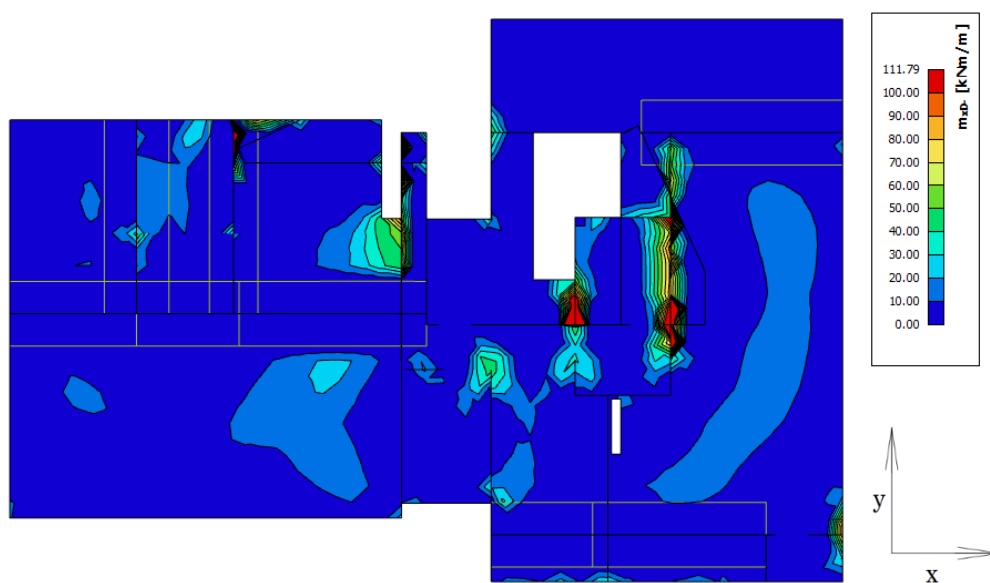
$$U_{lim,deska} = \frac{L}{250} = \frac{5800}{250} = 23,2 \text{ mm}$$

$$U_{deska} = 13,1 \text{ mm} < U_{lim,deska} = 23,2 \text{ mm}$$

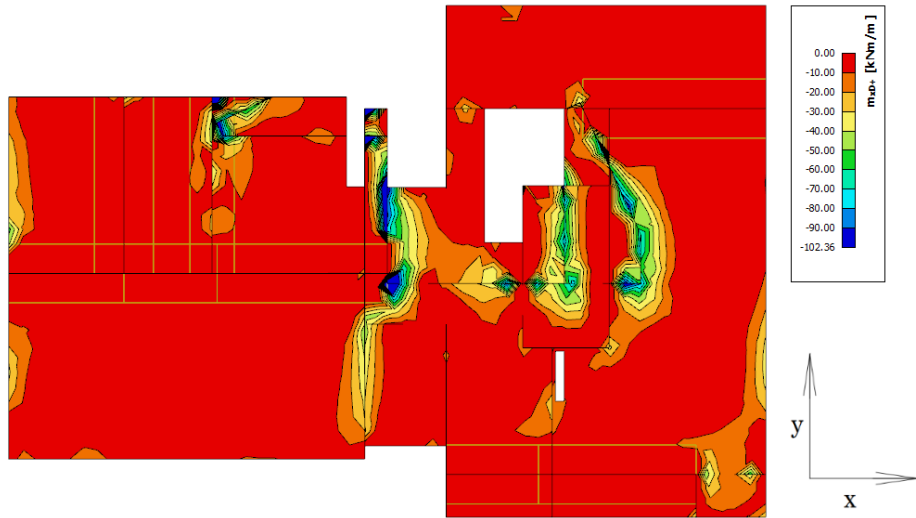
Deformace vyhovují.

VNITŘNÍ SÍLY

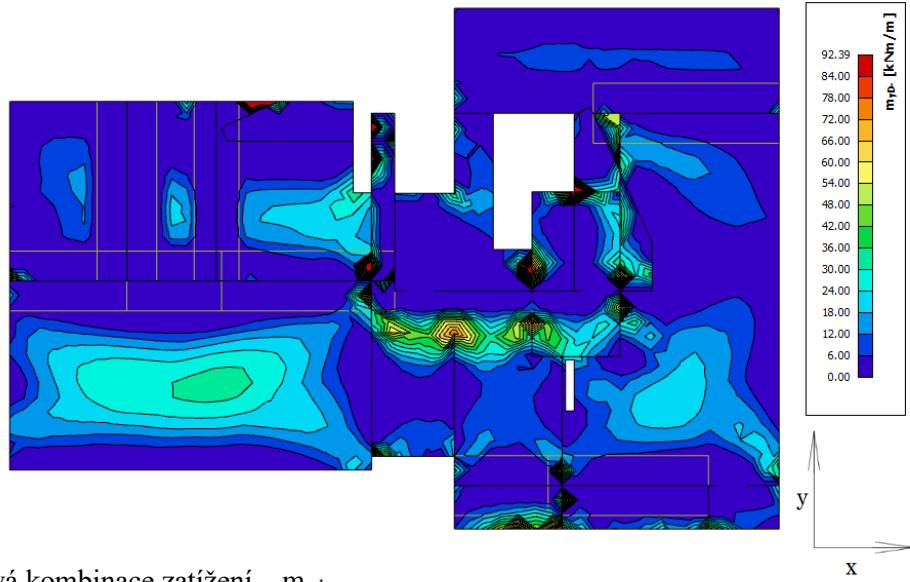
Návrhová kombinace zatížení – m_{xd} .



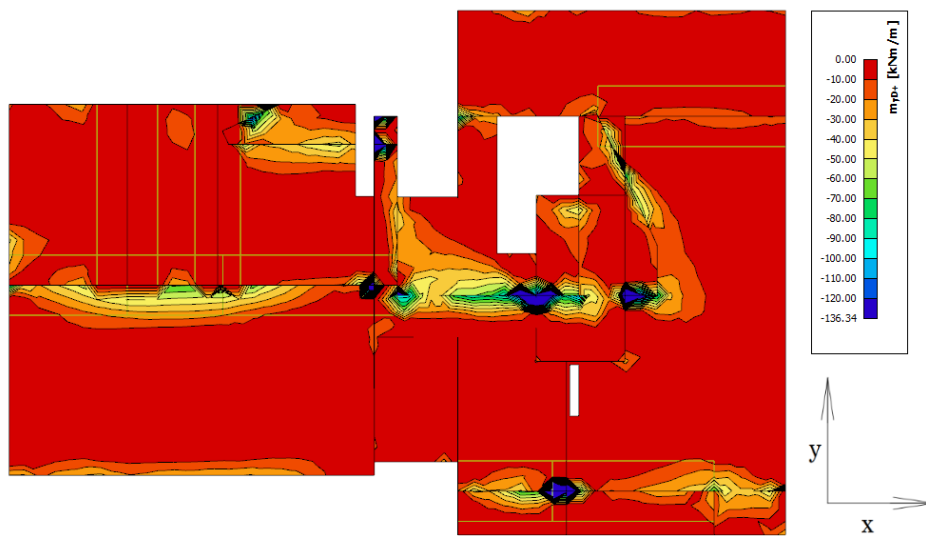
Návrhová kombinace zatížení – m_{xd+}



Návrhová kombinace zatížení – m_{yd-}



Návrhová kombinace zatížení – m_{yd+}



NÁVRH VÝZTUŽE DESKY

Princip návrhu je uveden jako vzorový výpočet v části návrhu přechodové desky pod terémem. Pro desku stropu 1.PP bude v následujících tabulkách shrnuta výztuž navržena na momenty z programu SCIA Engineer. Lokální extrémní budou redukovány.

NÁVRH VÝZTUŽE PŘI SPODNÍM POVRCHU VE SMĚRU X											
HLAVNÍ NOSNÁ VÝZTUŽ											
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]		
45	Ø10 po 150 mm	523,6			220	14,24	0,05	214,3	48,81	OK	92,19%
PŘÍLOŽKY											
MOMENT	NÁVRH	PLOCHY VÝZTUŽE			ÚNOSNOST				POSOUZENÍ		
m_{xD}		$a_{s,prov}$ (hlavní)	$a_{s,prov}$ (příložka)	$a_{s,prov}$ (celkové)	d	x	ε	z	M_{Rd}	$M_{Ed} \leq M_{Rd}$	M_{Ed}/M_{Rd}
[kNm/m]		[mm ² /m]	[mm ² /m]	[mm ² /m]	[mm]	[mm]	-	[mm]	[kNm/m]		
70	Ø12 po 300 mm	523,6	377,0	900,6	219	24,48	0,03	209,2	82,0	OK	85,41%
108	Ø12 po 150 mm	523,6	754,0	1277,6	219	34,73	0,02	205,1	114,0	OK	94,75%

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY - Hlavní výztuž					
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	300	331,8	523,6	10 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY - Příložky					
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	300	300	330,3	900,6	10 000
21	150	300	330,3	1277,6	10 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					

NÁVRH VÝZTUŽE PŘI SPODNÍM POVRCHU VE SMĚRU Y											
HLAVNÍ NOSNÁ VÝZTUŽ											
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]		
42	Ø10 po 150 mm	523,6			210	14,24	0,05	204,3	46,5	OK	90,26%
PŘÍLOŽKY											
MOMENT	NÁVRH	PLOCHY VÝZTUŽE			ÚNOSNOST				POSOUZENÍ		
m_{yD}		$a_{s,prov}$ (hlavní)	$a_{s,prov}$ (příložka)	$a_{s,prov}$ (celkové)	d	x	ε	z	M_{Rd}	$M_{Ed} \leq M_{Rd}$	M_{Ed}/M_{Rd}
[kNm/m]		[mm ² /m]	[mm ² /m]	[mm ² /m]	[mm]	[mm]	-	[mm]	[kNm/m]		
78	Ø10 po 150 mm	523,6	523,6	1047,2	209	28,47	0,02	197,6	90,0	OK	86,65%

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY - Hlavní výztuž					
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	300	316,7	523,6	10 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY - Příložky					
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	300	315,2	1047,2	10 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					

NÁVRH VÝZTUŽE PŘI HORNÍM POVRCHU VE SMĚRU X									
HLAVNÍ NOSNÁ VÝZTUŽ									
MOMENT	NÁVRH	PLOCHA VÝZTUŽE	ÚNOSNOST					POSOUZENÍ	
m_{kD+}		$a_{s,prov}$ (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]		
45	Ø10 po 150 mm	523,6	219	14,24	0,05	213,3	48,6	OK	92,62%
75	Ø14 po 150 mm	1026,3	218	27,90	0,02	206,8	92,3	OK	81,22%
95	Ø16 po 150 mm	1340,4	217	36,44	0,02	202,4	118,0	OK	80,49%
KONSTRUKČNÍ VÝZTUŽ - MIMO Hlavní MOMENTY									
MOMENT	NÁVRH	PLOCHA VÝZTUŽE	ÚNOSNOST					POSOUZENÍ	
m_{kD+}		$a_{s,prov}$ (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	Ø8 po 150 mm	335,1	220	9,11	0,08	216,4	31,54	OK	63,42%

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY - Hlavní VÝZTUŽ					
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	300	330,3	523,6	10 000
21	150	300	328,7	1026,3	10 000
21	150	300	327,2	1340,4	10 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY - KONSTRUKČNÍ VÝZTUŽ					
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	300	331,8	335,1	10 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					

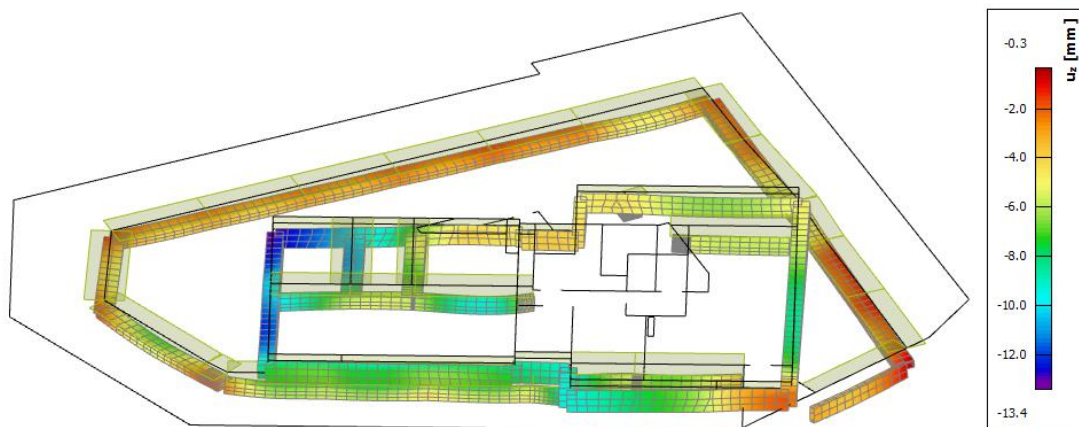
NÁVRH VÝZTUŽE PŘI HORNÍM POVRCHU VE SMĚRU Y									
HLAVNÍ NOSNÁ VÝZTUŽ									
MOMENT	NÁVRH	PLOCHA VÝZTUŽE	ÚNOSNOST					POSOUZENÍ	
m_{yD+}		$a_{s,prov}$ (hlavní)	d	x	ε	z	M_{Rd}	$M_{Ed} \leq M_{Rd}$	M_{Ed}/M_{Rd}
[kNm/m]		[mm ² /m]	[mm]	[mm]	-	[mm]	[kNm/m]		
42	Ø10 po 150 mm	523,6	210	14,24	0,05	204,3	46,5	OK	90,26%
71	Ø14 po 150 mm	1026,3	208	27,90	0,02	196,8	87,9	OK	80,80%
121	Ø18 po 150 mm	1696,5	206	46,12	0,01	187,6	138,4	OK	87,42%
KONSTRUKČNÍ VÝZTUŽ - MIMO Hlavní MOMENTY									
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	Ø8 po 150 mm	335,1	211	9,11	0,08	207,4	30,23	OK	66,17%

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY - Hlavní VÝZTUŽ					
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	300	316,7	523,6	10 000
21	150	300	313,7	1026,3	10 000
21,6	150	300	310,6	1696,5	10 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY - KONSTRUKČNÍ VÝZTUŽ					
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	300	318,2	335,1	10 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					

TRÁMY PŘECHODOVÉ DESKY

V rámci přechodové desky byly navrženy trámy pomocí programu FIN EC a pro jednu řadu výztuže byl proveden vzorový výpočet návrhu. Rozmístění jednotlivých trámů je ve schématu konstrukčního řešení na začátku kapitoly 4.

DEFORMACE



$$U_{trám} = 13,4 \text{ mm}$$

LIMITNÍ DEFORMACE

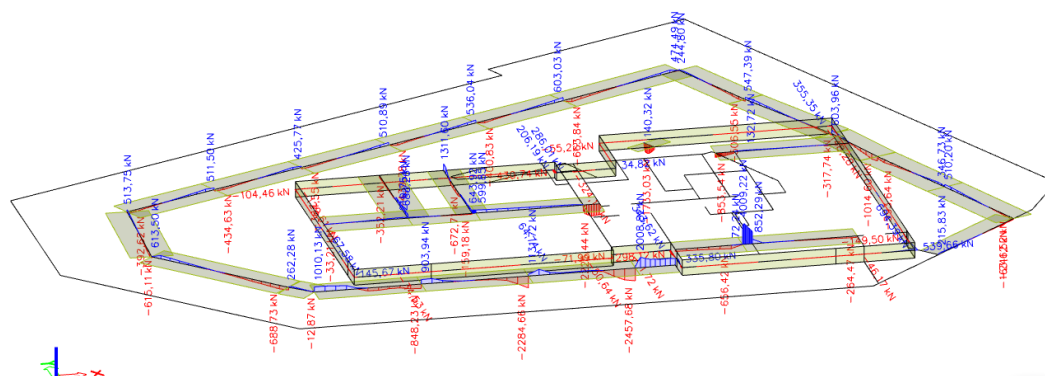
$$U_{lim, trám} = \frac{L}{125} = \frac{4200}{250} = 16,8 \text{ mm}$$

$$U_{trám} = 13,2 \text{ mm} < U_{lim, trám} = 16,8 \text{ mm}$$

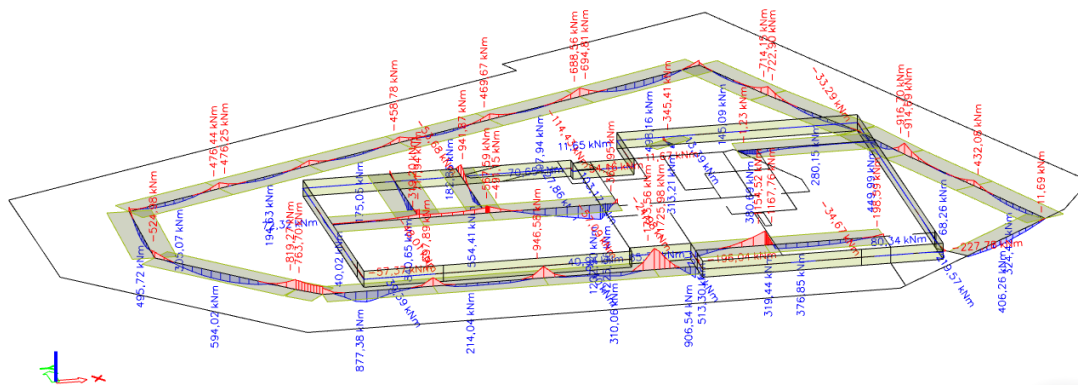
Deformace vyhovují.

VNITŘNÍ SÍLY

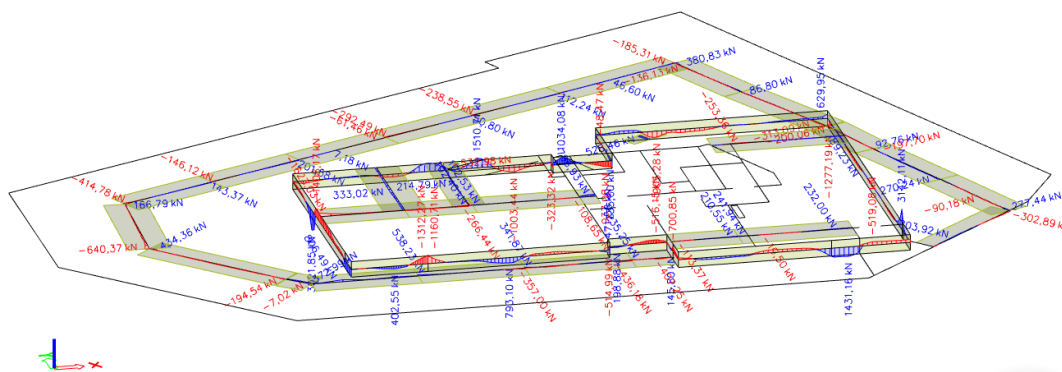
Posouvající síla Vz



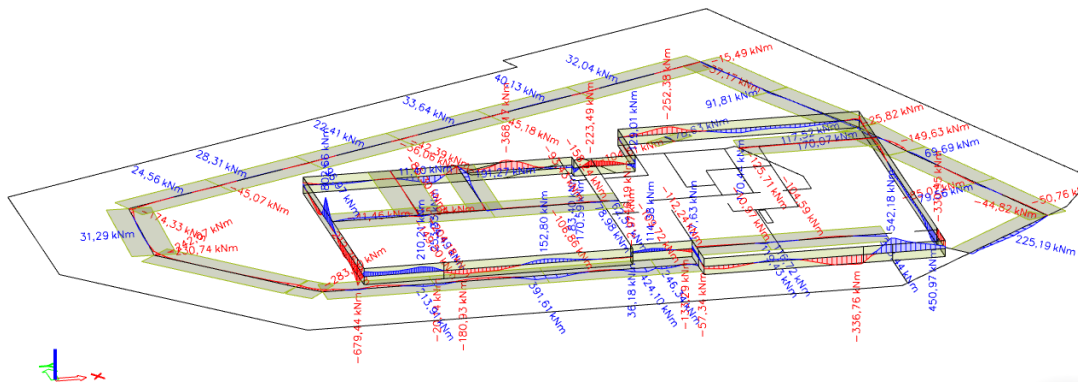
Ohybový moment My



Posouvající síla Vy



Ohybový moment Mz



VZOROVÝ NÁVRH VÝZTUŽE PŘI SPODNÍM POVRCHU – TRÁM T3 (1300X750 mm)

Moment: $m_{Ed} = 679 \text{ kNm}$

Beton C30/37: $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

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

Výztuž B500B: $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1,15} = 435 \text{ MPa}$$

Geometrie průřezu

$$d = h - c - \frac{\varnothing_s}{2} = 1205 \text{ mm}$$

Návrh výztuže

$$a_{s,req} = \frac{b \cdot d \cdot f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right)$$
$$= \frac{0,75 \cdot 1,205 \cdot 20000}{435000} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 679}{0,75 \cdot 1,205^2 \cdot 20000}} \right) = 1316,2 \text{ mm}^2$$

NÁVRH: 5xØ20 ($A_{s,prov} = 1570,8 \text{ mm}^2$)

Výpočet výšky tlačené výztuže

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

$$x = \frac{a_{s,prov} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{1570,8 \cdot 435}{0,8 \cdot 750 \cdot 20} = 56,95 \text{ mm}$$

Ověření předpokladu plastické analýzy

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

$$\frac{56,95}{1205} \leq 0,45$$

$$0,047 \leq 0,45 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Výpočet momentu únosnosti

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

$$z = d - 0,4 \cdot x = 1205 - 0,4 \cdot 56,95 = 1182,22 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = 435 \cdot 1570,8 \cdot 1182,22 = \text{kNm}$$

$$M_{Rd} = 807,8 \text{ kNm} \geq M_{Ed} = 679 \text{ kNm} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY

Minimální plocha výztuže

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

$$= \max \left(0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 750 \cdot 1205; 0,0013 \cdot 750 \cdot 1205 \right) = \max(1362,9; 1175) = 1362,9 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} \leq A_{s,prov} \rightarrow 1362,9 \leq 1570,8 \text{ [mm}^2] \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Maximální plocha výztuže

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 750 \cdot 1300 = 39000 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,prov} \leq A_{s,max} \rightarrow 1570,8 \leq 39000 \text{ [mm}^2] \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ TRÁMŮ V PROGRAMU FIN EC

TRÁM T3

Typ prvku: nosník
Prostředí: XC1

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

Vzpěr
Vzpěr není uvažován
S tlačnou výztuží je počítáno.

Obvodové třmínky
Profil: 14 mm; Vzdálenost: 100,0 mm

Spony, vnitřní třmínky svislé
Profil: 14 mm; Vzdálenost: 100,0 mm; Střihy: 1

Spony, vnitřní třmínky vodorovné
Profil: 14 mm; Vzdálenost: 100,0 mm; Střihy: 1

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):
 $\rho_{s,t} = 0,00222 \geq \rho_{s,min} = 0,00151 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 $\rho_s = 0,00448 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Stupeň vyztužení smykovou výztuží - Posouzení svisle

$\rho_{w,min} = 0,000876 \leq \rho_w = 0,00616 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
Maximální vzdálenost třmínků $s_{t,max} = 400,0 \text{ mm} \geq 100,0 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**
Maximální vzdálenost větví třmínků $s_{t,max} = 600,0 \text{ mm} \geq 344,0 \text{ mm} \Rightarrow$ **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	0,00	679,00	-220,00	3100,00	324,00	Vyhovuje
		0,00	1169,89	-379,05	3733,52	390,21	
2	Zat. případ 3	0,00	-802,00	229,00	-3020,00	-263,00	Vyhovuje
		0,00	-1053,51	300,81	-3873,64	-337,34	

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE

VYHOVUJE

TRÁM T4

	<p>Typ prvku: nosník Prostředí: XC1</p> <p>Beton: C 30/37 $f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$</p> <p>Ocel podélná: B500B ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)</p> <p>Ocel příčná: B500B ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)</p> <p>Vzpěr Vzpěr není uvažován</p> <p>S tláčenou výztuží je počítáno.</p> <p>Obvodové třmínky Profil: 12 mm; Vzdálenost: 150,0 mm</p> <p>Spony, vnitřní třmínky svislé Profil: 12 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Střihy: 1</p> <p>Spony, vnitřní třmínky vodorovné Profil: 12 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Střihy: 1</p>																																																																																																																																																														
<p>Posouzení min. a max. stupně vyztužení</p>																																																																																																																																																															
<p>Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum): $\rho_{s,t} = 0,00446 \geq \rho_{s,min} = 0,00151 \Rightarrow$ Vyhovuje $\rho_s = 0,00833 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ Vyhovuje</p>																																																																																																																																																															
<p>Stupeň vyztužení smykovou výztuží - Posouzení svisle</p>																																																																																																																																																															
<p>$\rho_{w,min} = 0,000876 \leq \rho_w = 0,00226 \Rightarrow$ Vyhovuje Maximální vzdálenost třmínků $s_{t,max} = 400,0 \text{ mm} \geq 150,0 \text{ mm} \Rightarrow$ Vyhovuje Maximální vzdálenost větví třmínků $s_{t,max} = 518,1 \text{ mm} \geq 472,0 \text{ mm} \Rightarrow$ Vyhovuje</p>																																																																																																																																																															
<p>Stupeň vyztužení smykovou výztuží - Posouzení vodorovně</p>																																																																																																																																																															
<p>$\rho_{w,min} = 0,000876 \leq \rho_w = 0,00302 \Rightarrow$ Vyhovuje Maximální vzdálenost třmínků $s_{t,max} = 400,0 \text{ mm} \geq 150,0 \text{ mm} \Rightarrow$ Vyhovuje Maximální vzdálenost větví třmínků $s_{t,max} = 595,6 \text{ mm} \geq 347,0 \text{ mm} \Rightarrow$ Vyhovuje</p>																																																																																																																																																															
<p>Posouzení mezního stavu únosnosti</p>																																																																																																																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>č.</th> <th>Název</th> <th>N_{Ed} N_{Rd} [kN]</th> <th>M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]</th> <th>M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]</th> <th>V_{Edz} V_{Rdz} [kN]</th> <th>V_{Edy} V_{Rdy} [kN]</th> <th>Posouzení</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Zat. případ 1</td><td>0,00</td><td>-397,11</td><td>1,57</td><td>-65,59</td><td>-183,61</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>0,00</td><td>-1062,82</td><td>4,20</td><td>-462,03</td><td>-1293,38</td></tr> <tr><td>2</td><td>Zat. případ 2</td><td>0,00</td><td>593,90</td><td>-9,60</td><td>-0,51</td><td>-185,30</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>0,00</td><td>852,61</td><td>-13,78</td><td>-3,53</td><td>-1282,79</td></tr> <tr><td>3</td><td>Zat. případ 3</td><td>0,00</td><td>-624,47</td><td>-230,74</td><td>-237,15</td><td>-640,37</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>0,00</td><td>-996,66</td><td>-438,49</td><td>-476,70</td><td>-1287,21</td></tr> <tr><td>4</td><td>Zat. případ 4</td><td>0,00</td><td>-483,73</td><td>-242,04</td><td>68,93</td><td>434,36</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>0,00</td><td>-984,81</td><td>-492,78</td><td>207,18</td><td>1305,53</td></tr> <tr><td>5</td><td>Zat. případ 5</td><td>0,00</td><td>-54,51</td><td>42,77</td><td>603,96</td><td>-197,80</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>0,00</td><td>-915,13</td><td>718,05</td><td>1095,18</td><td>-358,68</td></tr> <tr><td>6</td><td>Zat. případ 6</td><td>0,00</td><td>-916,70</td><td>-24,97</td><td>-864,74</td><td>89,00</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>0,00</td><td>-1059,76</td><td>-28,86</td><td>-1124,16</td><td>115,70</td></tr> <tr><td>7</td><td>Zat. případ 7</td><td>0,00</td><td>594,02</td><td>-9,70</td><td>-0,36</td><td>-184,64</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>0,00</td><td>852,59</td><td>-13,92</td><td>-2,50</td><td>-1280,30</td></tr> <tr><td>8</td><td>Zat. případ 8</td><td>0,00</td><td>-632,72</td><td>-283,00</td><td>152,97</td><td>54,24</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>0,00</td><td>-995,26</td><td>-445,16</td><td>1088,64</td><td>386,01</td></tr> <tr><td>9</td><td>Zat. případ 9</td><td>0,00</td><td>333,59</td><td>170,07</td><td>312,11</td><td>-74,87</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>0,00</td><td>805,48</td><td>410,65</td><td>1111,87</td><td>-266,72</td></tr> <tr><td>10</td><td>Zat. případ 10</td><td>0,00</td><td>-344,42</td><td>-119,32</td><td>-1014,60</td><td>4,76</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>0,00</td><td>-1013,58</td><td>-351,15</td><td>-1127,72</td><td>5,29</td></tr> </tbody> </table>	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	-397,11	1,57	-65,59	-183,61	Vyhovuje			0,00	-1062,82	4,20	-462,03	-1293,38	2	Zat. případ 2	0,00	593,90	-9,60	-0,51	-185,30	Vyhovuje			0,00	852,61	-13,78	-3,53	-1282,79	3	Zat. případ 3	0,00	-624,47	-230,74	-237,15	-640,37	Vyhovuje			0,00	-996,66	-438,49	-476,70	-1287,21	4	Zat. případ 4	0,00	-483,73	-242,04	68,93	434,36	Vyhovuje			0,00	-984,81	-492,78	207,18	1305,53	5	Zat. případ 5	0,00	-54,51	42,77	603,96	-197,80	Vyhovuje			0,00	-915,13	718,05	1095,18	-358,68	6	Zat. případ 6	0,00	-916,70	-24,97	-864,74	89,00	Vyhovuje			0,00	-1059,76	-28,86	-1124,16	115,70	7	Zat. případ 7	0,00	594,02	-9,70	-0,36	-184,64	Vyhovuje			0,00	852,59	-13,92	-2,50	-1280,30	8	Zat. případ 8	0,00	-632,72	-283,00	152,97	54,24	Vyhovuje			0,00	-995,26	-445,16	1088,64	386,01	9	Zat. případ 9	0,00	333,59	170,07	312,11	-74,87	Vyhovuje			0,00	805,48	410,65	1111,87	-266,72	10	Zat. případ 10	0,00	-344,42	-119,32	-1014,60	4,76	Vyhovuje			0,00	-1013,58	-351,15	-1127,72	5,29	<p style="text-align: right;">VYHOVUJE</p>
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	-397,11	1,57	-65,59	-183,61	Vyhovuje																																																																																																																																																								
		0,00	-1062,82	4,20	-462,03	-1293,38																																																																																																																																																									
2	Zat. případ 2	0,00	593,90	-9,60	-0,51	-185,30	Vyhovuje																																																																																																																																																								
		0,00	852,61	-13,78	-3,53	-1282,79																																																																																																																																																									
3	Zat. případ 3	0,00	-624,47	-230,74	-237,15	-640,37	Vyhovuje																																																																																																																																																								
		0,00	-996,66	-438,49	-476,70	-1287,21																																																																																																																																																									
4	Zat. případ 4	0,00	-483,73	-242,04	68,93	434,36	Vyhovuje																																																																																																																																																								
		0,00	-984,81	-492,78	207,18	1305,53																																																																																																																																																									
5	Zat. případ 5	0,00	-54,51	42,77	603,96	-197,80	Vyhovuje																																																																																																																																																								
		0,00	-915,13	718,05	1095,18	-358,68																																																																																																																																																									
6	Zat. případ 6	0,00	-916,70	-24,97	-864,74	89,00	Vyhovuje																																																																																																																																																								
		0,00	-1059,76	-28,86	-1124,16	115,70																																																																																																																																																									
7	Zat. případ 7	0,00	594,02	-9,70	-0,36	-184,64	Vyhovuje																																																																																																																																																								
		0,00	852,59	-13,92	-2,50	-1280,30																																																																																																																																																									
8	Zat. případ 8	0,00	-632,72	-283,00	152,97	54,24	Vyhovuje																																																																																																																																																								
		0,00	-995,26	-445,16	1088,64	386,01																																																																																																																																																									
9	Zat. případ 9	0,00	333,59	170,07	312,11	-74,87	Vyhovuje																																																																																																																																																								
		0,00	805,48	410,65	1111,87	-266,72																																																																																																																																																									
10	Zat. případ 10	0,00	-344,42	-119,32	-1014,60	4,76	Vyhovuje																																																																																																																																																								
		0,00	-1013,58	-351,15	-1127,72	5,29																																																																																																																																																									

TRÁM T5

	<p>Typ prvku: nosník Prostředí: XC1</p> <p>Beton: C 30/37 $f_{tk} = 30,0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$</p> <p>Ocel podélná: B500B ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)</p> <p>Ocel příčná: B500B ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)</p> <p>Vzpěr Vzpěr není uvažován</p> <p>S tláčenou výztuží je počítáno.</p> <p>Obvodové třminky Profil: 14 mm; Vzdálenost: 100,0 mm</p> <p>Spony, vnitřní třminky svislé Profil: 14 mm; Vzdálenost: 100,0 mm; Střihy: 1</p> <p>Spony, vnitřní třminky vodorovné Profil: 14 mm; Vzdálenost: 100,0 mm; Střihy: 1</p>																																																																																																																																																														
<p>Posouzení min. a max. stupně vyztužení</p>																																																																																																																																																															
<p>Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum): $\rho_{s,t} = 0,00449 \geq \rho_{s,min} = 0,00151 \Rightarrow$ Vyhovuje $\rho_s = 0,0117 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ Vyhovuje</p>																																																																																																																																																															
<p>Stupeň vyztužení smykovou výztuží - Posouzení svisle</p>																																																																																																																																																															
<p>$\rho_{w,min} = 0,000876 \leq \rho_w = 0,00462 \Rightarrow$ Vyhovuje Maximální vzdálenost třminků $s_{t,max} = 400,0 \text{ mm} \geq 100,0 \text{ mm} \Rightarrow$ Vyhovuje Maximální vzdálenost větví třminků $s_{t,max} = 516,5 \text{ mm} \geq 469,0 \text{ mm} \Rightarrow$ Vyhovuje</p>																																																																																																																																																															
<p>Stupeň vyztužení smykovou výztuží - Posouzení vodorovně</p>																																																																																																																																																															
<p>$\rho_{w,min} = 0,000876 \leq \rho_w = 0,00616 \Rightarrow$ Vyhovuje Maximální vzdálenost třminků $s_{t,max} = 400,0 \text{ mm} \geq 100,0 \text{ mm} \Rightarrow$ Vyhovuje Maximální vzdálenost větví třminků $s_{t,max} = 600,0 \text{ mm} \geq 344,0 \text{ mm} \Rightarrow$ Vyhovuje</p>																																																																																																																																																															
<p>Posouzení mezního stavu únosnosti</p>																																																																																																																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>č.</th> <th>Název</th> <th>N_{Ed} N_{Rd} [kN]</th> <th>M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]</th> <th>M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]</th> <th>V_{Edz} V_{Rdz} [kN]</th> <th>V_{Edy} V_{Rdy} [kN]</th> <th>Posouzení</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Zat. případ 1</td><td>0,00</td><td>-945,47</td><td>321,48</td><td>-1880,70</td><td>-354,74</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>0,00</td><td>-1254,09</td><td>426,43</td><td>-1958,69</td><td>-369,45</td></tr> <tr><td>2</td><td>Zat. případ 2</td><td>0,00</td><td>944,99</td><td>-53,33</td><td>252,91</td><td>-2,52</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>0,00</td><td>1308,10</td><td>-73,82</td><td>2278,77</td><td>-22,71</td></tr> <tr><td>3</td><td>Zat. případ 3</td><td>0,00</td><td>-46,20</td><td>2,47</td><td>-30,08</td><td>-1623,03</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>0,00</td><td>-1301,64</td><td>69,59</td><td>-47,00</td><td>-2536,17</td></tr> <tr><td>4</td><td>Zat. případ 4</td><td>0,00</td><td>764,98</td><td>67,22</td><td>782,25</td><td>806,49</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>0,00</td><td>1303,53</td><td>114,54</td><td>1144,58</td><td>1180,05</td></tr> <tr><td>5</td><td>Zat. případ 5</td><td>0,00</td><td>-45,55</td><td>2,39</td><td>-29,84</td><td>-1621,51</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>0,00</td><td>-1301,78</td><td>68,30</td><td>-46,67</td><td>-2536,17</td></tr> <tr><td>6</td><td>Zat. případ 6</td><td>0,00</td><td>-1154,52</td><td>119,43</td><td>72,24</td><td>210,55</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>0,00</td><td>-1294,45</td><td>133,91</td><td>673,22</td><td>1962,15</td></tr> <tr><td>7</td><td>Zat. případ 7</td><td>0,00</td><td>1202,90</td><td>78,98</td><td>49,35</td><td>-107,74</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>0,00</td><td>1306,75</td><td>85,80</td><td>799,54</td><td>-1745,54</td></tr> <tr><td>8</td><td>Zat. případ 8</td><td>0,00</td><td>666,40</td><td>-212,75</td><td>-548,78</td><td>115,63</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>0,00</td><td>1264,88</td><td>-403,83</td><td>-1883,38</td><td>396,83</td></tr> <tr><td>9</td><td>Zat. případ 9</td><td>0,00</td><td>-239,34</td><td>391,61</td><td>-1347,96</td><td>-124,42</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>0,00</td><td>-797,89</td><td>1305,53</td><td>-2274,98</td><td>-209,99</td></tr> <tr><td>10</td><td>Zat. případ 10</td><td>0,00</td><td>-946,58</td><td>321,66</td><td>-1754,66</td><td>-355,54</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>0,00</td><td>-1254,14</td><td>426,18</td><td>-1910,10</td><td>-387,04</td></tr> </tbody> </table>	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	-945,47	321,48	-1880,70	-354,74	Vyhovuje			0,00	-1254,09	426,43	-1958,69	-369,45	2	Zat. případ 2	0,00	944,99	-53,33	252,91	-2,52	Vyhovuje			0,00	1308,10	-73,82	2278,77	-22,71	3	Zat. případ 3	0,00	-46,20	2,47	-30,08	-1623,03	Vyhovuje			0,00	-1301,64	69,59	-47,00	-2536,17	4	Zat. případ 4	0,00	764,98	67,22	782,25	806,49	Vyhovuje			0,00	1303,53	114,54	1144,58	1180,05	5	Zat. případ 5	0,00	-45,55	2,39	-29,84	-1621,51	Vyhovuje			0,00	-1301,78	68,30	-46,67	-2536,17	6	Zat. případ 6	0,00	-1154,52	119,43	72,24	210,55	Vyhovuje			0,00	-1294,45	133,91	673,22	1962,15	7	Zat. případ 7	0,00	1202,90	78,98	49,35	-107,74	Vyhovuje			0,00	1306,75	85,80	799,54	-1745,54	8	Zat. případ 8	0,00	666,40	-212,75	-548,78	115,63	Vyhovuje			0,00	1264,88	-403,83	-1883,38	396,83	9	Zat. případ 9	0,00	-239,34	391,61	-1347,96	-124,42	Vyhovuje			0,00	-797,89	1305,53	-2274,98	-209,99	10	Zat. případ 10	0,00	-946,58	321,66	-1754,66	-355,54	Vyhovuje			0,00	-1254,14	426,18	-1910,10	-387,04	
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	-945,47	321,48	-1880,70	-354,74	Vyhovuje																																																																																																																																																								
		0,00	-1254,09	426,43	-1958,69	-369,45																																																																																																																																																									
2	Zat. případ 2	0,00	944,99	-53,33	252,91	-2,52	Vyhovuje																																																																																																																																																								
		0,00	1308,10	-73,82	2278,77	-22,71																																																																																																																																																									
3	Zat. případ 3	0,00	-46,20	2,47	-30,08	-1623,03	Vyhovuje																																																																																																																																																								
		0,00	-1301,64	69,59	-47,00	-2536,17																																																																																																																																																									
4	Zat. případ 4	0,00	764,98	67,22	782,25	806,49	Vyhovuje																																																																																																																																																								
		0,00	1303,53	114,54	1144,58	1180,05																																																																																																																																																									
5	Zat. případ 5	0,00	-45,55	2,39	-29,84	-1621,51	Vyhovuje																																																																																																																																																								
		0,00	-1301,78	68,30	-46,67	-2536,17																																																																																																																																																									
6	Zat. případ 6	0,00	-1154,52	119,43	72,24	210,55	Vyhovuje																																																																																																																																																								
		0,00	-1294,45	133,91	673,22	1962,15																																																																																																																																																									
7	Zat. případ 7	0,00	1202,90	78,98	49,35	-107,74	Vyhovuje																																																																																																																																																								
		0,00	1306,75	85,80	799,54	-1745,54																																																																																																																																																									
8	Zat. případ 8	0,00	666,40	-212,75	-548,78	115,63	Vyhovuje																																																																																																																																																								
		0,00	1264,88	-403,83	-1883,38	396,83																																																																																																																																																									
9	Zat. případ 9	0,00	-239,34	391,61	-1347,96	-124,42	Vyhovuje																																																																																																																																																								
		0,00	-797,89	1305,53	-2274,98	-209,99																																																																																																																																																									
10	Zat. případ 10	0,00	-946,58	321,66	-1754,66	-355,54	Vyhovuje																																																																																																																																																								
		0,00	-1254,14	426,18	-1910,10	-387,04																																																																																																																																																									
<p>VYHOVUJE</p>																																																																																																																																																															

TRÁM T6

Typ prvku: nosník
Prostředí: XC1

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

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

Vzpěr
Vzpěr není uvažován

S tlačnou výztuží je počítáno.

Obvodové třmínky
Profil: 12 mm; Vzdálenost: 100,0 mm

Spony, vnitřní třmínky svislé
Profil: 12 mm; Vzdálenost: 100,0 mm; Střihy: 1

Spony, vnitřní třmínky vodorovné
Profil: 12 mm; Vzdálenost: 100,0 mm; Střihy: 1

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):
 $\rho_{s,t} = 0,00492 \geq \rho_{s,min} = 0,00151 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 $\rho_s = 0,00883 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Stupeň vyztužení smykovou výztuží - Posouzení svisle

$\rho_{w,min} = 0,000876 \leq \rho_w = 0,00339 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 Maximální vzdálenost třmínků $s_{l,max} = 400,0 \text{ mm} \geq 100,0 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 Maximální vzdálenost větví třmínků $s_{t,max} = 518,1 \text{ mm} \geq 472,0 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Stupeň vyztužení smykovou výztuží - Posouzení vodorovně

$\rho_{w,min} = 0,000876 \leq \rho_w = 0,00452 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 Maximální vzdálenost třmínků $s_{l,max} = 400,0 \text{ mm} \geq 100,0 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 Maximální vzdálenost větví třmínků $s_{t,max} = 600,0 \text{ mm} \geq 347,0 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed}	M_{Edy}	M_{Edz}	V_{Edz}	V_{Edy}	Posouzení
		N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	
1	Zat. případ 1	0,00	-711,73	-40,92	687,24	263,81	Vyhovuje
		0,00	-1058,94	-60,88	1378,28	529,08	
2	Zat. případ 2	0,00	46,03	-5,90	1310,86	-532,08	Vyhovuje
		0,00	951,51	-124,87	1349,73	-547,86	
3	Zat. případ 3	0,00	44,93	-5,92	1311,60	-532,98	Vyhovuje
		0,00	951,43	-125,36	1349,15	-548,24	
4	Zat. případ 4	0,00	484,23	-7,35	-204,99	333,02	Vyhovuje
		0,00	963,88	-14,63	-848,66	1378,71	
5	Zat. případ 5	0,00	44,43	-5,94	1308,89	-528,48	Vyhovuje
		0,00	951,23	-127,17	1352,46	-546,07	
6	Zat. případ 6	0,00	-941,87	191,18	176,95	83,49	Vyhovuje
		0,00	-1040,48	211,20	1270,50	599,46	
7	Zat. případ 7	0,00	840,65	-17,70	615,28	325,69	Vyhovuje
		0,00	963,25	-20,28	1229,63	650,89	
8	Zat. případ 8	0,00	-209,77	-115,94	357,44	-207,93	Vyhovuje
		0,00	-979,55	-541,41	1181,97	-687,58	
9	Zat. případ 9	0,00	-941,51	191,27	176,99	84,76	Vyhovuje
		0,00	-1040,46	211,38	1262,71	604,71	
10	Zat. případ 10	0,00	-353,29	116,68	-672,71	131,60	Vyhovuje
		0,00	-1021,06	337,23	-1678,53	328,36	

VYHOVUJE

TRÁM T7

	<p>Typ prvku: nosník Prostředí: XC1</p> <p>Beton: C 30/37 $f_{yk} = 30,0 \text{ MPa}$; $f_{cm} = 2,9 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$</p> <p>Ocel podélná: B500B ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)</p> <p>Ocel příčná: B500B ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)</p> <p>Vzpěr Vzpěr není uvažován</p> <p>S tlačencou výztuží je počítáno.</p> <p>Obvodové třmínky Profil: 16 mm; Vzdálenost: 100,0 mm</p> <p>Spony, vnitřní třmínky svislé Profil: 16 mm; Vzdálenost: 100,0 mm; Střihy: 1</p> <p>Spony, vnitřní třmínky vodorovné Profil: 16 mm; Vzdálenost: 100,0 mm; Střihy: 1</p>																																																																																																																																															
<p>Posouzení min. a max. stupně vyztužení</p>																																																																																																																																																
<p>Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum): $\rho_{s,t} = 0,00936 \geq \rho_{s,min} = 0,00151 \Rightarrow$ Vyhovuje $\rho_s = 0,0143 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ Vyhovuje</p>																																																																																																																																																
<p>Stupeň vyztužení smykovou výztuží - Posouzení svisle</p>																																																																																																																																																
<p>$\rho_{w,min} = 0,000876 \leq \rho_w = 0,00603 \Rightarrow$ Vyhovuje Maximální vzdálenost třmínků $s_{t,max} = 400,0 \text{ mm} \geq 100,0 \text{ mm} \Rightarrow$ Vyhovuje Maximální vzdálenost větvi třmínků $s_{t,max} = 516,2 \text{ mm} \geq 466,0 \text{ mm} \Rightarrow$ Vyhovuje</p>																																																																																																																																																
<p>Stupeň vyztužení smykovou výztuží - Posouzení vodorovně</p>																																																																																																																																																
<p>$\rho_{w,min} = 0,000876 \leq \rho_w = 0,00804 \Rightarrow$ Vyhovuje Maximální vzdálenost třmínků $s_{t,max} = 400,0 \text{ mm} \geq 100,0 \text{ mm} \Rightarrow$ Vyhovuje Maximální vzdálenost větvi třmínků $s_{t,max} = 590,8 \text{ mm} \geq 341,0 \text{ mm} \Rightarrow$ Vyhovuje</p>																																																																																																																																																
<p>Posouzení mezního stavu únosnosti</p>																																																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">č.</th> <th rowspan="2">Název</th> <th>N_{Ed}</th> <th>M_{Edy}</th> <th>M_{Edz}</th> <th>V_{Edz}</th> <th>V_{Edy}</th> <th rowspan="2">Posouzení</th> </tr> <tr> <th>N_{Ed} [kN]</th> <th>M_{Edy} [kNm]</th> <th>M_{Edz} [kNm]</th> <th>V_{Edz} [kN]</th> <th>V_{Edy} [kN]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td rowspan="2">1</td><td rowspan="2">Zat. případ 1</td><td>0,00</td><td>-1725,98</td><td>163,95</td><td>352,15</td><td>233,55</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>-1810,55</td><td>171,98</td><td>1428,34</td><td>947,29</td></tr> <tr><td rowspan="2">2</td><td rowspan="2">Zat. případ 2</td><td>0,00</td><td>118,36</td><td>-8,90</td><td>74,71</td><td>61,13</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>1300,83</td><td>-97,81</td><td>1348,43</td><td>1103,33</td></tr> <tr><td rowspan="2">3</td><td rowspan="2">Zat. případ 3</td><td>0,00</td><td>-649,59</td><td>421,49</td><td>-1750,75</td><td>-436,18</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>-1564,48</td><td>1015,12</td><td>-1830,31</td><td>-456,00</td></tr> <tr><td rowspan="2">4</td><td rowspan="2">Zat. případ 4</td><td>0,00</td><td>-920,84</td><td>328,73</td><td>328,41</td><td>341,87</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>-1718,66</td><td>613,55</td><td>1240,66</td><td>1291,51</td></tr> <tr><td rowspan="2">5</td><td rowspan="2">Zat. případ 5</td><td>0,00</td><td>160,59</td><td>346,98</td><td>-1257,94</td><td>164,46</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>706,82</td><td>1531,56</td><td>-2553,09</td><td>333,78</td></tr> <tr><td rowspan="2">6</td><td rowspan="2">Zat. případ 6</td><td>0,00</td><td>-220,15</td><td>343,20</td><td>1131,40</td><td>-111,93</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>-1009,40</td><td>1573,59</td><td>2818,69</td><td>-278,85</td></tr> <tr><td rowspan="2">7</td><td rowspan="2">Zat. případ 7</td><td>0,00</td><td>906,54</td><td>171,42</td><td>1247,92</td><td>-229,01</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>1287,42</td><td>243,45</td><td>2248,56</td><td>-412,64</td></tr> <tr><td rowspan="2">8</td><td rowspan="2">Zat. případ 8</td><td>0,00</td><td>340,11</td><td>-109,72</td><td>1348,77</td><td>-407,25</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>1269,17</td><td>-409,44</td><td>1859,84</td><td>-561,56</td></tr> <tr><td rowspan="2">9</td><td rowspan="2">Zat. případ 9</td><td>0,00</td><td>-652,96</td><td>424,10</td><td>-1756,90</td><td>-434,46</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>-1564,09</td><td>1015,89</td><td>-1836,41</td><td>-454,12</td></tr> <tr><td rowspan="2">10</td><td rowspan="2">Zat. případ 10</td><td>0,00</td><td>-1743,55</td><td>124,19</td><td>-2457,68</td><td>-297,48</td><td rowspan="2">Vyhovuje</td></tr> <tr><td>0,00</td><td>-1816,69</td><td>129,40</td><td>-2625,18</td><td>-317,75</td></tr> </tbody> </table>	č.	Název	N_{Ed}	M_{Edy}	M_{Edz}	V_{Edz}	V_{Edy}	Posouzení	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	1	Zat. případ 1	0,00	-1725,98	163,95	352,15	233,55	Vyhovuje	0,00	-1810,55	171,98	1428,34	947,29	2	Zat. případ 2	0,00	118,36	-8,90	74,71	61,13	Vyhovuje	0,00	1300,83	-97,81	1348,43	1103,33	3	Zat. případ 3	0,00	-649,59	421,49	-1750,75	-436,18	Vyhovuje	0,00	-1564,48	1015,12	-1830,31	-456,00	4	Zat. případ 4	0,00	-920,84	328,73	328,41	341,87	Vyhovuje	0,00	-1718,66	613,55	1240,66	1291,51	5	Zat. případ 5	0,00	160,59	346,98	-1257,94	164,46	Vyhovuje	0,00	706,82	1531,56	-2553,09	333,78	6	Zat. případ 6	0,00	-220,15	343,20	1131,40	-111,93	Vyhovuje	0,00	-1009,40	1573,59	2818,69	-278,85	7	Zat. případ 7	0,00	906,54	171,42	1247,92	-229,01	Vyhovuje	0,00	1287,42	243,45	2248,56	-412,64	8	Zat. případ 8	0,00	340,11	-109,72	1348,77	-407,25	Vyhovuje	0,00	1269,17	-409,44	1859,84	-561,56	9	Zat. případ 9	0,00	-652,96	424,10	-1756,90	-434,46	Vyhovuje	0,00	-1564,09	1015,89	-1836,41	-454,12	10	Zat. případ 10	0,00	-1743,55	124,19	-2457,68	-297,48	Vyhovuje	0,00	-1816,69	129,40	-2625,18	-317,75	
č.			Název	N_{Ed}	M_{Edy}	M_{Edz}	V_{Edz}		V_{Edy}	Posouzení																																																																																																																																						
	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]		M_{Edz} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]																																																																																																																																										
1	Zat. případ 1	0,00	-1725,98	163,95	352,15	233,55	Vyhovuje																																																																																																																																									
		0,00	-1810,55	171,98	1428,34	947,29																																																																																																																																										
2	Zat. případ 2	0,00	118,36	-8,90	74,71	61,13	Vyhovuje																																																																																																																																									
		0,00	1300,83	-97,81	1348,43	1103,33																																																																																																																																										
3	Zat. případ 3	0,00	-649,59	421,49	-1750,75	-436,18	Vyhovuje																																																																																																																																									
		0,00	-1564,48	1015,12	-1830,31	-456,00																																																																																																																																										
4	Zat. případ 4	0,00	-920,84	328,73	328,41	341,87	Vyhovuje																																																																																																																																									
		0,00	-1718,66	613,55	1240,66	1291,51																																																																																																																																										
5	Zat. případ 5	0,00	160,59	346,98	-1257,94	164,46	Vyhovuje																																																																																																																																									
		0,00	706,82	1531,56	-2553,09	333,78																																																																																																																																										
6	Zat. případ 6	0,00	-220,15	343,20	1131,40	-111,93	Vyhovuje																																																																																																																																									
		0,00	-1009,40	1573,59	2818,69	-278,85																																																																																																																																										
7	Zat. případ 7	0,00	906,54	171,42	1247,92	-229,01	Vyhovuje																																																																																																																																									
		0,00	1287,42	243,45	2248,56	-412,64																																																																																																																																										
8	Zat. případ 8	0,00	340,11	-109,72	1348,77	-407,25	Vyhovuje																																																																																																																																									
		0,00	1269,17	-409,44	1859,84	-561,56																																																																																																																																										
9	Zat. případ 9	0,00	-652,96	424,10	-1756,90	-434,46	Vyhovuje																																																																																																																																									
		0,00	-1564,09	1015,89	-1836,41	-454,12																																																																																																																																										
10	Zat. případ 10	0,00	-1743,55	124,19	-2457,68	-297,48	Vyhovuje																																																																																																																																									
		0,00	-1816,69	129,40	-2625,18	-317,75																																																																																																																																										
<p>VYHOVUJE</p>																																																																																																																																																

TRÁM T8

Typ prvku: nosník
Prostředí: XC1

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

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

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

Vzpěr
Vzpěr není uvažován

S tláčenou výztuží je počítáno.

Obvodové těminky
Profil: 14 mm; Vzdálenost: 100,0 mm

Spony, vnitřní těminky svislé
Profil: 14 mm; Vzdálenost: 100,0 mm; Střihy: 1

Spony, vnitřní těminky vodorovné
Profil: 14 mm; Vzdálenost: 100,0 mm; Střihy: 1

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):
 $\rho_{s,t} = 0,00382 \geq \rho_{s,min} = 0,00151 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 $\rho_s = 0,00848 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Stupeň vyztužení smykovou výztuží - Posouzení svisle

$\rho_{w,min} = 0,000876 \leq \rho_w = 0,0154 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 Maximální vzdálenost těminků $s_{t,max} = 400,0 \text{ mm} \geq 100,0 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 Maximální vzdálenost větví těminků $s_{t,max} = 600,0 \text{ mm} \geq 119,0 \text{ mm} \Rightarrow$ **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	0,00	169,83	0,00	187,53	0,00	Vyhovuje
		0,00	444,49	0,00	1201,65	0,00	
2	Zat. případ 2	0,00	52,23	0,00	-45,22	0,00	Vyhovuje
		0,00	444,49	0,00	-1201,65	0,00	
3	Zat. případ 3	0,00	386,29	0,00	89,66	0,00	Vyhovuje
		0,00	444,49	0,00	1201,65	0,00	
4	Zat. případ 4	0,00	364,97	0,00	90,52	0,00	Vyhovuje
		0,00	444,49	0,00	1201,65	0,00	
5	Zat. případ 5	0,00	75,35	0,00	214,38	0,00	Vyhovuje
		0,00	444,49	0,00	1201,65	0,00	
6	Zat. případ 6	0,00	-11,89	0,00	-49,72	0,00	Vyhovuje
		0,00	-391,83	0,00	-1195,02	0,00	
7	Zat. případ 7	0,00	11,90	0,00	-160,56	0,00	Vyhovuje
		0,00	444,49	0,00	-1201,65	0,00	
8	Zat. případ 8	0,00	406,26	0,00	10,96	0,00	Vyhovuje
		0,00	444,49	0,00	1201,65	0,00	
9	Zat. případ 9	0,00	117,92	0,00	-163,62	0,00	Vyhovuje
		0,00	444,49	0,00	-1201,65	0,00	
10	Zat. případ 10	0,00	71,02	0,00	215,83	0,00	Vyhovuje
		0,00	444,49	0,00	1201,65	0,00	

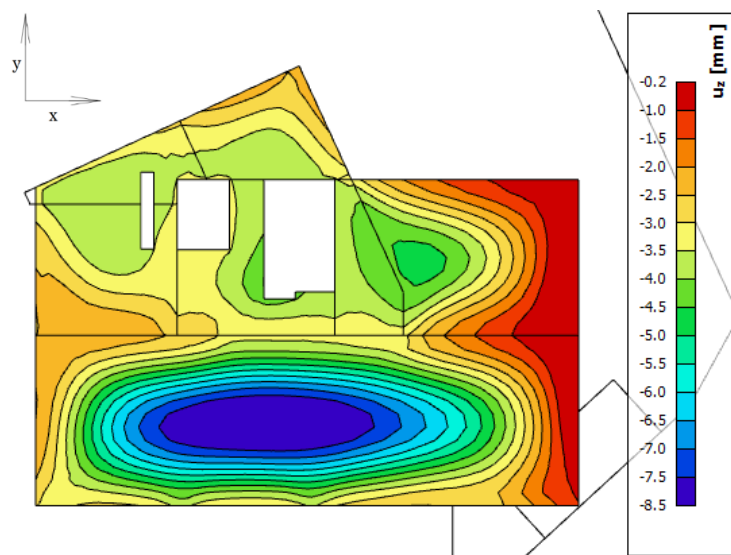
Mezní stav únosnosti VYHOVUJE

VYHOVUJE

4.6.3 VNITŘNÍ STROP 2.PP

Stropní deska stropu 2.PP je ve stejné úrovni jako základová deska na úrovni 1.PP. Deska se v celém svém rozsahu pouze ve vnitřním prostředí. Není ve styku se zeminou. Navržena je v tloušťce 250 mm.

DEFORMACE



$$U_{deska} = 8,5 \text{ mm}$$

LIMITNÍ DEFORMACE

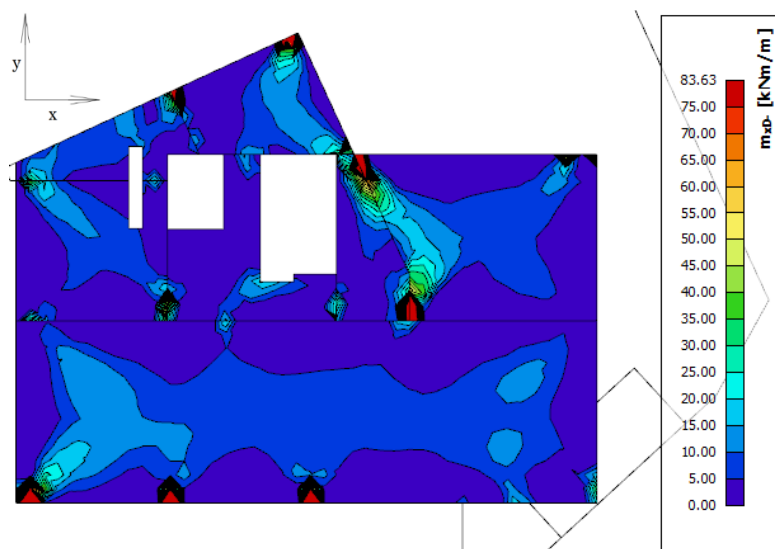
$$U_{lim,deska} = \frac{L}{250} = \frac{6250}{250} = 25 \text{ mm}$$

$$U_{deska} = 8,5 \text{ mm} < U_{lim,deska} = 25 \text{ mm}$$

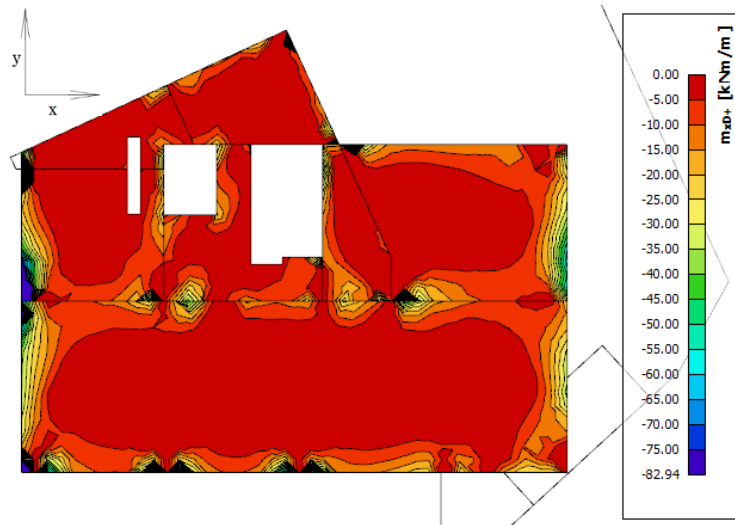
Deformace vyhovují.

VNITŘNÍ SÍLY

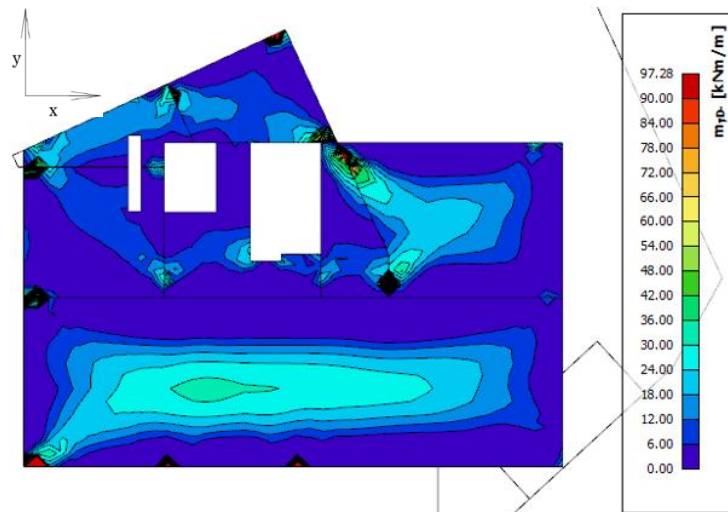
Návrhová kombinace zatížení – m_{xd} .



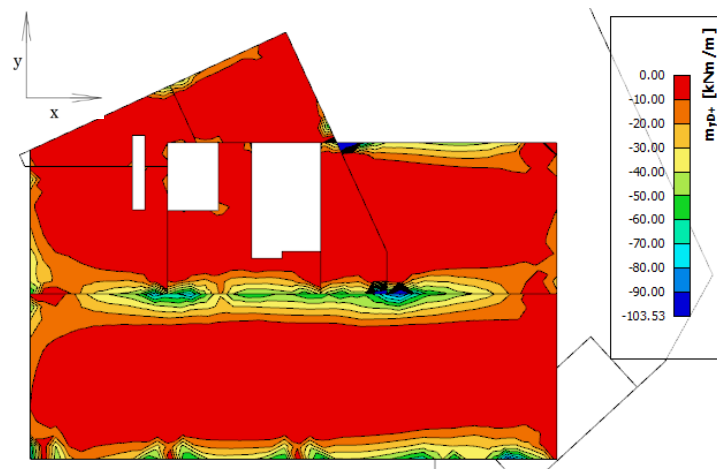
Návrhová kombinace zatížení – m_{xd+}



Návrhová kombinace zatížení – m_{yd-}



Návrhová kombinace zatížení – m_{yd+}



NÁVRH VÝZTUŽE DESKY

Princip návrhu je uveden jako vzorový výpočet v části návrhu přechodové desky pod terémem. Pro desku stropu 1.PP bude v následujících tabulkách shrnuta výztuž navržena na momenty z programu SCIA Engineer. Lokální extrémní budou redukovány.

NÁVRH VÝZTUŽE PŘI SPODNÍM POVRCHU VE SMĚRU X											
HLAVNÍ NOSNÁ VÝZTUŽ											
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]		
40	Ø10 po 150 mm	523,6			220	14,24	0,05	214,3	48,81	OK	81,95%
PŘÍLOŽKY											
MOMENT	NÁVRH	PLOCHY VÝZTUŽE			ÚNOSNOST				POSOUZENÍ		
m_{xD}		$a_{s,prov}$ (hlavní)	$a_{s,prov}$ (příložka)	$a_{s,prov}$ (celkové)	d	x	ε	z	M_{Rd}	$M_{Ed} \leq M_{Rd}$	M_{Ed}/M_{Rd}
[kNm/m]		[mm ² /m]	[mm ² /m]	[mm ² /m]	[mm]	[mm]	-	[mm]	[kNm/m]		
83	Ø10 po 150 mm	523,6	523,6	1047,2	220	28,47	0,02	208,6	95,0	OK	87,34%

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY - HLA VNÍ VÝZTUŽ					
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	300	331,8	523,6	10 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY - PŘÍLOŽKY					
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	300	300	331,8	1047,2	10 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					

NÁVRH VÝZTUŽE PŘI SPODNÍM POVRCHU VE SMĚRU Y											
HLAVNÍ NOSNÁ VÝZTUŽ											
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]		
42	Ø10 po 150 mm	523,6			210	14,24	0,05	204,3	46,5	OK	90,26%
PŘÍLOŽKY											
MOMENT	NÁVRH	PLOCHY VÝZTUŽE			ÚNOSNOST				POSOUZENÍ		
m_{yD}		$a_{s,prov}$ (hlavní)	$a_{s,prov}$ (příložka)	$a_{s,prov}$ (celkové)	d	x	ε	z	M_{Rd}	$M_{Ed} \leq M_{Rd}$	M_{Ed}/M_{Rd}
[kNm/m]		[mm ² /m]	[mm ² /m]	[mm ² /m]	[mm]	[mm]	-	[mm]	[kNm/m]		
67	Ø12 po 300 mm	523,6	377,0	900,6	209	24,48	0,03	199,2	78,0	OK	85,85%

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY - HLA VNÍ VÝZTUŽ					
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	300	316,7	523,6	10 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY - PŘÍLOŽKY					
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	300	315,2	900,6	10 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					

NÁVRH VÝZTUŽE PŘI HORNÍM POVRCHU VE SMĚRU X									
HLAVNÍ NOSNÁ VÝZTUŽ									
MOMENT	NÁVRH	PLOCHA VÝZTUŽE	ÚNOSNOST					POSOUZENÍ	
m_{kD+}		$a_{s,prov}$ (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]		
43	Ø10 po 150 mm	523,6	220	14,24	0,05	214,3	48,8	OK	88,09%
58	Ø12 po 150 mm	754,0	219	20,50	0,03	210,8	69,1	OK	83,89%
82	Ø14 po 150 mm	1026,3	218	27,90	0,02	206,8	92,3	OK	88,80%
KONSTRUKČNÍ VÝZTUŽ - MIMO Hlavní MOMENTY									
MOMENT	NÁVRH	PLOCHA VÝZTUŽE	ÚNOSNOST					POSOUZENÍ	
m_{kD+}		$a_{s,prov}$ (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	Ø8 po 150 mm	335,1	220	9,11	0,08	216,4	31,54	OK	63,42%

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY - Hlavní VÝZTUŽ					
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	300	331,8	523,6	10 000
21	150	300	330,3	754,0	10 000
21	150	300	328,7	1026,3	10 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY - KONSTRUKČNÍ VÝZTUŽ					
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	300	331,8	335,1	10 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					

NÁVRH VÝZTUŽE PŘI HORNÍM POVRCHU VE SMĚRU Y									
HLAVNÍ NOSNÁ VÝZTUŽ									
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]		
58	Ø12 po 150 mm	754,0	210	20,50	0,03	201,8	66,2	OK	87,63%
76	Ø14 po 150 mm	1026,3	208	27,90	0,02	196,8	87,9	OK	86,49%
97	Ø16 po 150 mm	1340,4	207	36,44	0,02	192,4	112,2	OK	86,45%
KONSTRUKČNÍ VÝZTUŽ - MIMO Hlavní MOMENTY									
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	Ø8 po 150 mm	335,1	211	9,11	0,08	207,4	30,23	OK	66,17%

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY - Hlavní VÝZTUŽ					
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	300	316,7	754,0	10 000
21	150	300	313,7	1026,3	10 000
21	150	300	312,2	1340,4	10 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY - KONSTRUKČNÍ VÝZTUŽ					
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	300	318,2	335,1	10 000
KONSTRUKČNÍ ZÁSADY VYHOVUJÍ					

4.6.4 SVISLÉ VNITŘNÍ KONSTRUKCE SUTERÉNU

Všechny vnitřní svislé nosné konstrukce budou řešeny jako železobetonové monolitické.

STĚNY 1.PP a 2.PP

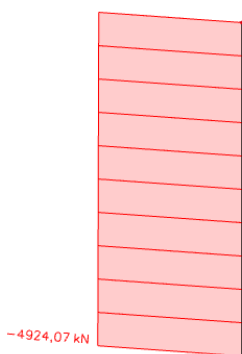
Vnitřní nosné stěny v obou suterénech jsou uvažovány tloušťky 250 mm. Návrh vychází z globálního modelu a dále nejsou v rámci diplomové práce podrobně navrhovány.

SLOUPY 1.PP

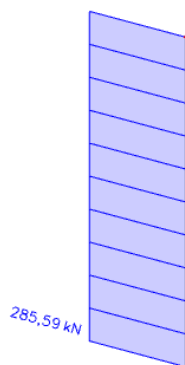
V rámci 1.PP je parkovací plocha řešena jako kombinace sloupů, na kterých jsou uloženy trámy. Sloupy budou jednotného tvaru 300x900 mm, rozmístěny dle schématu z úvodu kapitoly 4. Návrh je proveden na nejvíce zatížený sloup. Sloupy budou posouzeny pomocí programu FIN EC.

Vnitřní síly

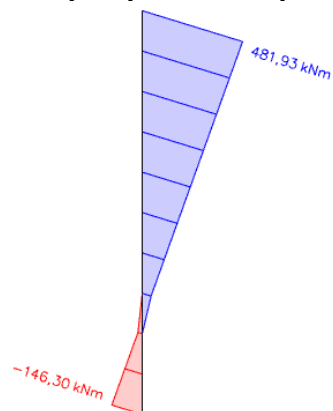
Normálová síla N



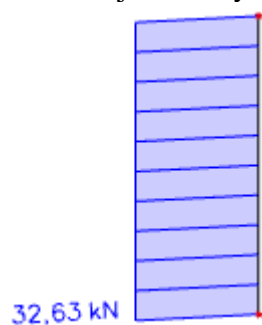
Posouvající síla Vz



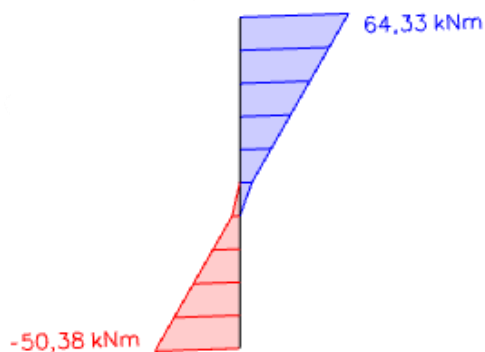
Ohybový moment My



Posouvající síla Vy



Ohybový moment Mz



Posouzení sloupu v programu FIN EC

Typ prvku: sloup
Prostředí: XC1

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

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

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

Vzpěr
 Vzpěrná délka kolmo na osu Y: $l_{ef,y} = 3,00 \times 0,50 = 1,50 \text{ m}$
 Vzpěrná délka kolmo na osu Z: $l_{ef,z} = 3,00 \times 0,50 = 1,50 \text{ m}$

S tlačnou výztuží je počítáno.

Obvodové třmínky
 Profil: 10 mm; Vzdálenost: 150,0 mm

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Sloup (celková výztuž):
 $\rho_s = 0,0104 \geq \rho_{s,min} = 0,00419 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 $\rho_s = 0,0104 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Posouzení konstrukčních zásad třmínků

Minimální průměr třmínků $d = 6 \text{ mm} \leq 10 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 Maximální vzdálenost třmínků $s_{t,max} = 240,0 \text{ mm} \geq 150,0 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed}	M_{Edy}	M_{Edz}	V_{Edz}	V_{Edy}	Posouzení
		N_{Rd} [kN]	M_{Rdy} [kNm]	M_{Rdz} [kNm]	V_{Rdz} [kN]	V_{Rdy} [kN]	
1	Zat. případ 1	-4924,07	-320,78	8,25 → 23,15	284,93	-3,15	Vyhovuje
		-6525,95	-511,67	36,92	584,94	-6,47	
2	Zat. případ 2	-635,80	-121,56	2,36	-40,70	1,20	Vyhovuje
		-6525,95	-669,69	12,99	-756,91	22,32	
3	Zat. případ 3	-4922,04	-323,93	8,54 → 23,46	285,59	-3,29	Vyhovuje
		-6525,95	-512,08	37,08	585,12	-6,74	
4	Zat. případ 4	-1101,25	-153,62	12,59	141,23	-17,22	Vyhovuje
		-6525,95	-726,07	59,46	714,16	-87,08	
5	Zat. případ 5	-4384,09	-300,31	10,20 → 27,69	193,63	-7,86	Vyhovuje
		-6525,95	-614,82	56,64	624,19	-25,34	
6	Zat. případ 6	-1100,48	-153,74	12,57	141,33	-17,20	Vyhovuje
		-6525,95	-726,09	59,32	714,28	-86,93	
7	Zat. případ 7	-2170,87	-10,31	-50,12	-15,64	32,54	Vyhovuje
		-6525,95	-63,86	-309,46	-113,47	236,09	
8	Zat. případ 8	-2111,45	-61,87	64,14	-14,48	32,63	Vyhovuje
		-6525,95	-259,84	269,37	-105,32	237,34	
9	Zat. případ 9	-1425,44	-415,16	34,65	-154,13	13,84	Vyhovuje
		-6525,95	-770,89	64,29	-764,76	68,67	
10	Zat. případ 10	-4892,18	481,00	-2,77 → -17,86	284,93	-3,15	Vyhovuje
		-6525,95	533,53	-19,79	587,39	-6,49	

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE

VYHOVUJE

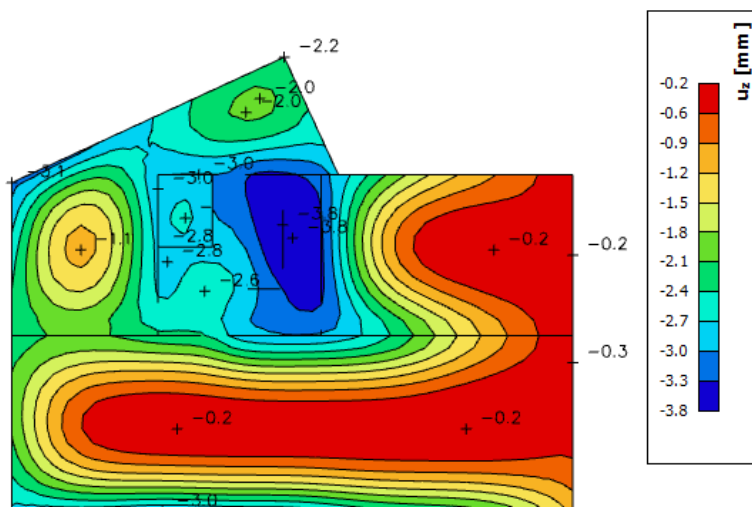
4.7 POSOUZENÍ ZÁKLADOVÝCH POMĚŘŮ OBJEKTU

Založení objektu bude posuzováno na kontaktní napětí a sedání. Obě hodnoty jsou čerpány z globálního modelu z programu SCIA Engineer s modulem SOIL INTERACTION. Budou posuzovány obě základové desky. Deska 2.PP tl. 600 mm a deska 1.PP tl. 450 mm.

SEDÁNÍ

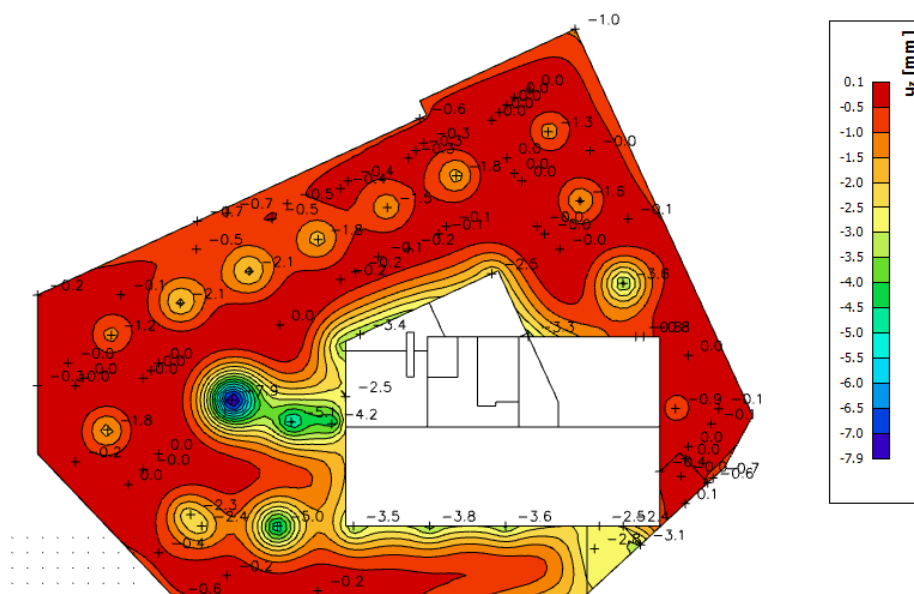
Na předmětném pozemku jsou dobré základové poměry. Sedání obou základových desek je v malém rozsahu. Ani v místech lokálního zatížení konstrukce nesedá výrazně více než v okolních částech základové desky, proto lze považovat sedání obou desek za rovnoměrné. Sedání je uvažováno s vlivem dotvarování, můžeme tedy jeho hodnoty považovat za konečné.

DESKA 2.PP



Sedání konstrukce tl. 600 mm vyhovuje.

DESKA 1.PP



Sedání konstrukce tl. 450 mm vyhovuje.

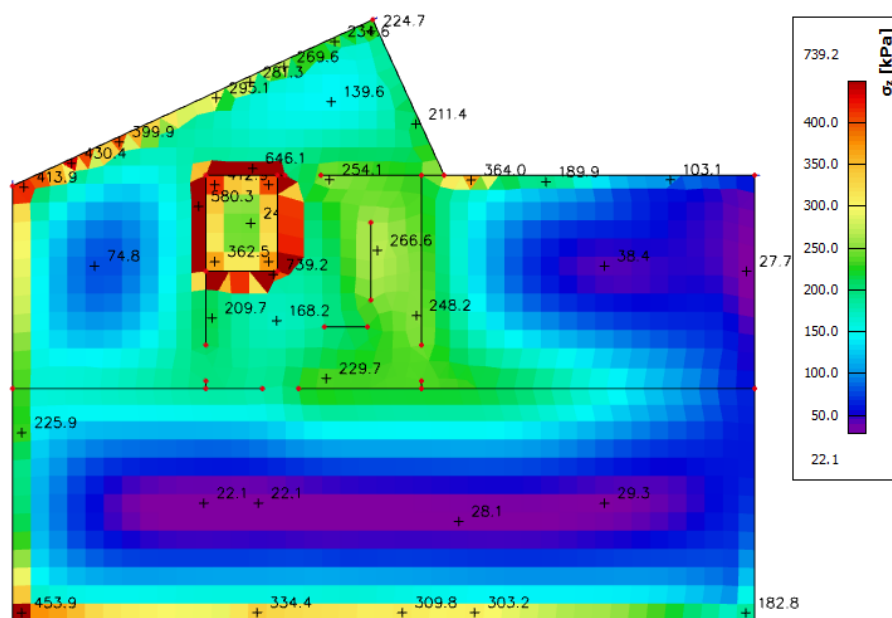
KONTAKTNÍ NAPĚTÍ

Jedná se o napětí v základové spáře na kontaktu mezi zemínou a konstrukcí objektu. Obě desky jsou založeny ve stejném geotypu s únosností $R_{dt}=300$ kPa. V případě že je povolené napětí překročeno musí být navrženo opatření.

Jelikož je podloží modelováno v programu SCIA Engineer můžeme pro posouzení využít výstupy z programu s reálnými hodnotami kontaktního napětí.

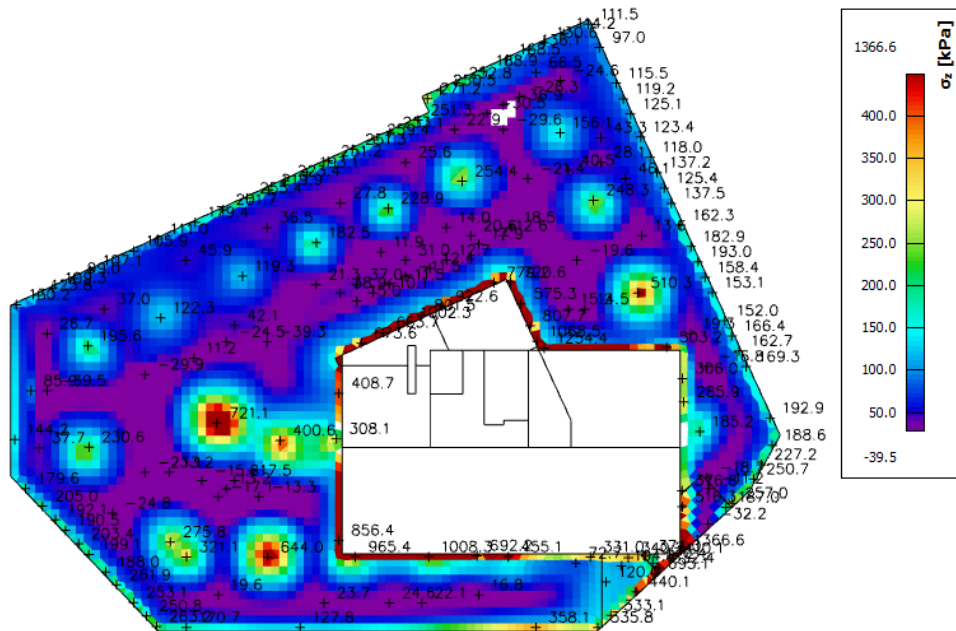
DESKA 2.PP

Na následujícím výstupu z programu lze vidět hodnoty kontaktního napětí. Nedokonalostí programu je, že v některých případech vznikají na hranách ploch nereálné hodnoty kontaktního napětí. V ploše je však vidět, že kontaktní napětí není překročeno. Proto tuto desku není potřeba upravovat. Splňuje únosnost $R_{dt}=300$ kPa.

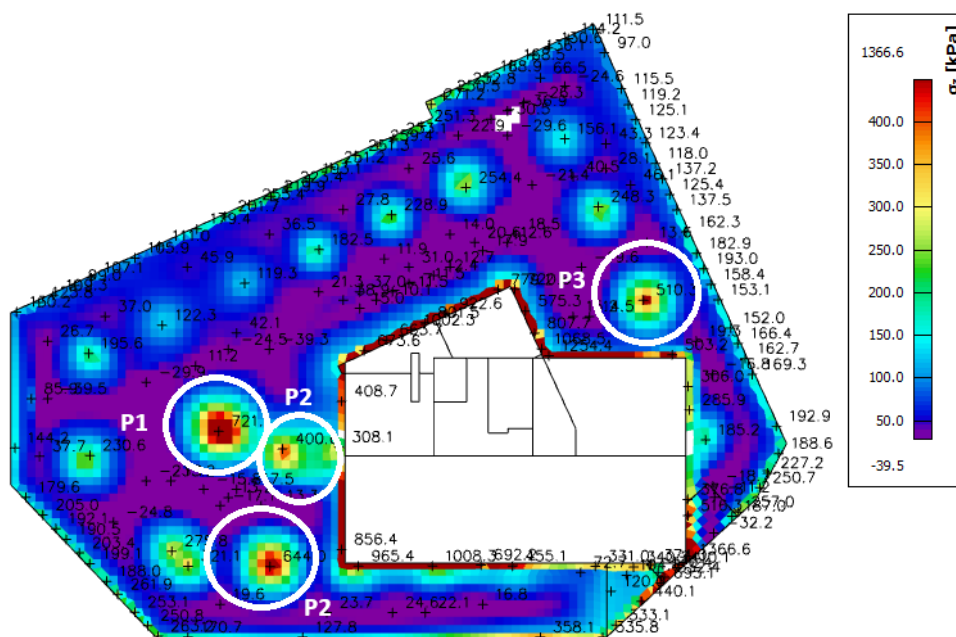


DESKA 1.PP

Na následujícím výstupu z programu lze vidět hodnoty kontaktního napětí. Opět zde lze vidět nedokonalost programu, kde na přechodu mezi deskami vznikají nereálné hodnoty kontaktního napětí. Tyto hodnoty zanedbáme, ale v případě této desky jsou hodnoty lokálně překročeny i v ploše desky. Je to v místech lokálního zatížení sloupy. V těchto místech nesplňuje předepsanou únosnost $R_{dt}=300$ kPa.



Konkrétně je to v bíle zakroužkovaných oblastech v následujícím výstupu. Tyto oblasti jsou označeny třemi značkami P1-P3. Znamená to, že v daných místech bude muset být deska zesílena. Bude zde navrženy železobetonové patky s označením Patka P1 až Patka P3.



PATKY

Návrh patek je proveden pomocí programu GEO5. Zatížení využité pro návrh patek bylo z programu SCIA Engineer z reakcí v místě sloupu.

Parametry zeminy pro všechny patky

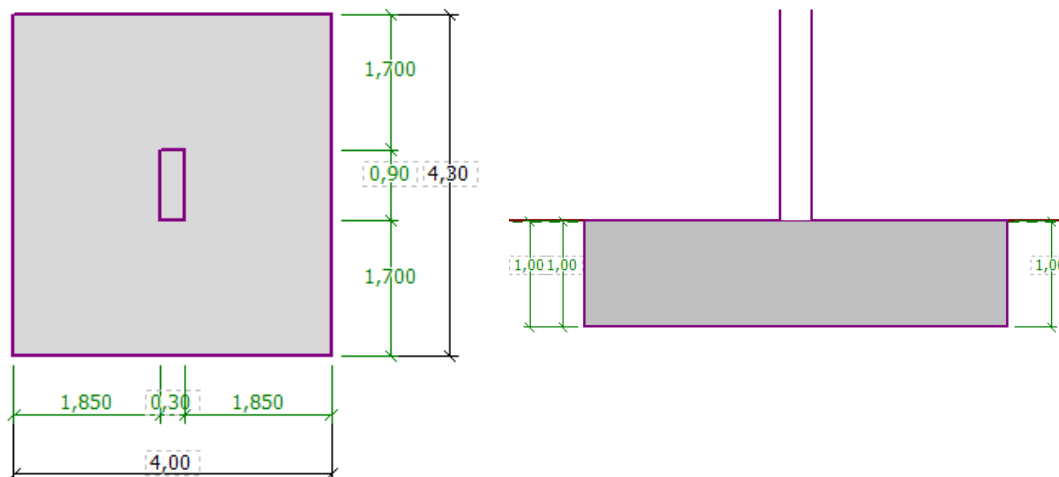
Třída G3, S3, R6

Objemová tíha :	$\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 36,00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
Edometrický modul :	$E_{oed} = 96,40 \text{ MPa}$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

PATKA P1

Tato patka je navržena pro nejvíce zatížený sloup průřezu 300x900 mm.

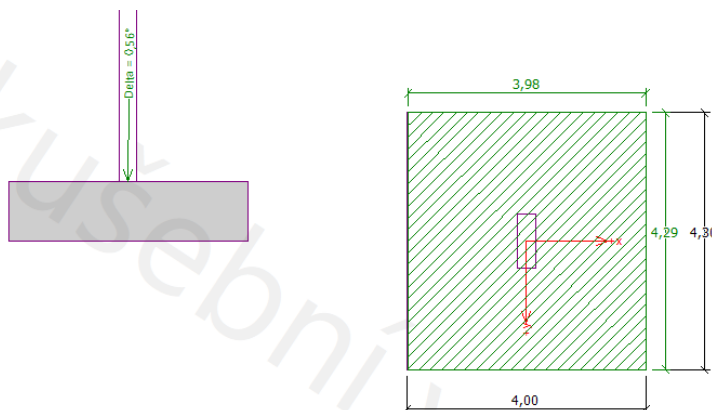
Geometrie



Uvažované zatížení

Číslo	Zatížení nové změna	Název	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]	Typ
1	Ano	Zatížení č. 1	4700,00	-60,00	-23,00	20,00	45,00	Návrhové

Posouzení únosnosti



Posouzení únosnosti patky - 1.MS

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepriznivější zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

Návrhová únosnost základů: $R_{d1} = 1040,08 \text{ kPa}$

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 292,47 \text{ kPa}$

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,002 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,001 < 0,333$

Max. prostorová excentricita $e_e = 0,002 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepriznivější zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

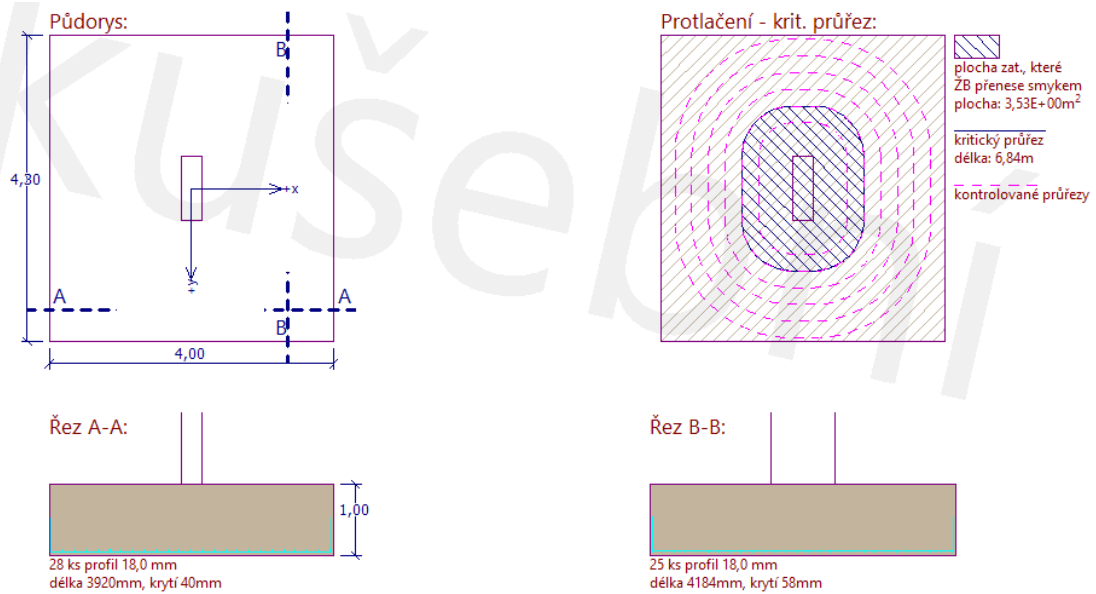
Horizontální únosnost základu $R_{dH} = 3260,25 \text{ kN}$

Extrémní horizontální síla $H = 49,24 \text{ kN}$

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

Návrh výztuže



Zatížení č. 1		Posouzení	
<input checked="" type="checkbox"/> Podélná výztuž ve směru X	<input checked="" type="checkbox"/> Podélná výztuž ve směru Y	PODÉL. VE SMĚRU X :	VYHOVUJE (86,5%)
Počet vložek: 28,00 [ks]	Počet vložek: 25,00 [ks]	PODÉL. VE SMĚRU Y :	VYHOVUJE (88,5%)
Krytí výztuže: 40,0 [mm]	Krytí výztuže: 58,0 [mm]	PROTLAČENÍ :	VYHOVUJE (65,2%)
Profil vložky: 18,0 [mm]	Profil vložky: 18,0 [mm]		
$A_{nut} = 6166,7 \text{ mm}^2 < A_{zad} = 7125,1 \text{ mm}^2$	$A_{nut} = 5627,9 \text{ mm}^2 < A_{zad} = 6361,7 \text{ mm}^2$		

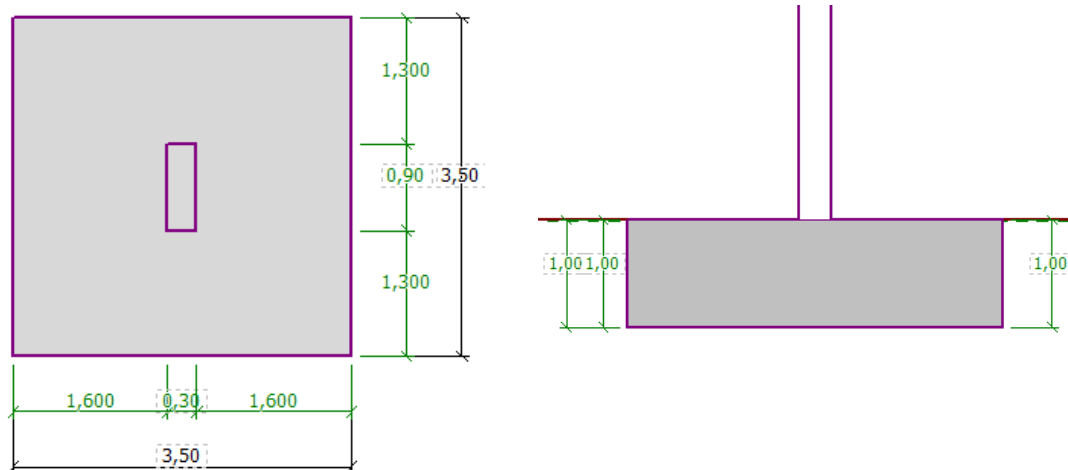
Zhodnocení návrhu

Navržená patka je půdorysných rozměrů 4x4,3 metru a výšky 1 m. To znamená, že sahá 0,55 metru pod spodní hranu základové desky. Únosnost v základové spáře patky byla splněna. Navržená výztuž je kolmý rast z profilů 18 mm po 150 mm. Program posuzuje i protlačení, které bylo splněno.

PATKA P2

Tato patka je navržena pro sloup průřezu 300x900 mm.

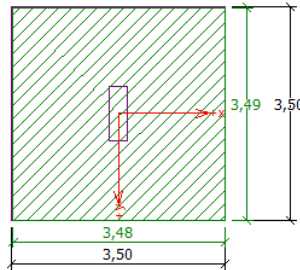
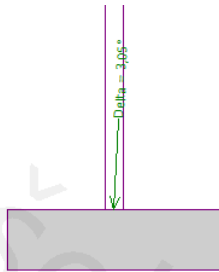
Geometrie



Uvažované zatížení

Číslo	Zatížení nové změna	Název	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]	Typ
1	Ano	Zatížení č. 1	3320,00	-170,00	-31,00	8,00	188,00	Návrhové

Posouzení únosnosti



Posouzení únosnosti patky - 1.MS

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí: obdélník
Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

Výpočtová únosnost zákl. plochy $R_{yk} = 879,52 \text{ kPa}$

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 291,25 \text{ kPa}$

Svislá únosnost **VYHOVUJE**

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,003 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,001 < 0,333$

Max. prostorová excentricita $e_3 = 0,004 < 0,333$

Excentricita zatížení základu **VYHOVUJE**

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

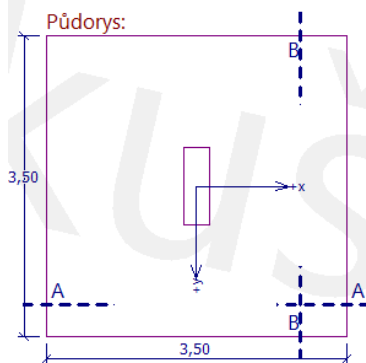
Horizontální únosnost základu $R_{Gh} = 2305,23 \text{ kN}$

Extrémní horizontální síla $H = 188,17 \text{ kN}$

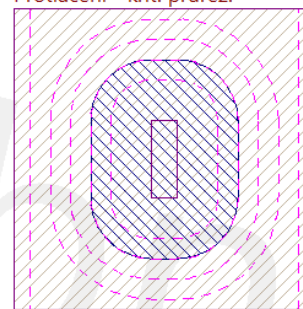
Vodorovná únosnost **VYHOVUJE**

Únosnost základu **VYHOVUJE**

Návrh výztuže



Protlačení - krit. průřez:

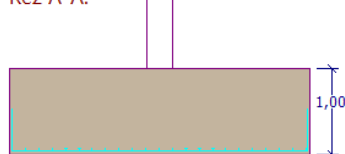


plocha zat., které ZB přeneše smykem
plocha: $3,33E+00 \text{ m}^2$

kritický průřez
délka: $6,84 \text{ m}$

kontrolované průřezy

Řez A-A:



23 ks profil 18,0 mm
délka 3420mm, krytí 40mm

Řez B-B:



23 ks profil 18,0 mm
délka 3384mm, krytí 58mm

Zatížení č. 1		Posouzení	
<input checked="" type="checkbox"/> Podélná výztuž ve směru X	<input checked="" type="checkbox"/> Podélná výztuž ve směru Y	PODÉL. VE SMĚRU X : VYHOVUJE (85,8%)	PODÉL. VE SMĚRU Y : VYHOVUJE (84,1%)
Počet vložek : 23,00 [ks]	Počet vložek : 23,00 [ks]	PROTLAČENÍ : VYHOVUJE (43,5%)	
Krytí výztuže : 40,0 [mm]	Krytí výztuže : 58,0 [mm]		
Profil vložky : 18,0 [mm]	Profil vložky : 18,0 [mm]		
$A_{nut} = 5019,4 \text{ mm}^2 < A_{zad} = 5852,8 \text{ mm}^2$	$A_{nut} = 4924,4 \text{ mm}^2 < A_{zad} = 5852,8 \text{ mm}^2$		

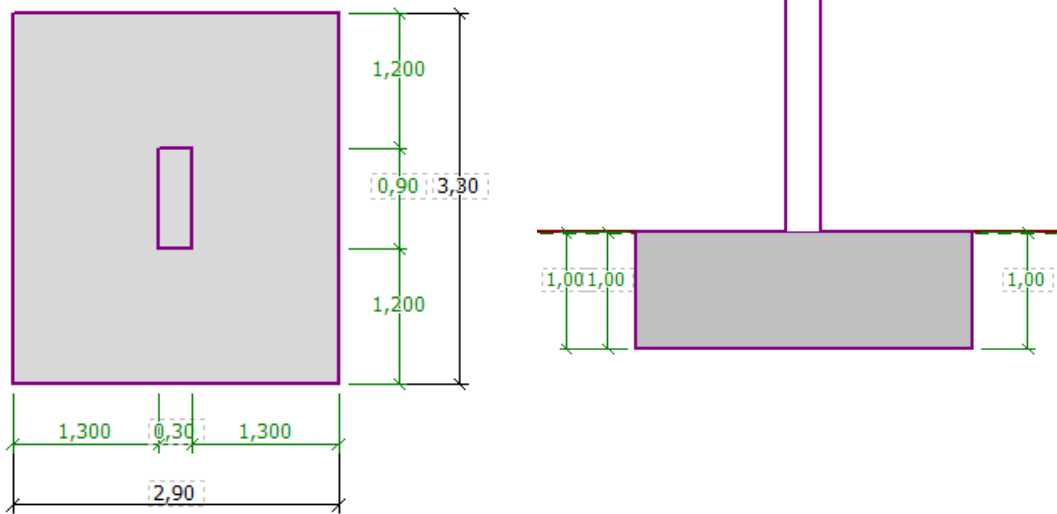
Zhodnocení návrhu

Navržená patka je půdorysných rozměrů 3,5x3,5 metru a výšky 1 m. To znamená, že sahá 0,55 metru pod spodní hranu základové desky. Únosnost v základové spáře patky byla splněna. Navržená výztuž je kolmý rast z profilů 18 mm po 150 mm. Program posuzuje i protlačení, které bylo splněno.

PATKA P3

Tato patka je navržena pro sloup průřezu 300x900 mm.

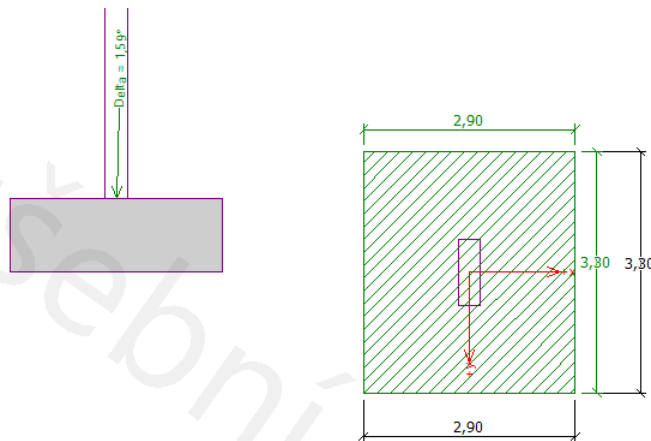
Geometrie



Uvažované zatížení

Číslo	Zatížení nové změna	Název	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]	Typ
1	Ano	Zatížení č. 1	2626,00	-84,30	-2,00	3,30	77,40	Návrhové

Posouzení únosnosti



Posouzení únosnosti patky - 1.MS

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí: obdélník

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

Únosťová únosnost základ. půdvy. $R_{d1} = 849,10$ kPa

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 292,77$ kPa

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,001 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,001 < 0,333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,001 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

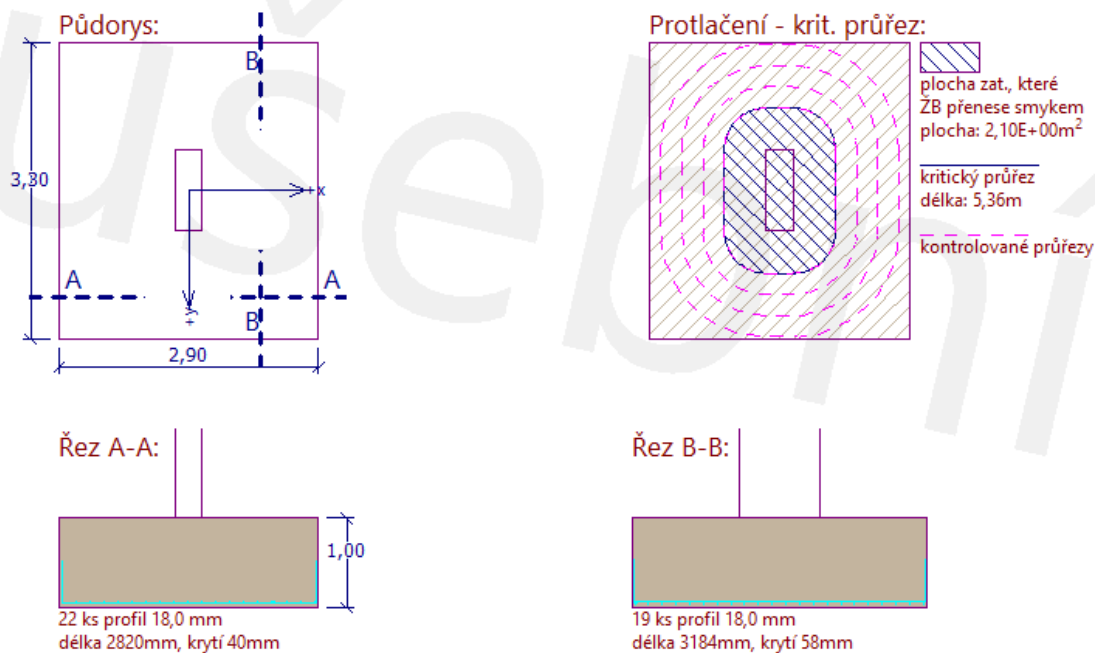
Horizontální únosnost základu $R_{dH} = 1822,60$ kN

Extrémní horizontální síla $H = 77,47$ kN

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

Návrh výztuže



Zatížení č. 1		Posouzení	
<input checked="" type="checkbox"/> Podélná výztuž ve směru X	<input checked="" type="checkbox"/> Podélná výztuž ve směru Y	PODĚL. VE SMĚRU X : VYHOVUJE (84,5%)	PODĚL. VE SMĚRU Y : VYHOVUJE (84,4%)
Počet vložek : 22,00 [ks]	Počet vložek : 19,00 [ks]	PROTLAČENÍ : VYHOVUJE (31,6%)	
Krytí výztuže : 40,0 [mm]	Krytí výztuže : 58,0 [mm]		
Profil vložky : 18,0 [mm]	Profil vložky : 18,0 [mm]		
$A_{Nut} = 4732,6 \text{ mm}^2 < A_{Zad} = 5598,3 \text{ mm}^2$	$A_{Nut} = 4080,2 \text{ mm}^2 < A_{Zad} = 4834,9 \text{ mm}^2$		

Zhodnocení návrhu

Navržená patka je půdorysných rozměrů 3,5x3,5 metru a výšky 1 m. To znamená, že sahá 0,55 metru pod spodní hranu základové desky. Únosnost v základové spáře patky byla splněna. Navržená výztuž je kolmý rast z profilů 18 mm po 150 mm. Program posuzuje i protlačení, které bylo splněno.

KOMENTÁŘ K NÁVRHU PATEK

Návrhem patek v programu GEO5 je navržena minimální velikost patky nutná pro roznoš zatížení. V rámci půdorysu 1.PP se v jednom místě patka P1 a patka P2 nachází velmi blízko sebe. Zde bude patka sloučena a bude řešena jako společný základ.

4.8 OBECNÉ INFORMACE K BÍLÉ VANĚ

Bílá vana je železobetonová základová konstrukce plnicí nosnou a těsnicí funkcí. Princip těsnění konstrukce proti pronikání vody je založen na vodonepropustnosti betonu bez dalších izolačních vrstev. Tento princip se využívá pro spodní stavby, kde je nutné ochránit konstrukci před pronikáním vody. Výhodou bílé vany je snazší lokalizace případných poruch a následná oprava. Pro jejich správnou funkci je důležité správné konstrukční řešení, které závisí například na složení a konzistenci betonu. V následujících podkapitolách jsou shrnuty výpočetní a třídící principy využitě pro podrobný návrh.

4.8.1 ZATŘÍDĚNÍ KONSTRUKCE BYTOVÉHO DOMU [11]

Zatřídění konstrukce bylo provedeno dle překladu německé směrnice TP ČBS 04.

TŘÍDA NAMÁHÁNÍ

Vlivem trvalého působení podzemní vody na základovou desku uvažujeme třídu namáhání 1.

TŘÍDA UŽÍVÁNÍ

Z důvodu, že první podzemní podlaží slouží jako parkovací stání a druhé podzemní podlaží jako technické místnosti a sklepy, lze brát jako přípustné vlhké skvrny na povrchu konstrukce. Třída užívání konstrukce je tedy B.

ŠÍŘKA TRHLIN

Vychází z tlakového spádu konstrukce.

Základová deska 1.PP

$$h_v = 2,1 \text{ m ... vodní sloupec}$$

$$h_b = 0,45 \text{ m ... tloušťka desky}$$

$$h_v/h_b = 2,1/0,45 = 4,7 \rightarrow h_v/h_b \leq 10$$

Pro základovou desku 1.PP je tedy maximální povolená trhлина $w_{\text{lim}} = 0,2 \text{ mm}$.

Základová deska 2.PP

$$h_v = 5,0 \text{ m ... vodní sloupec}$$

$$h_b = 0,6 \text{ m ... tloušťka desky}$$

$$h_v/h_b = 5,0/0,6 = 8,3 \rightarrow h_v/h_b \leq 10$$

Pro základovou desku 2.PP je tedy maximální povolená trhлина $w_{\text{lim}} = 0,2 \text{ mm}$.

4.8.2 VÝPOČET ŠÍŘKY TRHLINY

V této kapitole budou popsány přístupy pro navrhování bílých van použité ve statickém výpočtu. Ve statickém výpočtu budou použité vzorce použity bez popisu.

Při návrhu konstrukce bílé vany je nutné ověřit konstrukci na mezní stav únosnosti, ale i na mezní stav použitelnosti, který je často rozhodující. Důležité je posouzení mezního stavu šířky trhliny. Výztuž navržená na tento mezní stav musí zajistit, aby šířka trhliny byla omezena na požadovanou hodnotu definovanou normou, či směrnici. K tomuto nám pomáhají následné uvedené výpočtové postupy na omezení šířky trhlín vzhledem k požadavkům na konstrukci.

TRHLINY OD VYNUCENÝCH PŘETVOŘENÍ (ČSN EN 1992-1-1) [5]

Šířku trhliny w_k získáme ze vztahu:

$$w_k = s_{r,max}(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$$

$s_{r,max}$ maximální vzdálenost trhlín

$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$ rozdíl poměrných přetvoření betonu a výztuže v okolí trhliny

ε_{sm} průměrná hodnota poměrného přetvoření výztuže

ε_{cm} průměrná hodnota poměrného přetvoření betonu mezi trhlínami

Rozdíl poměrných přetvoření získáme ze vztahu:

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s}$$

σ_s je tahové napětí výztuže v průřezu porušeném trhlínou

$f_{ct,eff}$ střední hodnota pevnosti betonu v tahu při vzniku trhlín, $f_{ct,eff} = \frac{f_{ctm}}{2}$

k_t je součinitel závisející na době trvání zatížení, pro krátkodobé zatížení má hodnotu 0,6 a pro dlouhodobé zatížení má hodnotu 0,4

α_e poměr modulů pružnosti výztuže a betonu, $\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}}$

$\rho_{p,eff}$ účinný stupeň vyztužení, $\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}}$

A_s plocha výztuže

$A_{c,eff}$ účinná plocha tažného betonu obklopující výztuž, $A_{c,eff} = h_{c,eff} \cdot b$

$h_{c,eff}$ účinná výška tažené části průřezu, $h_{c,eff} = \min \left\{ \begin{array}{l} (h - x)/3 \\ 2,5 * (h - d) \\ h/2 \end{array} \right\}$

h výška vyšetřovaného průřezu

d je účinná výška vyšetřovaného průřezu

x výška tlačené oblasti vyšetřovaného průřezu

Musí být splněna podmínka:

$$(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \geq 0,6 * \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Maximální vzdálenost trhlín $s_{r,max}$ získáme ze vztahu:

$$s_{r,max} = k_3 c + \frac{k_1 k_2 k_4 \phi}{\rho_{p,eff}}$$

c	velikost krycí vrstvy
ϕ	profil použité výztuže
k_1	součinitel zohledňující vlastnosti soudržné výztuže, pro pruty s velkou soudržností má hodnotu 0,8 a pro pruty s hladkým povrchem má hodnotu 1,6
k_2	součinitel zohledňující rozdělení poměrného přetvoření, pro ohyb má hodnotu 0,5 a pro prostý tah 1,0
k_3	součinitel vyjadřující délku oblasti kolem trhliny s narušenou soudržností, vypočte ze vztahu $k_3 = 3,4 \cdot \left(\frac{25}{c}\right)^{\frac{2}{3}} < 3,4$
k_4	součinitel dle normy má doporučenou hodnotu 0,425

RANÉ TRHLINY [17]

Konstrukce bílé vany budou posouzeny s ohledem na vznik raných trhlín. Pro tento návrh hraje hlavní roli tahová pevnost betonu $f_{ct,eff}$. Tato hodnota je závislá na mnoha faktorech, například na hydratačním teple, okolní teplotě, době odbednění, způsobu ošetření betonu a vlhkosti prostředí. Jelikož neznáme tyto faktory bude v rámci výpočtu uvažována přibližná hodnota efektivní pevnosti betonu pro beton s normálním nárustem pevnosti: $f_{ct,eff} = f_{ctm}/2$

Napětí ve výztuži získáme ze vztahu:

$$\sigma_s = k_c * k * f_{ct,eff} * \frac{A_{ct}}{A_{s,min}}$$

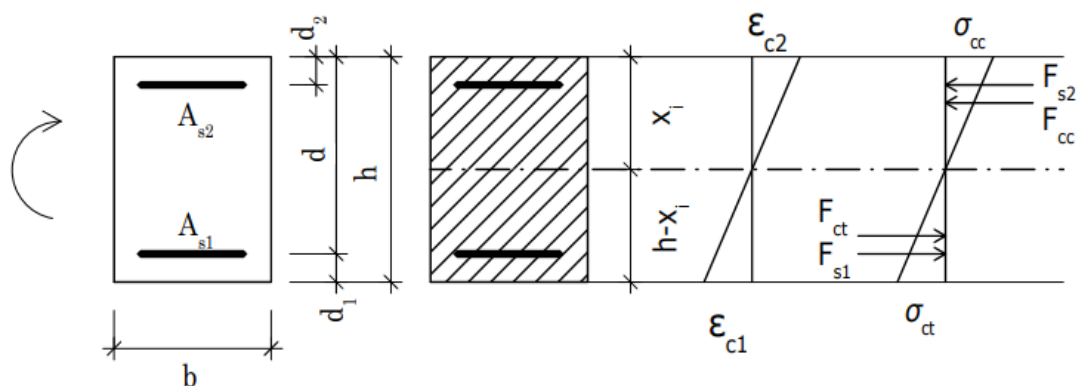
$k_c = 1$	součinitel rozdělení napětí v průřezu před vznikem trhlín
$k = 1$	součinitel účinku nerovnoměrného rozdělení vnitřních napětí
$f_{ct,eff}$	střední hodnota pevnosti betonu v tahu při vzniku trhlín
A_{ct}	plocha tažené části průřezu bezprostředně před vznikem trhlín, $A_{ct} = h_{ct} * b$
h_{ct}	výška tažené části průřezu před vznikem trhlín, $h_{ct} = \frac{h}{2}$
h	výška průřezu

Po výpočtu napětí se šířka trhliny vypočte dle vztahů ČSN EN 1992-1-1.

TRHLINY OD PŘÍMÉHO ZATÍŽENÍ [15]

Výpočet je proveden na základě silové podmínky od působícího zatížení.

Průřez bez trhlin



Poměr modulů pružnosti výztuže a betonu:

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}}$$

Plocha ideálního průřezu:

$$A_i = A_c + (\alpha_e)(A_{s1} + A_{s2})$$

Vzdálenost těžiště ideálního průřezu od horních vláken:

$$x_i = \frac{[A_c a_c + (\alpha_e)(A_{s1} d + A_{s2} d_2)]}{A_i}$$

Moment setrvačnosti:

$$I_i = I_c + A_c (x_i - a_c)^2 + (\alpha_e)[A_{s1} (d - x_i)^2 + A_{s2} (x_i - d_2)^2]$$

Tahové napětí v betonu:

$$\sigma_{c2} = \frac{M_{ek}(h - x_i)}{I_i}$$

Moment na vzniku trhlin:

$$M_{cr} = \frac{f_{ctm} I_i}{(h - x_i)}$$

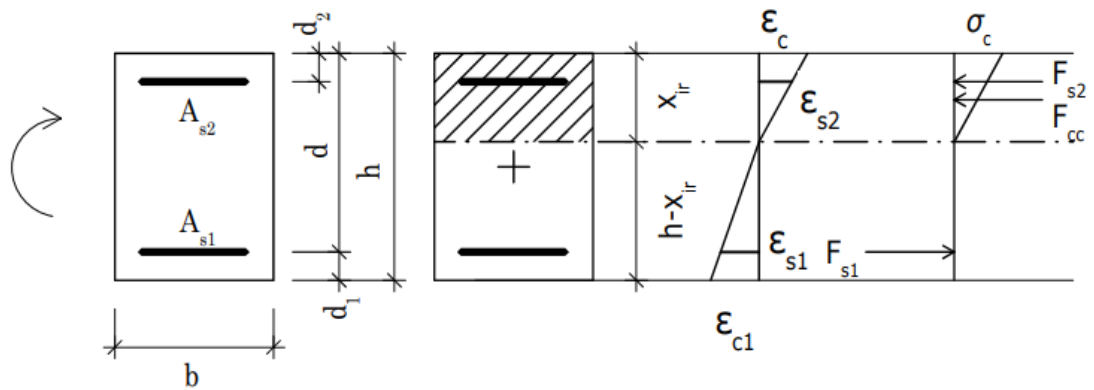
$$M_{cr} < M_{ek}$$

Trhliny vznikají

$$M_{cr} > M_{ek}$$

Trhliny teoreticky nevzniknou (i pro tento případ se postupuje, jako když trhлина vzniká)

Průřez s trhlinami



Vzdálenost těžiště ideálního průřezu od horních vláken:

$$x_{ir} = \frac{\alpha_e}{b} (A_{s1} + A_{s2}) \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2b}{\alpha_e} \frac{A_{s1} d + A_{s2} d_2}{(A_{s1} + A_{s2})^2}} \right]$$

Moment setrvačnosti:

$$I_{ir} = \frac{1}{3} b x_{ir}^3 + \alpha_e [A_{s1} (d - x_{ir})^2 + A_{s2} (x_{ir} - d_2)^2]$$

Napětí ve výztuži:

$$\sigma_s = \alpha_e \frac{M_{ek}}{I_{ir}} (d - x_{ir})$$

Po výpočtu napětí se šířka trhliny vypočte dle vztahů ČSN EN 1992-1-1.

OMEZENÉ PŘETVOŘENÍ OD HYDRATAČNÍHO TEPLA – STĚNY [12]

Vysoký vývin hydratačního tepla při tuhnutí betonu má negativní dopad na konstrukci. Proto se pro konstrukce s předepsanou šířkou trhliny používají betony se sníženým vývojem hydratačního tepla. Přetvoření stěny omezuje základová deska, na kterou je stěna betonována. Z tohoto důvodu častěji vznikají trhliny ve stěnách.

Výpočet napětí při úniku hydratačního tepla:

$$\sigma_{ct,ges} = k\alpha_T E_{ct}(T_{cm} - T_s)$$

$\sigma_{ct,ges}$ celkové napětí betonu v tahu při úniku hydratačního tepla při omezeném přetvoření

$k = 1$ součinitel možnosti posunu stavebních prvků u stěn betonovaných na základových deskách

α_T součinitel teplotní roztažnosti betonu

ΔT_c vzrůst teploty v prvku důsledkem hydratačního tepla H_w

$$\Delta T_c = \alpha_c \Delta T_{th} = \alpha_c \frac{c H_w}{Q_{c0}}$$

α_c součinitel, který vyjadřuje poměr mezi vzrůstem teploty v prvku ΔT_c a teoretickým vzrůstem teploty ΔT_{th}

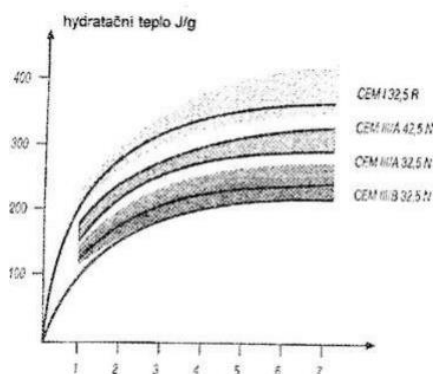
Tloušťka prvku h [m]	$\alpha_c = \Delta T_c / \Delta T_{th}$
$\leq 0,4$ m	0,75
0,6 m	0,80
0,8 m	0,85
1,0 m	0,95
$\geq 2,0$ m	1,00

c množství cementu v 1 m^3

H_w hydratační teplo cementu dosažené v časovém okamžiku t_{maxT}

t_{maxT} časový okamžik, kdy je maximální rozdíl teplot v jádru a na povrchu betonu, vyjádřen vztahem $t_{maxT} = 0,8h + 1$

E_{ct} modul pružnosti betonu při dosažení tahové pevnosti $E_{ct} = E_{c28} \cdot E_{ct}/E_{c28}$



Stáří betonu	E_{ct} / E_{c28}
8 hodin	0,10
12 hodin	0,25
16 hodin	0,45
24 hodin	0,65
2 dny	0,85
14 dní	1,00

T_{cm}	střední teplota stěny, vypočte se ze vztahu $T_{cm} = k_{tv}T_0 + \Delta T_c$
T_0	výchozí teplota čerstvého betonu stěny na počátku betonáže
k_{tv}	součinitel teploty uvnitř stavebního prvku 0,5 při $h < 0,3\text{m}$ 0,7 při $0,5 \leq h \leq 3,0\text{ m}$ 0,5 při $h > 3,0\text{ m}$
T_s	teplota základové desky

Výpočet návrhového největšího napětí při úniku hydratačního tepla:

$$\sigma_{ct,d} = k_{ct,d}\sigma_{ct,ges}$$

$k_{ct,d}$ návrhový součinitel pro tahové napětí, závislý na délce úseku a na výšce stěny

Poměr celkové délky stěny k její výšce	$k_{ct,d}$
$l_0 / h_b \leq 1$	$\approx 0,2$
$l_0 / h_b \leq 2$	$\approx 0,45$
$l_0 / h_b \leq 3$	$\approx 0,55$
$l_0 / h_b \leq 4$	$\approx 0,65$
$l_0 / h_b \leq 6$	$\approx 0,75$
$l_0 / h_b \leq 8$	$\approx 0,85$
$l_0 / h_b \leq 10$	$\approx 0,95$
$l_0 / h_b > 10$	$\approx 1,00$

Výpočet efektivní plochy:

$$A_{c,eff} = 2,5(c_{nom} + 0,5\phi) \cdot b$$

Výpočet tahové síly:

$$F_{ct,eff} = \sigma_{ct,d}A_{ct}$$

Výpočet napětí ve výztuži

$$\sigma_s = \frac{F_{ct,eff}}{A_{s,prov}}$$

Po výpočtu napětí se šířka trhliny vypočte dle vztahů ČSN EN 1992-1-1.

OMEZENÉ VYNUCENÉ PŘETVOŘENÍ DESKY – TŘENÍ [12]

Při navrhování desky bílé vany je důležité brát ohled na vznik trhlin od vynucených přetvoření v raném stáří betonu. Aby se deska mohla volně přetvářet musí překonat tření mezi deskou a podložím. Síla vznikající třením je závislá na rovinnosti desky. V případě narušení rovinnosti desky dochází k omezenému pokluzu. Toto může způsobit například dojezd výtahu nebo patka. V rámci návrhu bytového domu je bráněno pokluzu právě patkami a dojezdem výtahu.

Výpočet tahové síly:

Z důvodu bránění ve volném pokluzu od středu nebude v rámci výpočtu brána poloviční délka úseku, ale celá délka.

$$F_{ct,d} = \gamma \mu \sigma_0 \frac{l_0}{2} \rightarrow F_{ct,,d} = \gamma \mu \sigma_0 l_0$$

$\gamma = 1$ součinitel spolehlivosti v MSP

μ součinitel tření, určí se dle následující tabulky

Podloží	Kluzná vrstva	l. posun - μ
Štěrk	žádná	1,4 - 2,1
Pískovcové lože	žádná	0,9 - 1,1
Soudržná zemina	žádná	0,5 - 0,8
Nesoudržná zemina, písek	1 vrstva PE fólie	0,5 - 0,7
Hlazený podkladní beton	1 vrstva PE fólie	0,8 - 1,4
Hlazený podkladní beton	2 vrstvy PE fólie	0,6 - 1,0
Hlazený podkladní beton	PTFE povlakované fólie	0,2 - 0,5
Podkladní beton	asfaltové svařované pásy 1)	0,35 - 0,7
Podkladní beton	vrstva asfaltu 1), asfaltová malta	0,03 - 0,2
1) Musí být dostatečná tloušťka asfaltu a teplota v kluzné vrstvě > 10 °C.		

σ_0 napětí v základové spáře od vlastní tíhy desky a užitého zatížení, vypočte se dle následujícího vztahu $\sigma_0 = \gamma_c h_d + q$

l_0 délka desky za předpokladu pokluzu od středu

Tahová síla, kterou beton přenáší bezprostředně před vznikem trhlin:

$$F_{cr} = F_{ct,eff} = k_c k f_{ct,eff} A_{ct}$$

k součinitel zohledňující nerovnoměrné rozdělení vnitřních napětí, pro desky do $h \leq 300$ mm uvažuje 1,0, pro $h \geq 650$ mm pak 0,65

k_c součinitel zohledňující rozdělení napětí před vznikem trhlin, pro prostý tah je zjednodušeně 1,0, u ohybu je hodnota 0,5

$f_{ct,eff}$ střední hodnota pevnosti betonu v tahu při vzniku trhlin

A_{ct} průřezová plocha základové desky, na 1 bm

Síla $F_{ct,d}$ je návrhovou tahovou silou, pokud nepřekročí hodnotu síly F_{cr} při vzniku trhlin. Pokud by nerovnost neplatila, návrh bude proveden na sílu F_{cr} .

$$F_{cr} > F_{ct,d}$$

Minimální plocha výztuže, bez ohledu na šířku trhlin:

$$A_{s,min} = F_{ct,d} / f_{yd}$$

Výpočet efektivní plochy:

$$A_{c,eff} = 2,5(c + 0,5\phi) \cdot b$$

Napětí ve výztuži se spočte vztahem:

$$\sigma_s = \frac{F_{ctd}}{A_s}$$

Po výpočtu napětí se šířka trhliny vypočte dle vztahů ČSN EN 1992-1-1.

TRHLINY OD VYNUCENÝCH PŘETVOŘENÍ (ČSN EN 1992-3) [6]

Norma pro návrh nádrží pro kapaliny a zásobníky. Návrh se člení na dva základní stavy omezení vynucených přetvoření. Je to případ vetknutí na obou koncích a vetknutí podél jedné hrany. V rámci statického výpočtu nebyl tento výpočtový přístup aplikován.

4.8.3 TĚSNĚNÍ PROSTUPŮ A SPAR [11]

Pro správnou funkci bílé vany je nutné správné provedení spár a prostupů. Jedná se o problematická místa konstrukce. Jako těsnicí materiály mohou být použity pouze stavební výrobky s průkazem použitelnosti, jenž zaručuje splnění rozhodujících požadavků pro daný účel. Těsnicí účinek spočívá u většiny řešení na těsném spojení s povrchem betonu adhezí nebo přitlakem. Všechny řešení těsnění musí zachovat své těsnicí vlastnosti i po vzniku trhlin nebo musí být zabudovány až po vzniku trhlin, které nejčastěji vznikají od vynucených namáhání.

4.9 NÁVRH BÍLÉ VANY

Návrh bílé vany se skládá z posouzení dvou podlaží řešeného bytového domu. Součástí suterénu je také rampa, která tvoří vjezd do objektu. Rampa bude řešena jako železobetonová vodonepropustná konstrukce složená z opěrných stěn a desky. V rámci diplomové práce nebude podrobně navrhována.

Materiálové charakteristiky vycházejí pro celý návrh z následující tabulky [5].

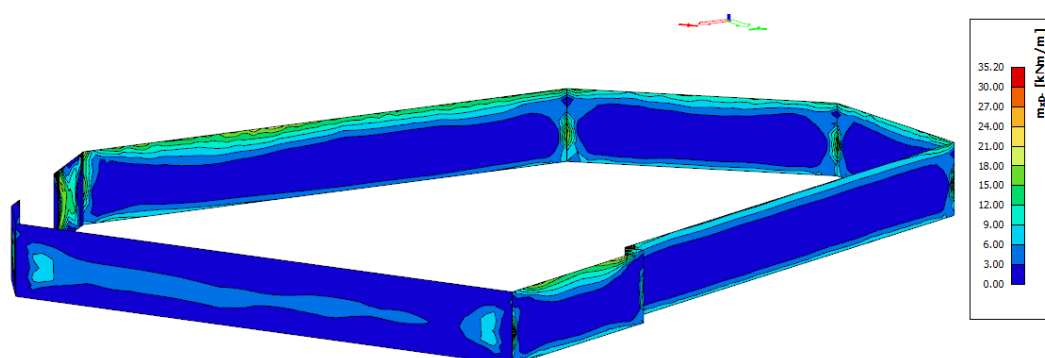
	Pevnostní třídy betonu														Analytické vztahy/ vysvětlivky
	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	
f_{ck} (MPa)	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	
$f_{ck,cube}$ (MPa)	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105	
f_{cm} (MPa)	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98	$f_{cm} = f_{ck} + 8$ (MPa)
f_{ctm} (MPa)	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5	$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \leq C50/60$ $f_{ctm} = 2,12 \cdot \ln(1+(f_{cm}/10)) > C50/60$
$f_{ctk,0.05}$ (MPa)	1,1	1,3	1,5	1,8	2	2,2	2,5	2,7	2,9	3	3,1	3,2	3,4	3,5	$f_{ctk,0.05} = 0,7 \times f_{ctm}$ 5% kvantil
$f_{ctk,0.95}$ (MPa)	2	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3	5,5	5,7	6	6,3	6,6	$f_{ctk,0.95} = 1,3 \times f_{ctm}$ 95% kvantil
E_{cm} (GPa)	27	29	30	31	33	34	35	36	37	38	39	41	42	44	$E_{cm} = 22(f_{cm}/10)^{0,3}$ (f_{cm} v MPa)
ε_{c1} (‰)	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20	2,25	2,30	2,40	2,45	2,50	2,60	2,70	2,80	2,80	viz obrázek 3.2 $\varepsilon_{c1}(\rho_{100}) = 0,7 f_{cm}^{0,31} < 2,8$
ε_{cu1} (‰)	3,50									3,20	3,00	2,80	2,80	2,80	viz obrázek 3.2 pro $f_{ck} \geq 50$ MPa $\varepsilon_{cu1}(\rho_{100}) = 2,8 + 27[(98 - f_{cm})/100]^4$
ε_{c2} (‰)	2,00									2,20	2,30	2,40	2,50	2,60	viz obrázek 3.3 pro $f_{ck} \geq 50$ MPa $\varepsilon_{c2}(\rho_{100}) = 2,0 + 0,085(f_{ck} - 50)^{0,53}$
ε_{cu2} (‰)	3,50									3,10	2,90	2,70	2,60	2,60	viz obrázek 3.3 pro $f_{ck} \geq 50$ MPa $\varepsilon_{cu2}(\rho_{100}) = 2,6 + 35[(90 - f_{ck})/100]^4$
n	2,00									1,75	1,60	1,45	1,40	1,40	pro $f_{ck} \geq 50$ MPa $n = 1,4 + 23,4[(90 - f_{ck})/100]^4$
ε_{c3} (‰)	1,75									1,80	1,90	2,00	2,20	2,30	viz obrázek 3.4 pro $f_{ck} \geq 50$ MPa $\varepsilon_{c3}(\rho_{100}) = 1,75 + 0,55[(f_{ck} - 50)/40]$
ε_{cu3} (‰)	3,50									3,10	2,90	2,70	2,60	2,60	viz obrázek 3.4 pro $f_{ck} \geq 50$ MPa $\varepsilon_{cu3}(\rho_{100}) = 2,6 + 35[(90 - f_{ck})/100]^4$

4.9.1 SUTERÉNNÍ STĚNY 1.PP

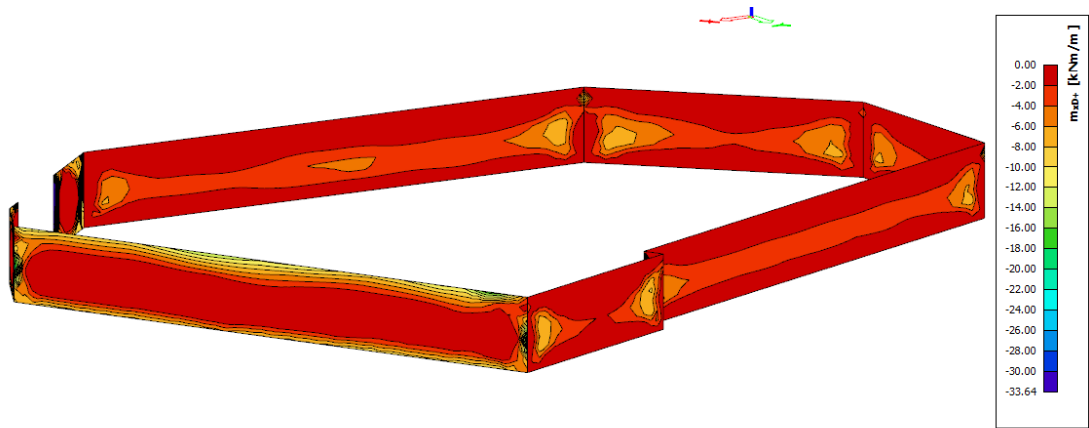
Návrh suterénních stěn bude proveden na vnitřní síly vycházející z výpočetního modelu SCIA Engineer. Stěny budou posouzeny na MSÚ a MSP. Pro posudek na MSÚ budou využity návrhové hodnoty vnitřních sil a pro MSP budou využity vnitřní síly, dle německé směrnice, z časté kombinace zatížení.

VNITŘNÍ SÍLY

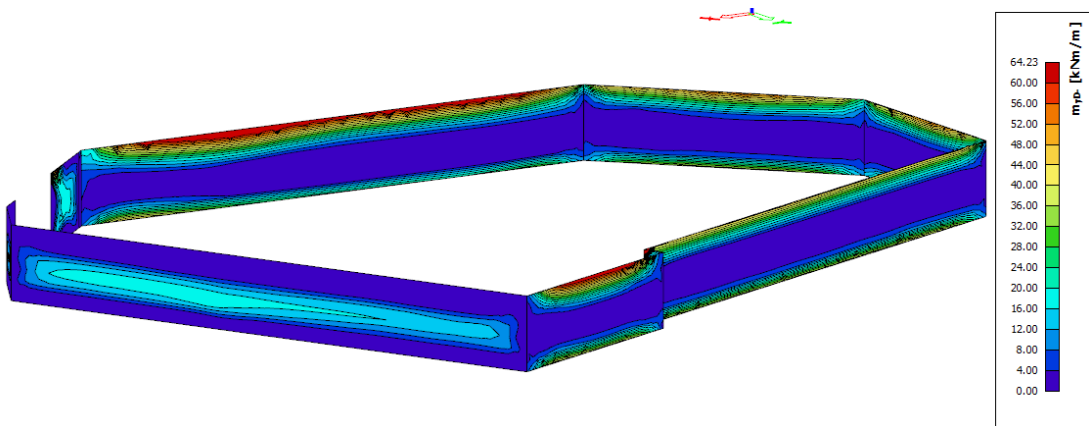
Návrhová kombinace zatížení – m_{xd} .



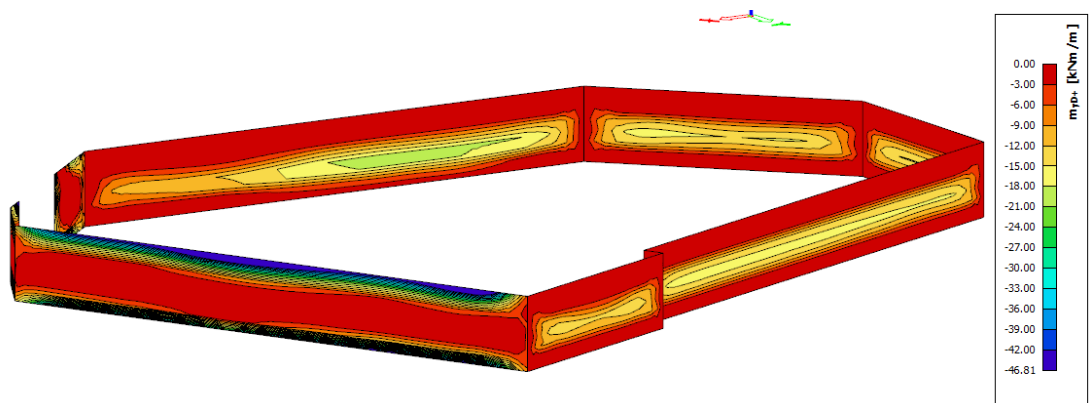
Návrhová kombinace zatížení – m_{xd+}



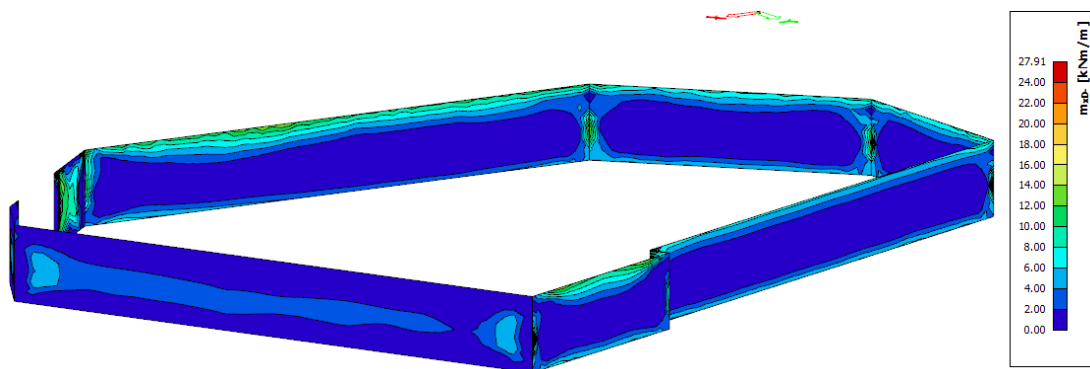
Návrhová kombinace zatížení – m_{yd-}



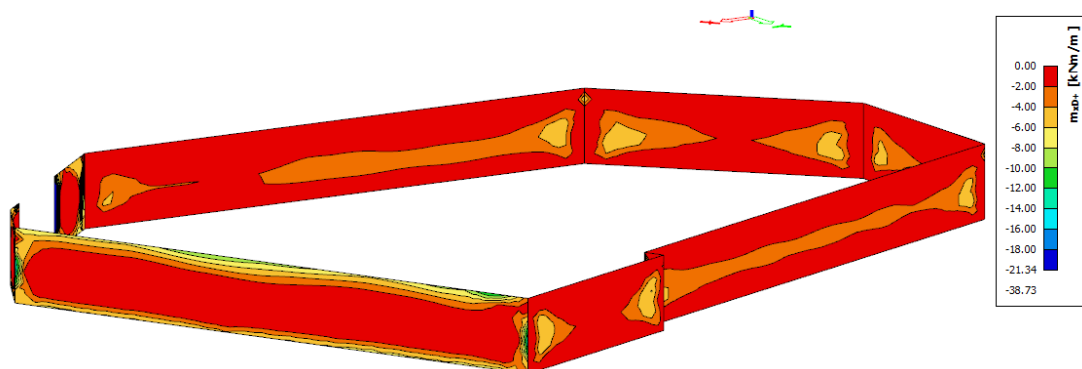
Návrhová kombinace zatížení – m_{yd+}



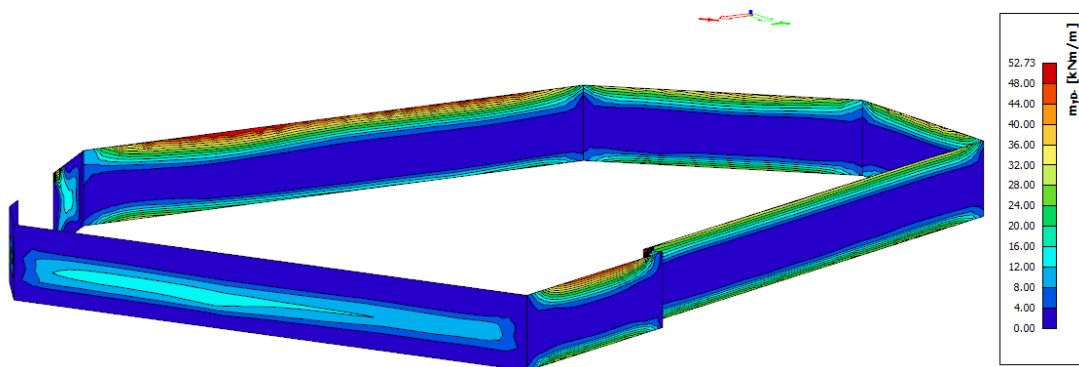
Častá kombinace zatížení – m_{xd-}



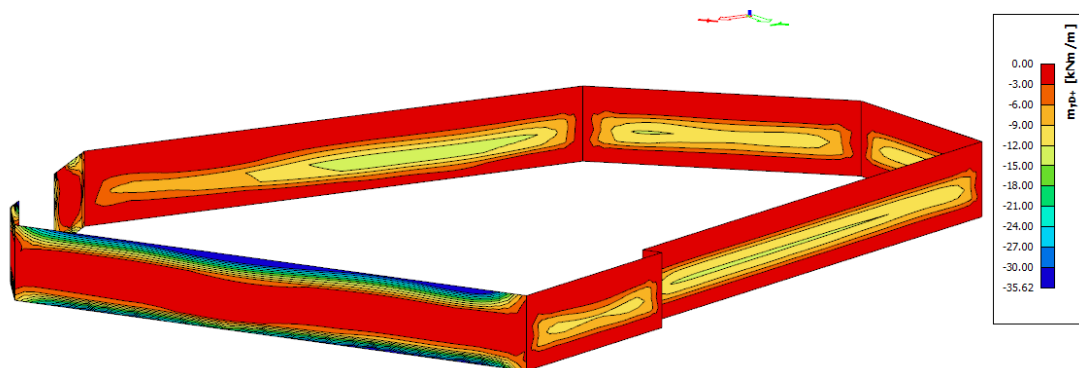
Častá kombinace zatížení – m_{xd+}



Častá kombinace zatížení – m_{yd-}



Častá kombinace zatížení – m_{yd+}



NÁVRH VODOROVNÉ VÝZTUŽE STĚN 1.PP – MSP

Výpočet raných trhlin

Materiál:	Beton: C30/37	$E_{cm} = 33 \text{ GPa}$	$E_s = 200 \text{ GPa}$
	Ocel: B500B	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$	$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = 6,061$
		$x = 42 \text{ mm}$	
Geometrie:	$h = 300 \text{ mm}$	$c_1 = 40 \text{ mm}$	$d_1 = 47 \text{ mm}$
	$b = 1000 \text{ mm}$	$c_2 = 40 \text{ mm}$	$d_2 = 47 \text{ mm}$
			$d = 253,0 \text{ mm}$
$A_{s1} = \emptyset 14 / 100 + \emptyset 0 / 150 = 1539 \text{ mm}^2$			
$A_{s2} = \emptyset 14 / 100 + \emptyset 0 / 150 = 1539 \text{ mm}^2$			

$$f_{ct,eff} = \frac{f_{ctm}}{2} = 1,45 \text{ MPa} \quad h_{ct} = \frac{h}{2} = 150 \text{ mm} \quad A_{ct} = h_{ct} * b = 150000 \text{ mm}^2$$

$$k_c = 1,0 \quad k = 1,0$$

$$\sigma_s = k_c * k * f_{ct,eff} * \frac{A_{ct}}{A_{s,min}} = 141,3 \text{ MPa}$$

$$h_{c,eff} = \min \left\{ \begin{array}{l} (h-x)/3 \\ 2,5 * (h-d) \\ h/2 \end{array} \right\} = 86,1 \text{ mm} \quad A_{c,eff} = b h_{c,eff} = 86053 \text{ mm}^2 \quad \rho_{p,eff} = \frac{A_{s1}}{A_{c,eff}} = 0,0179$$

$$k_t = 0,4 \quad k_1 = 0,8 \quad k_2 = 1,0 \quad k_3 = 2,5 \quad k_4 = 0,425$$

$$s_{r,max} = k_3 c + \frac{k_1 k_2 k_4 \phi}{\rho_{p,eff}} = 366 \text{ mm} \quad \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ctm}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} = 0,3472$$

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,127 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad \text{ŠÍŘKA TRHLIN}$$

$w_{k,lim} = 0,200 \text{ mm}$	>	$w_k = 0,127 \text{ mm}$
--------------------------------	---	--------------------------

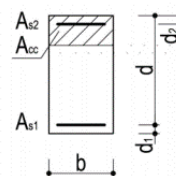
VYHOVUJE

Výpočet šířky trhlin od působícího zatížení – dle ČSN EN 1992-1-1

Materiál:	Beton: C30/37	$E_{cm} = 33 \text{ GPa}$	$E_s = 200 \text{ GPa}$
	Ocel: B500B	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$	$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = 6,061$

Zatížení: $M_{ek} = 38,73 \text{ kNm}$

Geometrie: $h = 300 \text{ mm}$ $c_1 = 40 \text{ mm}$ $d_1 = 47 \text{ mm}$
 $b = 1000 \text{ mm}$ $c_2 = 40 \text{ mm}$ $d_2 = 47 \text{ mm}$
 $d = 253,0 \text{ mm}$



$$A_{s1} = \emptyset 14 / 100 + \emptyset 0 / 150 = 1539 \text{ mm}^2$$

$$A_{s2} = \emptyset 14 / 100 + \emptyset 0 / 150 = 1539 \text{ mm}^2$$

Parametry průřezu bez trhlin:

$$A_i = A_c + (\alpha_e)(A_{s1} + A_{s2}) = 318655 \text{ mm}^2$$

$$x_i = \frac{[A_c a_c + (\alpha_e)(A_{s1} d + A_{s2} d_2)]}{A_i} = 150,00 \text{ mm}$$

$$I_i = I_c + A_c(x_i - a_c)^2 + (\alpha_e)[A_{s1}(d - x_i)^2 + A_{s2}(x_i - d_2)^2] = 2447906073 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{c2} = -\frac{M_{ek} x_i}{I_i} = -2,37 \text{ MPa} \quad \sigma_{c2} = \frac{M_{ek}(h - x_i)}{I_i} = 2,37 \text{ MPa}$$

$$M_{cr} = \frac{f_{ctm} I_i}{(h - x_i)} = 47,33 \text{ kNm} \leq M_{ek} = 38,73 \text{ kNm} \quad \text{TRHLINY NEVZNIKNOU}$$

Parametry průřezu s trhlínami:

$$x_{ir} = \frac{\alpha_e}{b} (A_{s1} + A_{s2}) \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2b}{\alpha_e} \frac{A_{s1} d + A_{s2} d_2}{(A_{s1} + A_{s2})^2}} \right] = 58,4 \text{ mm}$$

$$I_{ir} = \frac{1}{3} b x_{ir}^3 + \alpha_e [A_{s1}(d - x_{ir})^2 + A_{s2}(x_{ir} - d_2)^2] = 420820233 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_c = -\frac{M_{ek}}{I_{ir}} x_{ir} = -5,4 \text{ MPa} \quad \sigma_s = \alpha_e \frac{M_{ek}}{I_{ir}} (d - x_{ir}) = 108,5 \text{ MPa}$$

$$h_{c,eff} = \min \left\{ \begin{array}{l} (h - x)/3 \\ 2,5 * (h - d) \\ h/2 \end{array} \right\} = 80,5 \text{ mm} \quad A_{c,eff} = b h_{c,eff} = 80518 \text{ mm}^2 \quad \rho_{p,eff} = \frac{A_{s1}}{A_{c,eff}} = 0,0191$$

$$k_t = 0,4 \quad k_1 = 0,8 \quad k_2 = 0,5 \quad k_3 = 3,4 \quad k_4 = 0,425$$

$$s_{r,max} = k_3 c + \frac{k_1 k_2 k_4 \phi}{\varphi_{p,eff}} = 261 \text{ mm} \quad \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ctm}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} = 0,2040$$

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,053 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad \text{ŠÍŘKA TRHLIN}$$

$$w_{k,lim} = 0,200 \text{ mm}$$

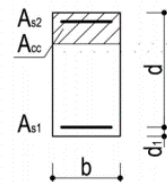
>

$$w_k = 0,053 \text{ mm}$$

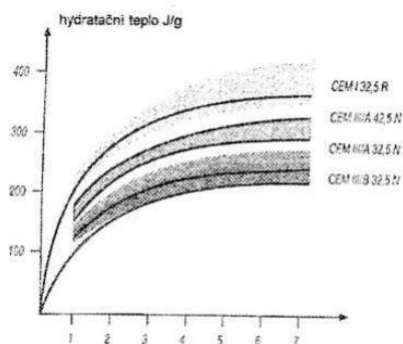
VYHOVUJE

Výpočet šířky trhlin při omezeném přetvoření – vliv hydratačního tepla

Materiál:	Beton: C30/37	$E_{cm} = 33 \text{ GPa}$	$E_s = 200 \text{ GPa}$
	Ocel: B500B	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$	$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = 6,061$
		$Q_{c0} = 2500 \text{ kJ}/(\text{m}^3\text{K})$	
Geometrie:	$h = 300 \text{ mm}$	$c_1 = 40 \text{ mm}$	$d_1 = 47 \text{ mm}$
	$b = 1000 \text{ mm}$	$c_2 = 40 \text{ mm}$	$d_2 = 47 \text{ mm}$
	$l = 28000 \text{ mm}$	$h_b = 3500 \text{ mm}$	$d = 253,0 \text{ mm}$
$A_{s1} =$	$\emptyset 14 / 100 + \emptyset 0 / 150 = 1539 \text{ mm}^2$		
$A_{s2} =$	$\emptyset 14 / 100 + \emptyset 0 / 150 = 1539 \text{ mm}^2$		



Cement → CEM III/B 32,5 N



$$c = 330 \text{ kg/m}^3$$

$$t_{maxT} = 0,8h + 1 = 1,24 \text{ dne}$$

$$H_w = 105 \text{ J/g}$$

Celkové napětí betonu v tahu při úniku hydratačního tepla

Tloušťka prvku h [m]	$\alpha_c = \Delta T_c / \Delta T_{th}$
$\leq 0,4 \text{ m}$	0,75
0,6 m	0,80
0,8 m	0,85
1,0 m	0,95
$\geq 2,0 \text{ m}$	1,00

Stáří betonu	E_{ct} / E_{c28}
8 hodin	0,10
12 hodin	0,25
16 hodin	0,45
24 hodin	0,65
2 dny	0,85
14 dní	1,00

$$k = 1,0$$

$$\alpha T = 0,00001 \text{ 1/K}$$

$$T_0 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\alpha_c = \Delta T_c / \Delta T_{th} = 0,75$$

$$\Delta T_c = \alpha_c \Delta T_{th} = \alpha_c \frac{c H_w}{Q_{c0}} = 10 \text{ K}$$

$$T_s = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$k_{tv} = 0,7$$

$$T_{cm} = k_{tv} T_0 + \Delta T_c = 20,895 \text{ K}$$

$$E_{ct} / E_{c28} = 0,71$$

$$E_{ct} = E_{c28} \cdot E_{ct} / E_{c28} = 23,43 \text{ GPa}$$

$$\sigma_{ct,ges} = k \alpha_T \Delta T_c E_{ct} (T_{cm} - T_s) = 2,6535 \text{ Mpa}$$

Největší návrhové napětí betonu v tahu

Poměr celkové délky stěny k její výšce	$k_{ct,d}$
$l_0 / h_b \leq 1$	$\approx 0,2$
$l_0 / h_b \leq 2$	$\approx 0,45$
$l_0 / h_b \leq 3$	$\approx 0,55$
$l_0 / h_b \leq 4$	$\approx 0,65$
$l_0 / h_b \leq 6$	$\approx 0,75$
$l_0 / h_b \leq 8$	$\approx 0,85$
$l_0 / h_b \leq 10$	$\approx 0,95$
$l_0 / h_b > 10$	$\approx 1,00$

$$l_0/h_b = 8,00 \text{ m}$$

$$k_{ct,d} = 0,85$$

$$\sigma_{ct,d} = k_{ct,d} \sigma_{ct,ges} = 2,26 \text{ MPa}$$

Kontrola vzniku trhlin

$$f_{ct,eff} = \frac{f_{ctm}}{2} = 1,5 \text{ MPa}$$

$$f_{ct,eff} < \sigma_{ct,d} \rightarrow 1,5 \text{ MPa} < 2,3 \text{ MPa} \rightarrow$$

TRHLINY VZNIKNOU

$$A_{cx,eff} = 2,5(c_{nom} + 0,5\phi) \cdot b = 117500 \text{ mm}^2$$

$$F_{ct,eff} = \sigma_{ct,d} A_{ct} = 0,271 \text{ MN/m}$$

$$\sigma_s = \frac{F_{ct,eff}}{A_{s,prov}} = 175,87 \text{ Mpa} \quad \rho_{p,eff} = \frac{A_{s1}}{A_{c,eff}} = 0,0131$$

$$k_t = 0,4 \quad k_1 = 0,8 \quad k_2 = 1,0 \quad k_3 = 2,5 \quad k_4 = 0,425$$

$$s_{r,max} = k_3 c + \frac{k_1 k_2 k_4 \phi}{\rho_{p,eff}} = 463 \text{ mm} \quad \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} = 0,4014$$

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,186 \text{ mm} \rightarrow \text{ŠÍŘKA TRHLIN}$$

$w_{k,lim} = 0,200 \text{ mm}$	>	$w_k = 0,186 \text{ mm}$
VYHOVUJE		

Zhodnocení návrhu vodorovné výztuže stěn 1.PP

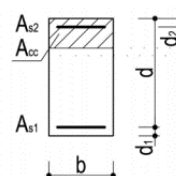
Z provedených posouzení je patrné, že rozhodující vliv na šířku trhlin má únik hydratačního tepla. Zde šířka dosahuje hodnoty 0,186 mm. Šířka raných trhlin dosahuje hodnoty 0,127 mm a hodnota trhliny od zatížení je dokonce pouze 0,053 mm. Vypočtené hodnoty šířky trhlin ze všech posouzení splňují podmínku na maximální přípustnou šířku trhliny 0,200 mm.

Návrh výztuže: $\emptyset 14$ po 100 mm ($a_{s,prov} = 1539 \text{ mm}^2$)

NÁVRH SVISLÉ VÝZTUŽE STĚN 1.PP – MSP

Výpočet raných trhlin

Materiál:	Beton: C30/37	$E_{cm} = 33 \text{ GPa}$	$E_s = 200 \text{ GPa}$
	Ocel: B500B	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$	$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = 6,061$
		$x = 42 \text{ mm}$	
Geometrie:	$h = 300 \text{ mm}$	$c_1 = 40 \text{ mm}$	$d_1 = 47 \text{ mm}$
	$b = 1000 \text{ mm}$	$c_2 = 40 \text{ mm}$	$d_2 = 47 \text{ mm}$
			$d = 253,0 \text{ mm}$
	$A_{s1} = \emptyset 14 / 125 + \emptyset 0 / 150 = 1231 \text{ mm}^2$		
	$A_{s2} = \emptyset 14 / 100 + \emptyset 0 / 150 = 1539 \text{ mm}^2$		



$$f_{ct,eff} = \frac{f_{ctm}}{2} = 1,45 \text{ MPa} \quad h_{ct} = \frac{h}{2} = 150 \text{ mm} \quad A_{ct} = h_{ct} * b = 150000 \text{ mm}^2$$

$$k_c = 1,0 \quad k = 1,0$$

$$\sigma_s = k_c * k * f_{ct,eff} * \frac{A_{ct}}{A_{s,min}} = 176,7 \text{ MPa}$$

$$h_{c,eff} = \min \left\{ \begin{array}{l} (h-x)/3 \\ 2,5 * (h-d) \\ h/2 \end{array} \right\} = 86,1 \text{ mm} \quad A_{c,eff} = b h_{c,eff} = 86053 \text{ mm}^2 \quad \rho_{p,eff} = \frac{A_{s1}}{A_{c,eff}} = 0,0143$$

$$k_t = 0,4 \quad k_1 = 0,8 \quad k_2 = 1,0 \quad k_3 = 2,5 \quad k_4 = 0,425$$

$$s_{r,max} = k_3 c + \frac{k_1 k_2 k_4 \phi}{\rho_{p,eff}} = 433 \text{ mm} \quad \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ctm}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} = 0,4428$$

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,192 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad \text{ŠÍŘKA TRHLIN}$$

$w_{k,lim} = 0,200 \text{ mm}$	>	$w_k = 0,192 \text{ mm}$
--------------------------------	---	--------------------------

VYHOVUJE

Výpočet šířky trhlin od působícího zatížení – dle ČSN EN 1992-1-1

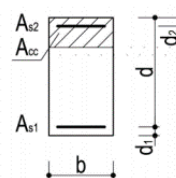
Materiál:	Beton: C30/37	$E_{cm} = 33 \text{ GPa}$	$E_s = 200 \text{ GPa}$
	Ocel: B500B	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$	$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = 6,061$

Zatížení: $M_{ek} = 52,75 \text{ kNm}$

Geometrie: $h = 300 \text{ mm}$ $c_1 = 40 \text{ mm}$ $d_1 = 47 \text{ mm}$
 $b = 1000 \text{ mm}$ $c_2 = 40 \text{ mm}$ $d_2 = 47 \text{ mm}$

$$A_{s1} = \emptyset 14 / 125 + \emptyset 0 / 150 = 1231 \text{ mm}^2$$

$$A_{s2} = \emptyset 14 / 150 + \emptyset 0 / 150 = 1026 \text{ mm}^2$$



Parametry průřezu bez trhlin:

$$A_i = A_c + (\alpha_e)(A_{s1} + A_{s2}) = 313679 \text{ mm}^2$$

$$x_i = \frac{[A_c a_c + (\alpha_e)(A_{s1} d + A_{s2} d_2)]}{A_i} = 150,41 \text{ mm}$$

$$I_i = I_c + A_c(x_i - a_c)^2 + (\alpha_e)[A_{s1}(d - x_i)^2 + A_{s2}(x_i - d_2)^2] = 2395066054 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{c2} = -\frac{M_{ek} x_i}{I_i} = -3,31 \text{ MPa} \quad \sigma_{c2} = \frac{M_{ek}(h - x_i)}{I_i} = 3,29 \text{ MPa}$$

$$M_{cr} = \frac{f_{ctm} I_i}{(h - x_i)} = 46,43 \text{ kNm} \leq M_{ek} = 52,75 \text{ kNm}$$

TRHLINY VZNIKOU

Parametry průřezu s trhlinami:

$$x_{ir} = \frac{\alpha_e}{b} (A_{s1} + A_{s2}) \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2b}{\alpha_e} \frac{A_{s1} d + A_{s2} d_2}{(A_{s1} + A_{s2})^2}} \right] = 53,8 \text{ mm}$$

$$I_{ir} = \frac{1}{3} b x_{ir}^3 + \alpha_e [A_{s1}(d - x_{ir})^2 + A_{s2}(x_{ir} - d_2)^2] = 348235943 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_c = -\frac{M_{ek}}{I_{ir}} x_{ir} = -8,1 \text{ MPa} \quad \sigma_s = \alpha_e \frac{M_{ek}}{I_{ir}} (d - x_{ir}) = 182,9 \text{ MPa}$$

$$h_{c,eff} = \min \left\{ \frac{(h - x)}{3}, 2,5 * (h - d), \frac{h}{2} \right\} = 82,1 \text{ mm} \quad A_{c,eff} = b h_{c,eff} = 82083 \text{ mm}^2 \quad \rho_{p,eff} = \frac{A_{s1}}{A_{c,eff}} = 0,0150$$

$$k_t = 0,4 \quad k_1 = 0,8 \quad k_2 = 0,5 \quad k_3 = 3,4 \quad k_4 = 0,425$$

$$s_{r,max} = k_3 c + \frac{k_1 k_2 k_4 \phi}{\varphi_{p,eff}} = 295 \text{ mm} \quad \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ctm}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} = 0,4927$$

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,145 \text{ mm} \rightarrow \text{ŠÍŘKA TRHLIN}$$

$$w_{k,lim} = 0,200 \text{ mm}$$

>

$$w_k = 0,145 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

Zhodnocení návrhu svislé výztuže stěn 1.PP

Návrh svislé výztuže byl proveden z ohledem na rané trhliny, které mají v tomto případě dominantní vliv na návrh výztuže. Šířka raných trhlin dosahuje hodnoty 0,192 mm a hodnota trhliny od zatížení je pouze 0,145 mm. Vypočtené hodnoty šířky trhlin ze všech posouzení splňují podmínku na maximální přípustnou šířku trhliny 0,200 mm.

Návrh výztuže: $\emptyset 14$ po 125 mm ($a_{s,prov} = 1231 \text{ mm}^2$)

NÁVRH VÝZTUŽE STĚN 1.PP – MSÚ

Konstrukce bílé vany musí vyhovět i na mezní stav únosnosti, ale lze předpokládat, že rozhodujícím stavem bude mezní stav šířky trhlin. Posouzení bude provedeno pro vodorovnou a svislou výztuž z návrhové kombinace zatížení. Moment pro vodorovnou výztuž je 35,2 kNm a pro svislou 64,23 kNm.

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

KRYTÍ VÝZTUŽE

$c_{nom} = 40 \text{ mm}$

NÁVRH VODOROVNÉ VÝZTUŽE

$\emptyset 14/100 \text{ mm}$ ($A_{s,prov} = 1539 \text{ mm}^2$)

$M_{ed,x,max} = 35,2 \text{ kNm}$

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

$x = \frac{a_{s,prov} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{1539 \cdot 435}{0,8 \cdot 1000 \cdot 20} = 41,84 \text{ mm}$

$d = h - c - \frac{\emptyset_s}{2} = 300 - 40 - \frac{14}{2} = 253 \text{ mm}$

$$z = d - 0,4 \cdot x = 253 - 0,4 \cdot 41,84 = 236,3 \text{ mm}$$

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

$$M_{Rd,x} = 435 \cdot 1539 \cdot 236,2 = 158,1 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,x} \geq M_{ed,x,max}$$

$$158,1 \geq 35,2 \text{ [kNm]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY – VODORVNÁ VÝZTUŽ

Minimální plocha výztuže

$$A_{s,min} = \max(0,25 \cdot A_{s,v}; 0,001 \cdot A_c) = \max(0,25 \cdot 3078; 0,001 \cdot 300 \cdot 1000) = \\ = \max(769,5; 300) = 769,5 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} \leq A_{s,prov} \rightarrow 769,5 \leq 1539 \text{ [mm}^2] \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Maximální osová vzdálenost výztuže

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

$$s \leq s_{max} \rightarrow 100 \leq 400 \text{ [mm]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

NÁVRH: $\emptyset 14/100 \text{ mm}$ ($A_{s,prov} = 1539 \text{ mm}^2$)

NÁVRH SVISLÉ VÝZTUŽE

$$\emptyset 14/125 \text{ mm} (A_{s,prov} = 1231 \text{ mm}^2)$$

$$M_{ed,y,max} = 64,23 \text{ kNm}$$

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

$$x = \frac{a_{s,prov} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{1231 \cdot 435}{0,8 \cdot 1000 \cdot 20} = 33,47 \text{ mm}$$

$$d = h - c - \frac{\emptyset_s}{2} = 300 - 40 - \frac{14}{2} = 253 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,4 \cdot x = 253 - 0,4 \cdot 33,47 = 239,6 \text{ mm}$$

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

$$M_{Rd,y} = 435 \cdot 1231 \cdot 239,6 = 128,3 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,y} \geq M_{ed,y,max}$$

$$128,3 \geq 64,23 \text{ [kNm]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY – SVISLÁ VÝZTUŽ

Minimální plocha výztuže

$$A_{s,min} = 0,002 \cdot A_c = 0,002 \cdot 1000 \cdot 300 = 600 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} \leq A_{s,prov} \rightarrow 600 \leq 1231 \text{ [mm}^2\text{]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Maximální plocha výztuže

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 1000 \cdot 300 = 12000 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,prov} \leq A_{s,max} \rightarrow 1231 \leq 12000 \text{ [mm}^2\text{]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Maximální osová vzdálenost výztuže

$$s_{max} = \min(3 \cdot t; 400) = \min(3 \cdot 300; 400) = \min(900; 400) = 400 \text{ mm}$$

$$s \leq s_{max} \rightarrow 150 \leq 400 \text{ [mm]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Minimální světlá vzdálenost výztuže

$$s_{min} = \max(20; 1,2 \cdot \phi_{max}; D_{max} + 5) = \max(20; 1,2 \cdot 14; 16 + 5) =$$

$$= \max(20; 16,8; 21) = 21 \text{ mm}$$

$$s_{min} \leq s \rightarrow 21 \leq 150 \text{ [mm]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

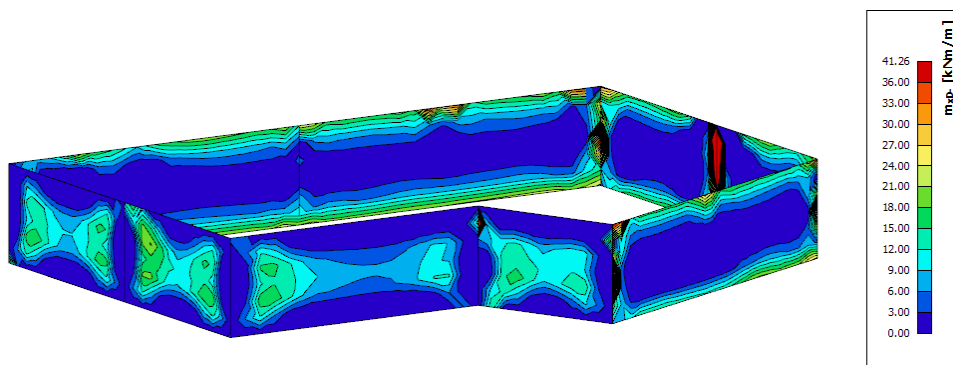
NÁVRH: $\phi 14/125 \text{ mm}$ ($A_{s,prov} = 1231 \text{ mm}^2$)

4.9.2 SUTERÉNNÍ STĚNY 2.PP

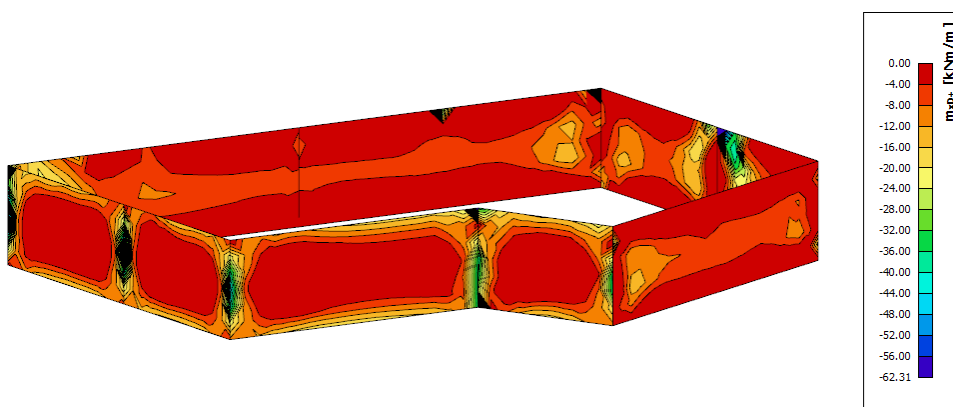
Návrh suterénních stěn bude proveden na vnitřní síly vycházející z výpočetního modelu SCIA Engineer. Stěny budou posouzeny na MSÚ a MSP. Pro posudek na MSÚ budou využity návrhové hodnoty vnitřních sil a pro MSP budou využity vnitřní síly, dle německé směrnice, z časté kombinace zatížení.

VNITŘNÍ SÍLY

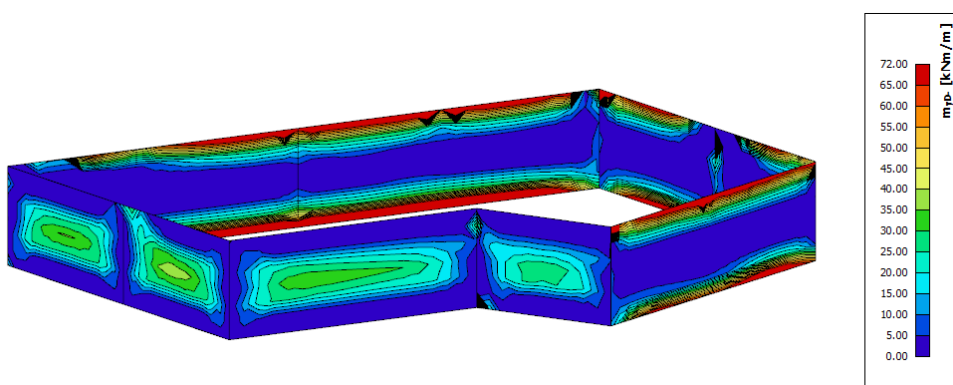
Návrhová kombinace zatížení – m_{xd-}



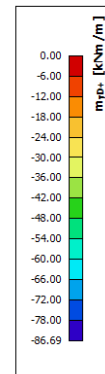
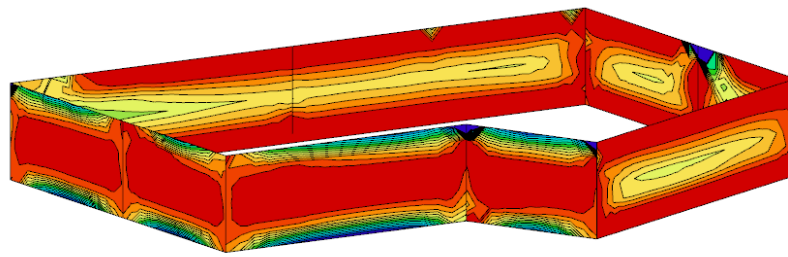
Návrhová kombinace zatížení – m_{xd+}



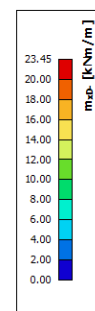
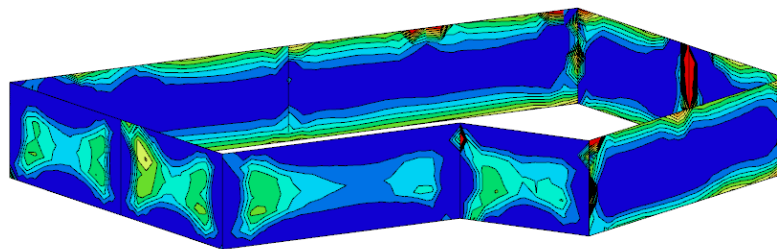
Návrhová kombinace zatížení – m_{yd-}



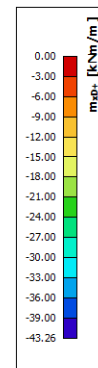
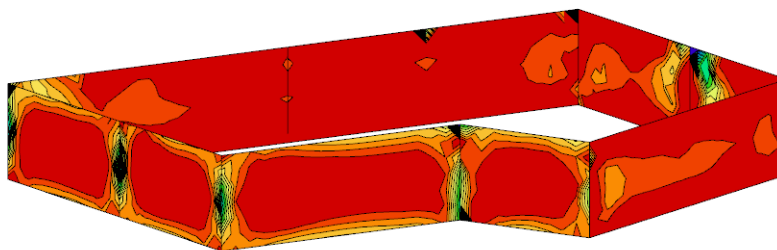
Návrhová kombinace zatížení – $m_{y,d+}$



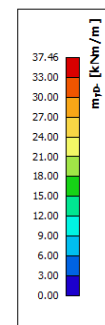
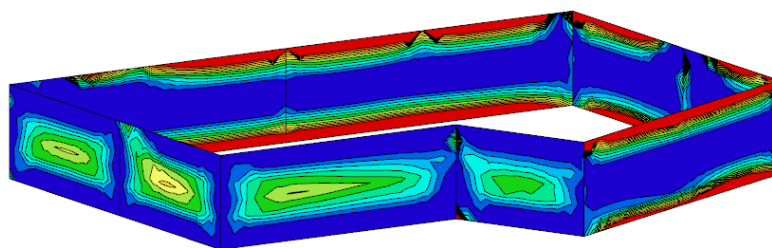
Častá kombinace zatížení – $m_{x,d-}$



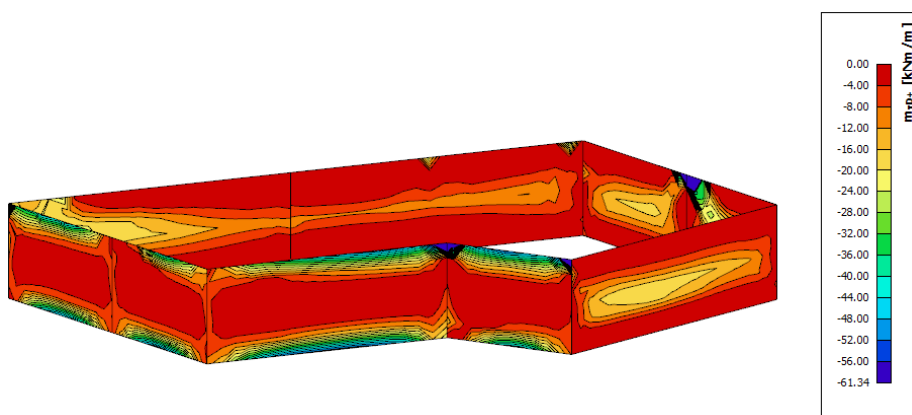
Častá kombinace zatížení – $m_{x,d+}$



Častá kombinace zatížení – $m_{y,d-}$



Častá kombinace zatížení – m_{yd+}



NÁVRH VODOROVNÉ VÝZTUŽE STĚN 2.PP – MSP

Výpočet raných trhlin

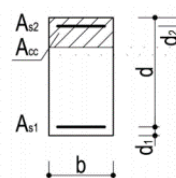
Materiál:	Beton: C30/37	$E_{cm} = 33 \text{ GPa}$	$E_s = 200 \text{ GPa}$
	Ocel: B500B	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$	$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = 6,061$
		$x = 42 \text{ mm}$	
Geometrie:	$h = 300 \text{ mm}$	$c_1 = 40 \text{ mm}$	$d_1 = 47 \text{ mm}$
	$b = 1000 \text{ mm}$	$c_2 = 40 \text{ mm}$	$d_2 = 47 \text{ mm}$
			$d = 253,0 \text{ mm}$
	$A_{s1} = \emptyset 14 / 100 + \emptyset 0 / 150 = 1539 \text{ mm}^2$		
	$A_{s2} = \emptyset 14 / 100 + \emptyset 0 / 150 = 1539 \text{ mm}^2$		
	$f_{ct,eff} = \frac{f_{ctm}}{2} = 1,45 \text{ MPa}$	$h_{ct} = \frac{h}{2} = 150 \text{ mm}$	$A_{ct} = h_{ct} * b = 150000 \text{ mm}^2$
	$k_c = 1,0$	$k = 1,0$	
	$\sigma_s = k_c * k * f_{ct,eff} * \frac{A_{ct}}{A_{s,min}} = 141,3 \text{ MPa}$		
	$h_{c,eff} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{(h-x)/3}{2,5 * (h-d)} \end{array} \right\} = 86,1 \text{ mm}$	$A_{c,eff} = b h_{c,eff} = 86053 \text{ mm}^2$	$\rho_{p,eff} = \frac{A_{s1}}{A_{c,eff}} = 0,0179$
	$k_t = 0,4$	$k_1 = 0,8$	$k_2 = 1,0$
			$k_3 = 2,5$
			$k_4 = 0,425$
	$s_{r,max} = k_3 c + \frac{k_1 k_2 k_4 \phi}{\rho_{p,eff}} = 366 \text{ mm}$	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ctm}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} = 0,3472$	
	$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,127 \text{ mm}$	\rightarrow	ŠÍŘKA TRHLIN
	$w_{k,lim} = 0,200 \text{ mm}$	$>$	$w_k = 0,127 \text{ mm}$
VYHOVUJE			

Výpočet šířky trhlin od působícího zatížení – dle ČSN EN 1992-1-1

Materiál:	Beton: C30/37	$E_{cm} = 33 \text{ GPa}$	$E_s = 200 \text{ GPa}$
	Ocel: B500B	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$	$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = 6,061$

Zatížení: $M_{ek} = 43,26 \text{ kNm}$

Geometrie: $h = 300 \text{ mm}$ $c_1 = 40 \text{ mm}$ $d_1 = 47 \text{ mm}$
 $b = 1000 \text{ mm}$ $c_2 = 40 \text{ mm}$ $d_2 = 47 \text{ mm}$
 $d = 253,0 \text{ mm}$



$$A_{s1} = \emptyset 14 / 100 + \emptyset 0 / 150 = 1539 \text{ mm}^2$$

$$A_{s2} = \emptyset 14 / 100 + \emptyset 0 / 150 = 1539 \text{ mm}^2$$

Parametry průřezu bez trhlin:

$$A_i = A_c + (\alpha_e)(A_{s1} + A_{s2}) = 318655 \text{ mm}^2$$

$$x_i = \frac{[A_c a_c + (\alpha_e)(A_{s1} d + A_{s2} d_2)]}{A_i} = 150,00 \text{ mm}$$

$$I_i = I_c + A_c(x_i - a_c)^2 + (\alpha_e)[A_{s1}(d - x_i)^2 + A_{s2}(x_i - d_2)^2] = 2447906073 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{c2} = -\frac{M_{ek} x_i}{I_i} = -2,65 \text{ MPa} \quad \sigma_{c2} = \frac{M_{ek}(h - x_i)}{I_i} = 2,65 \text{ MPa}$$

$$M_{cr} = \frac{f_{ctm} I_i}{(h - x_i)} = 47,33 \text{ kNm} \leq M_{ek} = 43,26 \text{ kNm} \quad \text{TRHLINY NEVZNIKNOU}$$

Parametry průřezu s trhlínami:

$$x_{ir} = \frac{\alpha_e}{b} (A_{s1} + A_{s2}) \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2b}{\alpha_e} \frac{A_{s1} d + A_{s2} d_2}{(A_{s1} + A_{s2})^2}} \right] = 58,4 \text{ mm}$$

$$I_{ir} = \frac{1}{3} b x_{ir}^3 + \alpha_e [A_{s1}(d - x_{ir})^2 + A_{s2}(x_{ir} - d_2)^2] = 420820233 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_c = -\frac{M_{ek}}{I_{ir}} x_{ir} = -6,0 \text{ MPa} \quad \sigma_s = \alpha_e \frac{M_{ek}}{I_{ir}} (d - x_{ir}) = 121,2 \text{ MPa}$$

$$h_{c,eff} = \min \left\{ \begin{array}{l} (h - x)/3 \\ 2,5 * (h - d) \\ h/2 \end{array} \right\} = 80,5 \text{ mm} \quad A_{c,eff} = b h_{c,eff} = 80518 \text{ mm}^2 \quad \rho_{p,eff} = \frac{A_{s1}}{A_{c,eff}} = 0,0191$$

$$k_t = 0,4 \quad k_1 = 0,8 \quad k_2 = 0,5 \quad k_3 = 3,4 \quad k_4 = 0,425$$

$$s_{r,max} = k_3 c + \frac{k_1 k_2 k_4 \phi}{\varphi_{p,eff}} = 261 \text{ mm} \quad \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ctm}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} = 0,2675$$

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,070 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad \text{ŠÍŘKA TRHLIN}$$

$$w_{k,lim} = 0,200 \text{ mm}$$

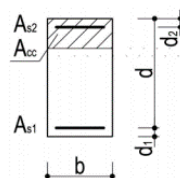
>

$$w_k = 0,070 \text{ mm}$$

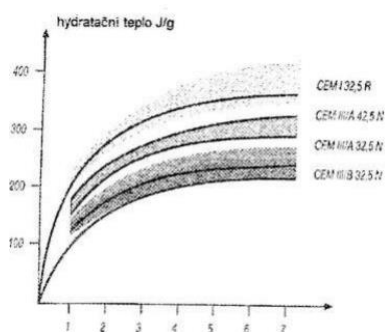
VYHOVUJE

Výpočet šířky trhlin při omezeném přetvoření – vliv hydratačního tepla

Materiál:	Beton: C30/37	$E_{cm} = 33 \text{ GPa}$	$E_s = 200 \text{ GPa}$
	Ocel: B500B	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$	$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = 6,061$
		$Q_{c0} = 2500 \text{ kJ}/(\text{m}^3\text{K})$	
Geometrie:	$h = 300 \text{ mm}$	$c_1 = 40 \text{ mm}$	$d_1 = 47 \text{ mm}$
	$b = 1000 \text{ mm}$	$c_2 = 40 \text{ mm}$	$d_2 = 47 \text{ mm}$
	$l = 21000 \text{ mm}$	$h_b = 3000 \text{ mm}$	$d = 253,0 \text{ mm}$
$A_{s1} = \emptyset 14 / 100 + \emptyset 0 / 150 = 1539 \text{ mm}^2$			
$A_{s2} = \emptyset 14 / 100 + \emptyset 0 / 150 = 1539 \text{ mm}^2$			



Cement → CEM III/B 32,5 N



$$c = 330 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$t_{maxT} = 0,8h + 1 = 1,24 \text{ dne}$$

$$H_w = 105 \text{ J}/\text{g}$$

Celkové napětí betonu v tahu při úniku hydratačního tepla

Tloušťka prvku h [m]	$\alpha_c = \Delta T_c / \Delta T_{th}$
≤ 0,4 m	0,75
0,6 m	0,80
0,8 m	0,85
1,0 m	0,95
≥ 2,0 m	1,00

Stáří betonu	E_{ct} / E_{c28}
8 hodin	0,10
12 hodin	0,25
16 hodin	0,45
24 hodin	0,65
2 dny	0,85
14 dní	1,00

$$k = 1,0$$

$$\alpha_T = 0,00001 \text{ 1}/\text{K}$$

$$T_0 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\alpha_c = \Delta T_c / \Delta T_{th} = 0,75$$

$$\Delta T_c = \alpha_c \Delta T_{th} = \alpha_c \frac{c H_w}{Q_{c0}} = 10 \text{ K}$$

$$T_s = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$k_{tv} = 0,7$$

$$T_{cm} = k_{tv} T_0 + \Delta T_c = 20,895 \text{ K}$$

$$E_{ct} / E_{c28} = 0,71$$

$$E_{ct} = E_{c28} \cdot E_{ct} / E_{c28} = 23,43 \text{ GPa}$$

$$\sigma_{ct,ges} = k \alpha_T \Delta T_c E_{ct} (T_{cm} - T_s) = 2,6535 \text{ Mpa}$$

Největší návrhové napětí betonu v tahu

Poměr celkové délky stěny k její výšce	$k_{ct,d}$
$l_0 / h_b \leq 1$	$\approx 0,2$
$l_0 / h_b \leq 2$	$\approx 0,45$
$l_0 / h_b \leq 3$	$\approx 0,55$
$l_0 / h_b \leq 4$	$\approx 0,65$
$l_0 / h_b \leq 6$	$\approx 0,75$
$l_0 / h_b \leq 8$	$\approx 0,85$
$l_0 / h_b \leq 10$	$\approx 0,95$
$l_0 / h_b > 10$	$\approx 1,00$

$$l_0/h_b = 7,00 \text{ m}$$

$$k_{ct,d} = 0,85$$

$$\sigma_{ct,d} = k_{ct,d} \sigma_{ct,ges} = 2,26 \text{ MPa}$$

Kontrola vzniku trhlin

$$f_{ct,eff} = \frac{f_{ctm}}{2} = 1,5 \text{ MPa}$$

$$f_{ct,eff} < \sigma_{ct,d} \rightarrow 1,5 \text{ MPa} < 2,3 \text{ MPa} \rightarrow \text{TRHLINY VZNIKNOU}$$

$$A_{cx,eff} = 2,5(c_{nom} + 0,5\phi) \cdot b = 117500 \text{ mm}^2$$

$$F_{ct,eff} = \sigma_{ct,d} A_{ct} = 0,271 \text{ MN/m}$$

$$\sigma_s = \frac{F_{ct,eff}}{A_{s,prov}} = 175,87 \text{ Mpa} \quad \rho_{p,eff} = \frac{A_{s1}}{A_{c,eff}} = 0,0131$$

$$k_t = 0,4 \quad k_1 = 0,8 \quad k_2 = 1,0 \quad k_3 = 2,5 \quad k_4 = 0,425$$

$$s_{r,max} = k_3 c + \frac{k_1 k_2 k_4 \phi}{\varphi_{p,eff}} = 463 \text{ mm} \quad \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} = 0,4014$$

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,186 \text{ mm} \rightarrow \text{ŠÍŘKA TRHLIN}$$

$w_{k,lim} = 0,200 \text{ mm}$	>	$w_k = 0,186 \text{ mm}$
VYHOVUJE		

Zhodnocení návrhu vodorovné výztuže stěn 1.PP

Z provedených posouzení je patrné, že rozhodující vliv na šířku trhlin má únik hydratačního tepla. Zde šířka dosahuje hodnoty 0,186 mm. Šířka raných trhlin dosahuje hodnoty 0,127 mm a hodnota šířky trhliny od zatížení je pouze 0,070 mm. Vypočtené hodnoty šířky trhlin ze všech posouzení splňují podmínku na maximální přípustnou šířku trhliny 0,200 mm.

Návrh výztuže: $\emptyset 14$ po 100 mm ($a_{s,prov} = 1539 \text{ mm}^2$)

NÁVRH SVISLÉ VÝZTUŽE STĚN 2.PP – MSP

Výpočet raných trhlin

Materiál:	Beton: C30/37	$E_{cm} = 33 \text{ GPa}$	$E_s = 200 \text{ GPa}$
	Ocel: B500B	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$	$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = 6,061$
		$x = 42 \text{ mm}$	
Geometrie:	$h = 300 \text{ mm}$	$c_1 = 40 \text{ mm}$	$d_1 = 47 \text{ mm}$
	$b = 1000 \text{ mm}$	$c_2 = 40 \text{ mm}$	$d_2 = 47 \text{ mm}$
			$d = 253,0 \text{ mm}$
$A_{s1} = \emptyset 14 / 125 + \emptyset 0 / 150 = 1231 \text{ mm}^2$			
$A_{s2} = \emptyset 14 / 100 + \emptyset 0 / 150 = 1539 \text{ mm}^2$			

$$f_{ct,eff} = \frac{f_{ctm}}{2} = 1,45 \text{ MPa} \quad h_{ct} = \frac{h}{2} = 150 \text{ mm} \quad A_{ct} = h_{ct} * b = 150000 \text{ mm}^2$$

$$k_c = 1,0 \quad k = 1,0$$

$$\sigma_s = k_c * k * f_{ct,eff} * \frac{A_{ct}}{A_{s,min}} = 176,7 \text{ MPa}$$

$$h_{c,eff} = \min \left\{ \begin{array}{l} (h-x)/3 \\ 2,5 * (h-d) \\ h/2 \end{array} \right\} = 86,1 \text{ mm} \quad A_{c,eff} = b h_{c,eff} = 86053 \text{ mm}^2 \quad \rho_{p,eff} = \frac{A_{s1}}{A_{c,eff}} = 0,0143$$

$$k_t = 0,4 \quad k_1 = 0,8 \quad k_2 = 1,0 \quad k_3 = 2,5 \quad k_4 = 0,425$$

$$s_{r,max} = k_3 c + \frac{k_1 k_2 k_4 \phi}{\rho_{p,eff}} = 433 \text{ mm} \quad \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ctm}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} = 0,4428$$

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,192 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad \text{ŠÍŘKA TRHLIN}$$

$w_{k,lim} = 0,200 \text{ mm}$	>	$w_k = 0,192 \text{ mm}$
--------------------------------	---	--------------------------

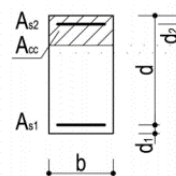
VYHOVUJE

Výpočet šířky trhlin od působícího zatížení – dle ČSN EN 1992-1-1

Materiál:	Beton: C30/37	$E_{cm} = 33 \text{ GPa}$	$E_s = 200 \text{ GPa}$
	Ocel: B500B	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$	$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = 6,061$

Zatížení: $M_{ek} = 61,34 \text{ kNm}$

Geometrie: $h = 300 \text{ mm}$ $c_1 = 40 \text{ mm}$ $d_1 = 47 \text{ mm}$
 $b = 1000 \text{ mm}$ $c_2 = 40 \text{ mm}$ $d_2 = 47 \text{ mm}$
 $d = 253,0 \text{ mm}$



$$A_{s1} = \emptyset 14 / 125 + \emptyset 0 / 150 = 1231 \text{ mm}^2$$

$$A_{s2} = \emptyset 14 / 125 + \emptyset 0 / 150 = 1231 \text{ mm}^2$$

Parametry průřezu bez trhlin:

$$A_i = A_c + (\alpha_e)(A_{s1} + A_{s2}) = 314921 \text{ mm}^2$$

$$x_i = \frac{[A_c a_c + (\alpha_e)(A_{s1} d + A_{s2} d_2)]}{A_i} = 150,00 \text{ mm}$$

$$I_i = I_c + A_c(x_i - a_c)^2 + (\alpha_e)[A_{s1}(d - x_i)^2 + A_{s2}(x_i - d_2)^2] = 2408299139 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{c2} = -\frac{M_{ek} x_i}{I_i} = -3,82 \text{ MPa} \quad \sigma_{s2} = \frac{M_{ek}(h - x_i)}{I_i} = 3,82 \text{ MPa}$$

$$M_{cr} = \frac{f_{ctm} I_i}{(h - x_i)} = 46,56 \text{ kNm} \leq M_{ek} = 61,34 \text{ kNm}$$

TRHLINY VZNIKOU

Parametry průřezu s trhlinami:

$$x_{ir} = \frac{\alpha_e}{b} (A_{s1} + A_{s2}) \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2b}{\alpha_e} \frac{A_{s1} d + A_{s2} d_2}{(A_{s1} + A_{s2})^2}} \right] = 53,6 \text{ mm}$$

$$I_{ir} = \frac{1}{3} b x_{ir}^3 + \alpha_e [A_{s1}(d - x_{ir})^2 + A_{s2}(x_{ir} - d_2)^2] = 348291531 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_c = -\frac{M_{ek}}{I_{ir}} x_{ir} = -9,4 \text{ MPa} \quad \sigma_s = \alpha_e \frac{M_{ek}}{I_{ir}} (d - x_{ir}) = 212,8 \text{ MPa}$$

$$h_{c,eff} = \min \left\{ \frac{(h - x)}{3}, 2,5 * (h - d), \frac{h}{2} \right\} = 82,1 \text{ mm} \quad A_{c,eff} = b h_{c,eff} = 82124 \text{ mm}^2 \quad \rho_{p,eff} = \frac{A_{s1}}{A_{c,eff}} = 0,0150$$

$$k_t = 0,4 \quad k_1 = 0,8 \quad k_2 = 0,5 \quad k_3 = 3,4 \quad k_4 = 0,425$$

$$s_{r,max} = k_3 c + \frac{k_1 k_2 k_4 \phi}{\varphi_{p,eff}} = 295 \text{ mm} \quad \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ctm}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} = 0,6419$$

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,189 \text{ mm} \rightarrow \text{ŠÍŘKA TRHLIN}$$

$$w_{k,lim} = 0,200 \text{ mm}$$

>

$$w_k = 0,189 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

Zhodnocení návrhu svislé výztuže stěn 1.PP

Návrh svislé výztuže byl proveden s ohledem na rané trhliny, které mají v tomto případě dominantní vliv na návrh výztuže. Šířka raných trhlin dosahuje hodnoty 0,192 mm a hodnota trhliny od zatížení je pouze 0,189 mm. Vypočtené hodnoty šířky trhlin ze všech posouzení splňují podmínku na maximální přípustnou šířku trhliny 0,200 mm.

Návrh výztuže: $\emptyset 14$ po 125 mm ($a_{s,prov} = 1231 \text{ mm}^2$)

NÁVRH VÝZTUŽE STĚN 2.PP – MSÚ

Konstrukce bílé vany musí vyhovět i na mezní stav únosnosti, ale lze předpokládat, že rozhodujícím stavem bude mezní stav šířky trhlin. Posouzení bude provedeno pro vodorovnou a svislou výztuž z návrhové kombinace zatížení. Moment pro vodorovnou výztuž je 62,31 kNm a pro svislou 86,69 kNm.

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: $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{1,15} = 435 \text{ MPa}$$

KRYTÍ VÝZTUŽE

$c_{nom} = 40 \text{ mm}$

NÁVRH VODOROVNÉ VÝZTUŽE

$\emptyset 14/100 \text{ mm}$ ($A_{s,prov} = 1539 \text{ mm}^2$)

$M_{ed,x,max} = 62,31 \text{ kNm}$

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

$$x = \frac{a_{s,prov} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{1539 \cdot 435}{0,8 \cdot 1000 \cdot 20} = 41,84 \text{ mm}$$

$$d = h - c - \frac{\emptyset_s}{2} = 300 - 40 - \frac{14}{2} = 253 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,4 \cdot x = 253 - 0,4 \cdot 41,84 = 236,3 \text{ mm}$$

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

$$M_{Rd,x} = 435 \cdot 1539 \cdot 236,2 = 158,1 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,x} \geq M_{ed,x,max}$$

$$158,1 \geq 62,31 \text{ [kNm]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY – VODORVNÁ VÝZTUŽ

Minimální plocha výztuže

$$\begin{aligned} A_{s,min} &= \max(0,25 \cdot A_{s,v}; 0,001 \cdot A_c) = \max(0,25 \cdot 3078; 0,001 \cdot 300 \cdot 1000) = \\ &= \max(769,5; 300) = 769,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{s,min} \leq A_{s,prov} \rightarrow 769,5 \leq 1539 \text{ [mm}^2] \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Maximální osová vzdálenost výztuže

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

$$s \leq s_{max} \rightarrow 100 \leq 400 \text{ [mm]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

NÁVRH: $\emptyset 14/100 \text{ mm}$ ($A_{s,prov} = 1539 \text{ mm}^2$)

NÁVRH SVISLÉ VÝZTUŽE

$$\emptyset 14/125 \text{ mm} (A_{s,prov} = 1231 \text{ mm}^2)$$

$$M_{ed,y,max} = 86,69 \text{ kNm}$$

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

$$x = \frac{a_{s,prov} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{1231 \cdot 435}{0,8 \cdot 1000 \cdot 20} = 33,47 \text{ mm}$$

$$d = h - c - \frac{\emptyset_s}{2} = 300 - 40 - \frac{14}{2} = 253 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,4 \cdot x = 253 - 0,4 \cdot 33,47 = 239,6 \text{ mm}$$

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

$$M_{Rd,y} = 435 \cdot 1231 \cdot 239,6 = 128,3 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,y} \geq M_{ed,y,max}$$

$$128,3 \geq 86,69 \text{ [kNm]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

KONSTRUKČNÍ ZÁSADY – SVISLÁ VÝZTUŽ

Minimální plocha výztuže

$$A_{s,min} = 0,002 \cdot A_c = 0,002 \cdot 1000 \cdot 300 = 600 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} \leq A_{s,prov} \rightarrow 600 \leq 1231 \text{ [mm}^2\text{]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Maximální plocha výztuže

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 1000 \cdot 300 = 12000 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,prov} \leq A_{s,max} \rightarrow 1231 \leq 12000 \text{ [mm}^2\text{]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Maximální osová vzdálenost výztuže

$$s_{max} = \min(3 \cdot t; 400) = \min(3 \cdot 300; 400) = \min(900; 400) = 400 \text{ mm}$$

$$s \leq s_{max} \rightarrow 125 \leq 400 \text{ [mm]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Minimální světlá vzdálenost výztuže

$$s_{min} = \max(20; 1,2 \cdot \phi_{max}; D_{max} + 5) = \max(20; 1,2 \cdot 14; 16 + 5) = \\ = \max(20; 16,8; 21) = 21 \text{ mm}$$

$$s_{min} \leq s \rightarrow 21 \leq 125 \text{ [mm]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

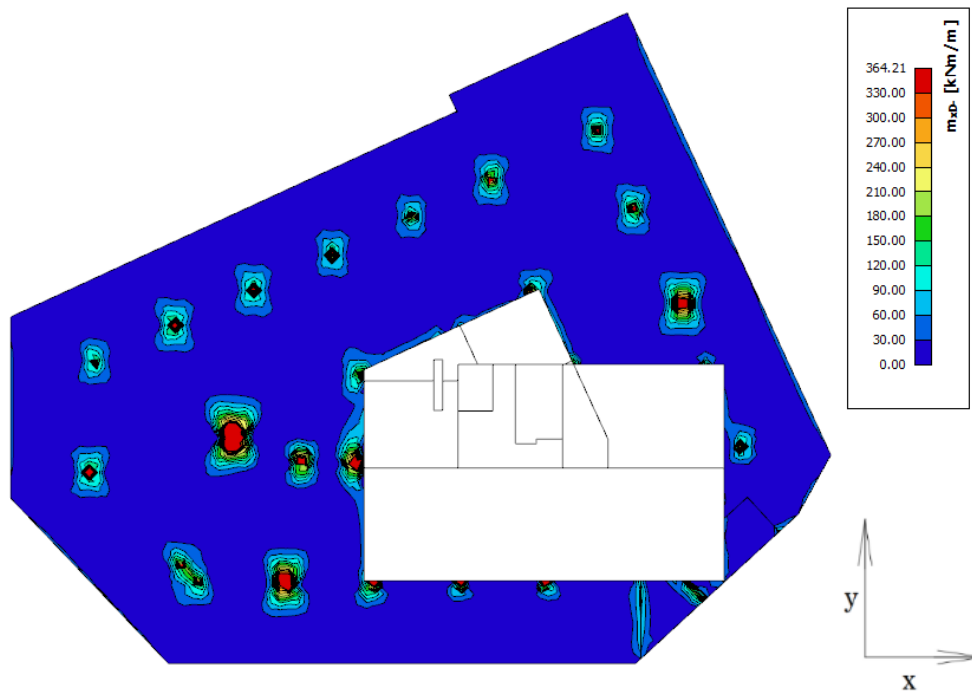
NÁVRH: $\phi 14/125 \text{ mm}$ ($A_{s,prov} = 1231 \text{ mm}^2$)

4.9.3 ZÁKLADOVÁ DESKA 1.PP

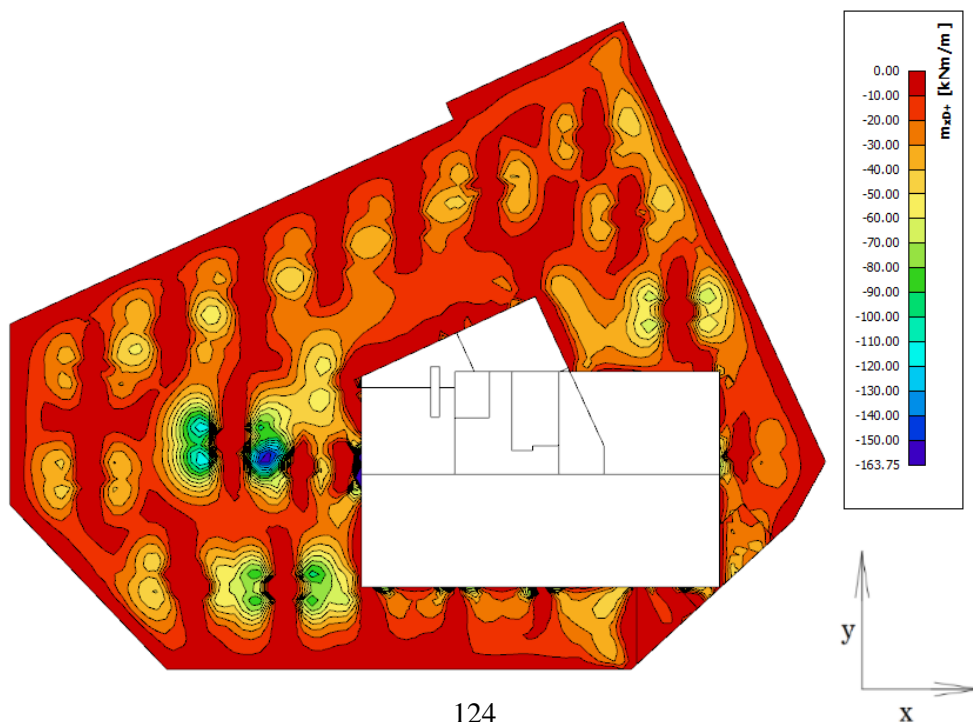
Návrh základové desky bude proveden na vnitřní síly vycházející z výpočetního modelu SCIA Engineer. Deska bude posouzena na MSÚ a MSP. Pro posudek na MSÚ budou využity návrhové hodnoty vnitřních sil a pro MSP budou využity vnitřní síly, dle německé směrnice, z časté kombinace zatížení. V rámci posudku bude posouzeno protlačení desky v místech sloupů bez patek.

VNITŘNÍ SÍLY

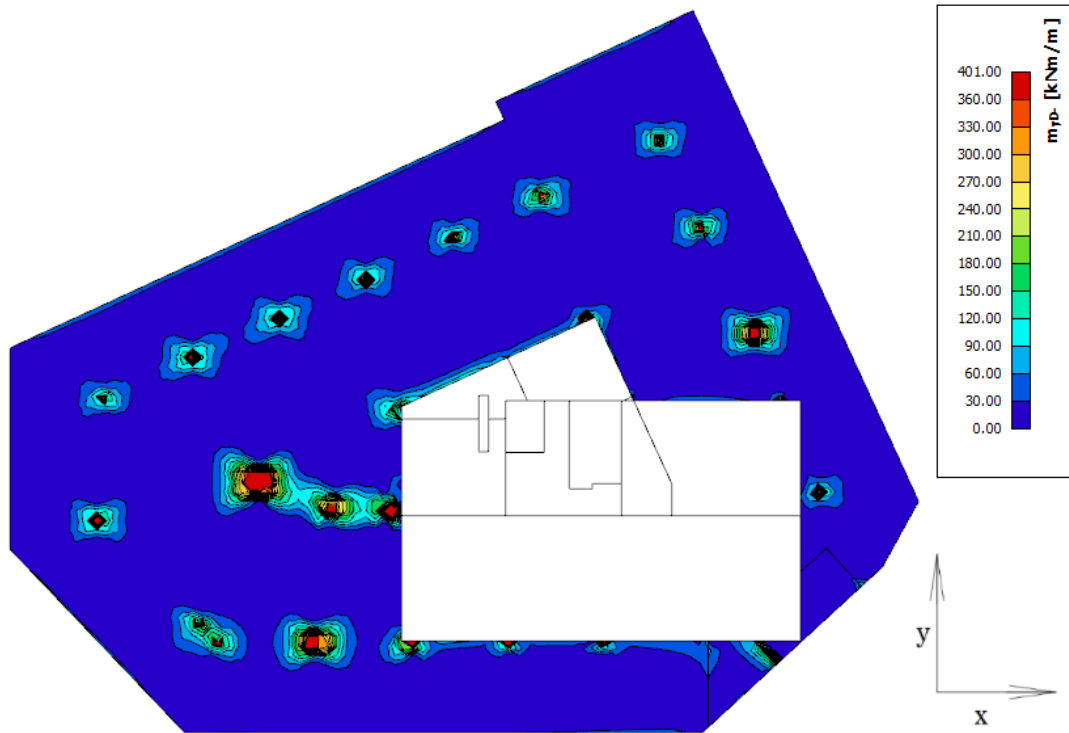
Návrhová kombinace zatížení – m_{xd} .



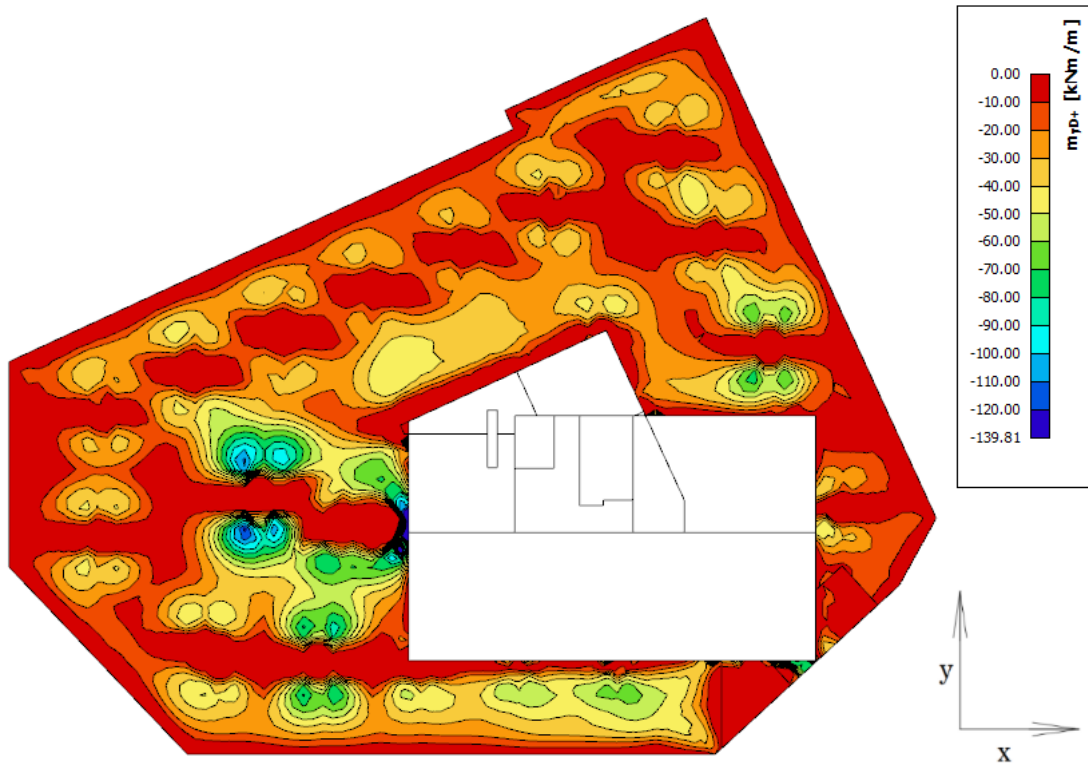
Návrhová kombinace zatížení – m_{xd+} .



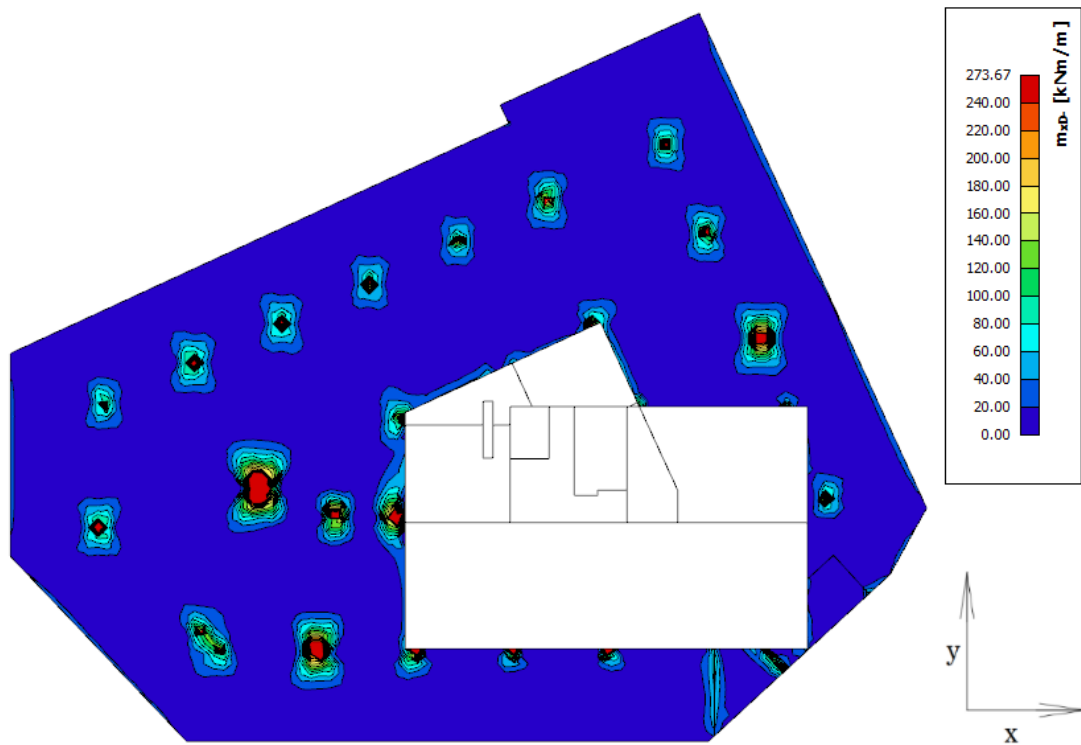
Návrhová kombinace zatížení – m_{yd-}



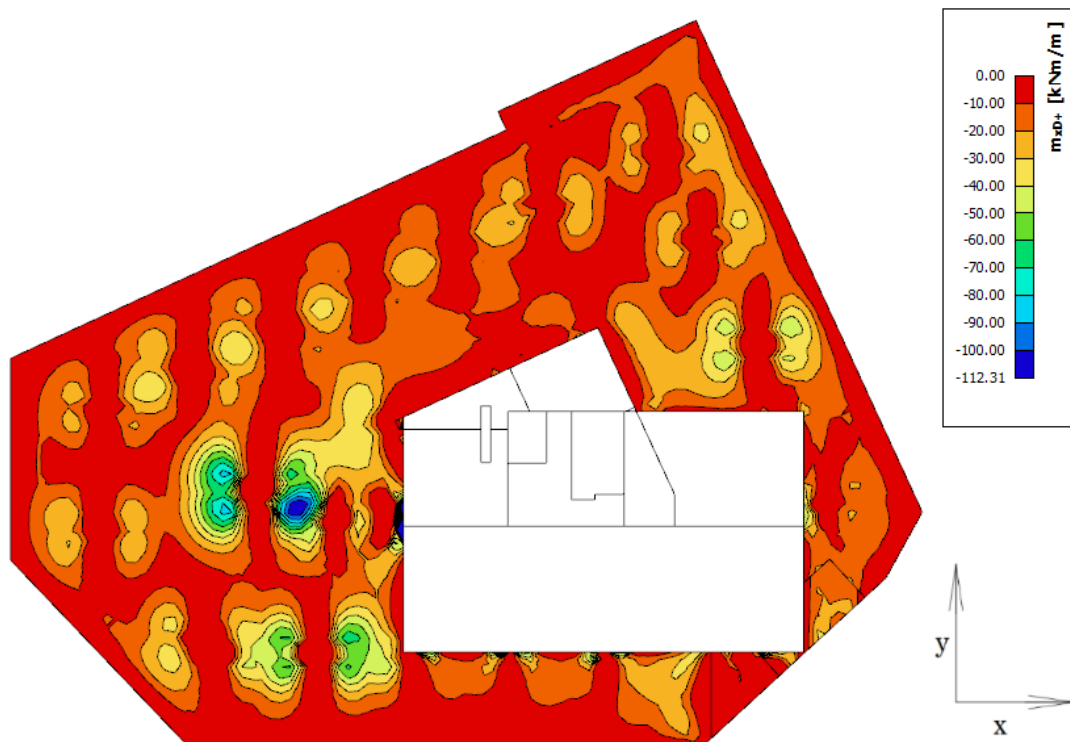
Návrhová kombinace zatížení – m_{yd+}



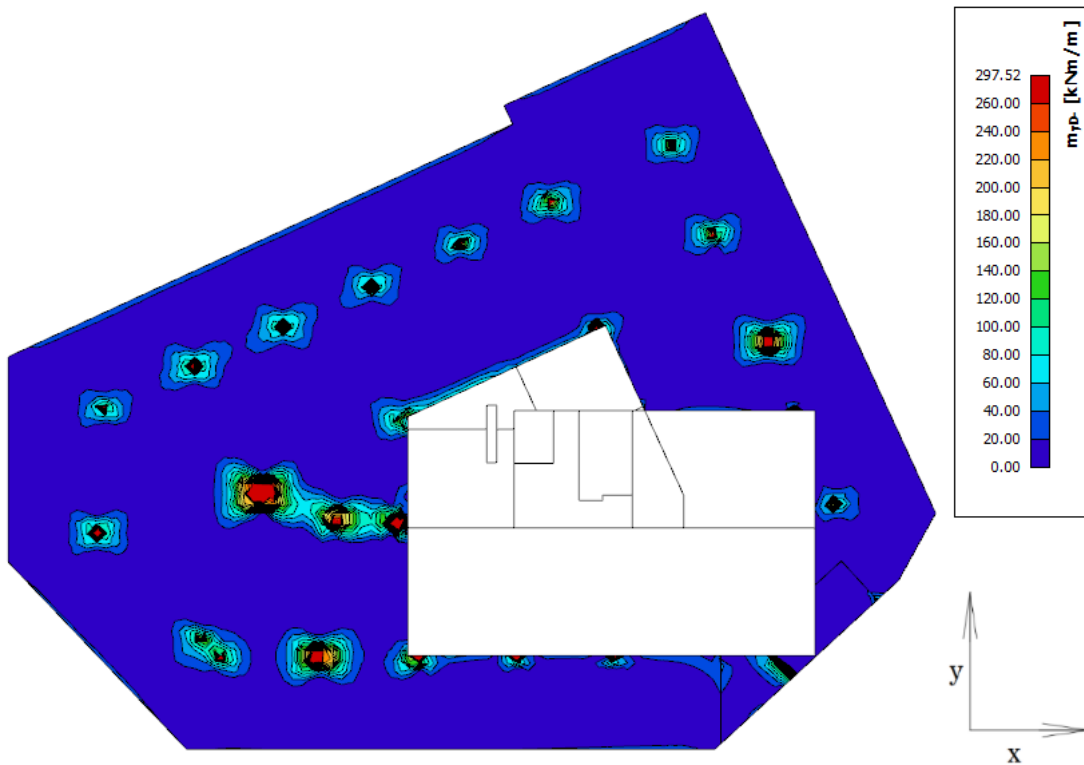
Častá kombinace zatížení – m_{xd-}



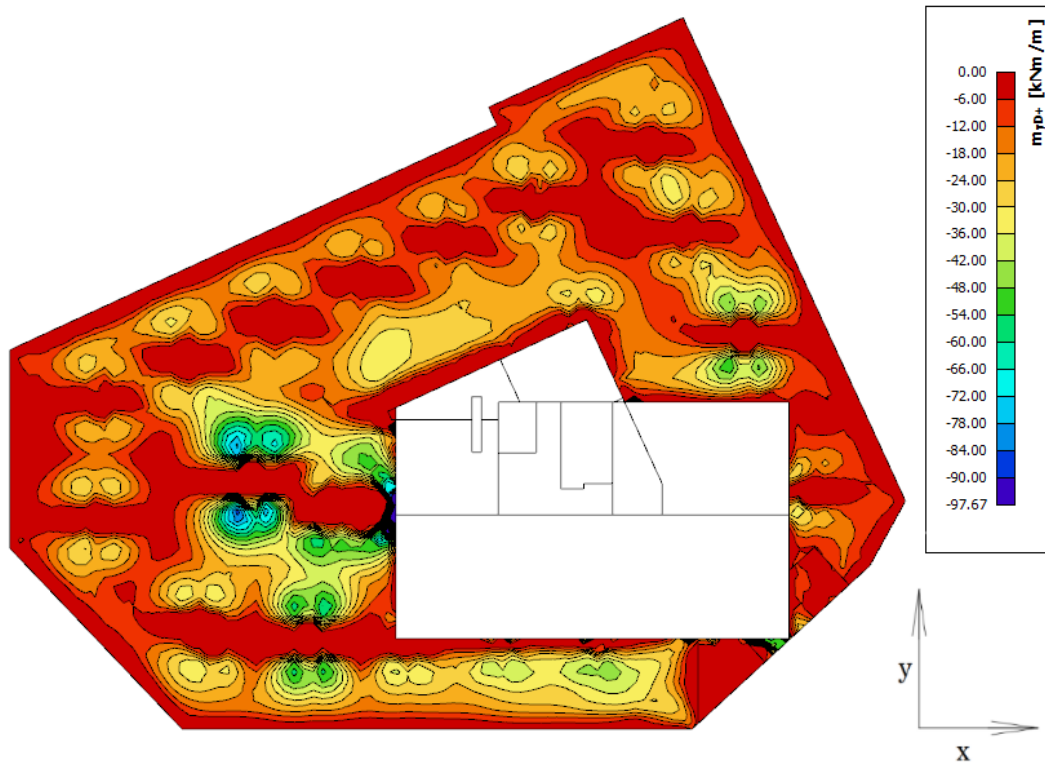
Častá kombinace zatížení – m_{xd+}



Častá kombinace zatížení – m_{yd-}



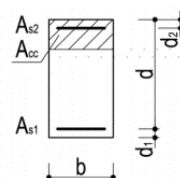
Častá kombinace zatížení – m_{yd+}



NÁVRH VÝZTUŽE DESKY 1.PP – MSP

Výpočet raných trhlin

Materiál:	Beton: C30/37	$E_{cm} = 33 \text{ GPa}$	$E_s = 200 \text{ GPa}$
	Ocel: B500B	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$	$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = 6,061$
		$x = 55 \text{ mm}$	
Geometrie:	$h = 450 \text{ mm}$	$c_1 = 40 \text{ mm}$	$d_1 = 48 \text{ mm}$
	$b = 1000 \text{ mm}$	$c_2 = 40 \text{ mm}$	$d_2 = 48 \text{ mm}$
			$d = 402,0 \text{ mm}$
	$A_{s1} = \emptyset 16 / 100 + \emptyset 0 / 150 = 2010 \text{ mm}^2$		
	$A_{s2} = \emptyset 16 / 100 + \emptyset 0 / 150 = 2010 \text{ mm}^2$		



$$f_{ct,eff} = \frac{f_{ctm}}{2} = 1,45 \text{ MPa} \quad h_{ct} = \frac{h}{2} = 225 \text{ mm} \quad A_{ct} = h_{ct} * b = 225000 \text{ mm}^2$$

$$k_c = 1,0 \quad k = 1,0$$

$$\sigma_s = k_c * k * f_{ct,eff} * \frac{A_{ct}}{A_{s,min}} = 162,3 \text{ MPa}$$

$$h_{c,eff} = \min \left\{ \begin{array}{l} (h-x)/3 \\ 2,5 * (h-d) \\ h/2 \end{array} \right\} = 120,0 \text{ mm} \quad A_{c,eff} = b h_{c,eff} = 120000 \text{ mm}^2 \quad \rho_{p,eff} = \frac{A_{s1}}{A_{c,eff}} = 0,0168$$

$$k_t = 0,4 \quad k_1 = 0,8 \quad k_2 = 1,0 \quad k_3 = 2,5 \quad k_4 = 0,425$$

$$s_{r,max} = k_3 c + \frac{k_1 k_2 k_4 \phi}{\rho_{p,eff}} = 425 \text{ mm} \quad \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ctm}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} = 0,4301$$

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,183 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad \text{ŠÍŘKA TRHLIN}$$

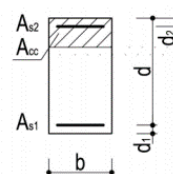
$w_{k,lim} = 0,200 \text{ mm}$	>	$w_k = 0,183 \text{ mm}$
VYHOVUJE		

Výpočet šířky trhlin od působícího zatížení – dle ČSN EN 1992-1-1

Návrh výztuže od působícího zatížení bude proveden nejprve pro spodní povrch a poté pro horní povrchu průřezu desky.

Výpočet šířky trhliny u spodního povrchu v ploše

Material:	Beton: C30/37	$E_{cm} = 33 \text{ GPa}$	$E_s = 200 \text{ GPa}$
	Ocel: B500B	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$	$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = 6,061$
Zatížení:	$M_{ek} = 95,00 \text{ kNm}$		
Geometrie:	$h = 450 \text{ mm}$	$c_1 = 40 \text{ mm}$	$d_1 = 48 \text{ mm}$
	$b = 1000 \text{ mm}$	$c_2 = 40 \text{ mm}$	$d_2 = 48 \text{ mm}$
			$d = 402,0 \text{ mm}$
	$A_{s1} = \emptyset 16 / 100 + \emptyset 0 / 100 = 2010 \text{ mm}^2$		
	$A_{s2} = \emptyset 16 / 100 + \emptyset 0 / 200 = 2010 \text{ mm}^2$		



Parametry průřezu bez trhlin:

$$A_i = A_c + (\alpha_e)(A_{s1} + A_{s2}) = 474364 \text{ mm}^2$$

$$x_i = \frac{[A_c a_c + (\alpha_e)(A_{s1} d + A_{s2} d_2)]}{A_i} = 225,00 \text{ mm}$$

$$I_i = I_c + A_c(x_i - a_c)^2 + (\alpha_e)[A_{s1}(d - x_i)^2 + A_{s2}(x_i - d_2)^2] = 8357038364 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{c2} = -\frac{M_{ek} x_i}{I_i} = -2,56 \text{ MPa} \quad \sigma_{c2} = \frac{M_{ek}(h - x_i)}{I_i} = 2,56 \text{ MPa}$$

$$M_{cr} = \frac{f_{ctm} I_i}{(h - x_i)} = 107,71 \text{ kNm} \leq M_{ek} = 95,00 \text{ kNm} \quad \text{TRHLINY NEVZNIKNOU}$$

Parametry průřezu s trhlinami:

$$x_{ir} = \frac{\alpha_e}{b} (A_{s1} + A_{s2}) \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2b}{\alpha_e} \frac{A_{s1} d + A_{s2} d_2}{(A_{s1} + A_{s2})^2}} \right] = 83,1 \text{ mm}$$

$$I_{ir} = \frac{1}{3} b x_{ir}^3 + \alpha_e [A_{s1}(d - x_{ir})^2 + A_{s2}(x_{ir} - d_2)^2] = 1445150261 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_c = -\frac{M_{ek}}{I_{ir}} x_{ir} = -5,5 \text{ MPa} \quad \sigma_s = \alpha_e \frac{M_{ek}}{I_{ir}} (d - x_{ir}) = 127,0 \text{ MPa}$$

$$h_{c,eff} = \min \left\{ \begin{array}{l} (h - x)/3 \\ 2,5 * (h - d) \\ h/2 \end{array} \right\} = 120,0 \text{ mm} \quad A_{c,eff} = b h_{c,eff} = 120000 \text{ mm}^2 \quad \rho_{p,eff} = \frac{A_{s1}}{A_{c,eff}} = 0,0168$$

$$k_t = 0,4 \quad k_1 = 0,8 \quad k_2 = 0,5 \quad k_3 = 2,49 \quad k_4 = 0,425$$

$$s_{r,max} = k_3 c + \frac{k_1 k_2 k_4 \phi}{\varphi_{p,eff}} = 262 \text{ mm} \quad \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ctm}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} = 0,4445$$

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,116 \text{ mm} \rightarrow \text{ŠÍŘKA TRHLIN}$$

$$w_{k,lim} = 0,200 \text{ mm} > w_k = 0,116 \text{ mm}$$

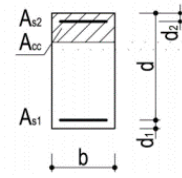
VYHOVUJE

Výpočet šířky trhliny u spodního povrchu pod sloupy

Materiál:	Beton: C30/37	$E_{cm} = 33 \text{ GPa}$	$E_s = 200 \text{ GPa}$
	Ocel: B500B	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$	$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = 6,061$

Zatížení: $M_{ek} = 297,52 \text{ kNm}$

Geometrie:	$h = 450 \text{ mm}$	$c_1 = 40 \text{ mm}$	$d_1 = 48 \text{ mm}$
	$b = 1000 \text{ mm}$	$c_2 = 40 \text{ mm}$	$d_2 = 48 \text{ mm}$
			$d = 402,0 \text{ mm}$
$A_{s1} =$	$\emptyset 16 / 100 + \emptyset 14 / 100 = 3549 \text{ mm}^2$		
$A_{s2} =$	$\emptyset 16 / 100 + \emptyset 0 / 200 = 2010 \text{ mm}^2$		



Parametry průřezu bez trhlín:

$$A_i = A_c + (\alpha_e)(A_{s1} + A_{s2}) = 483691 \text{ mm}^2$$

$$x_i = \frac{[A_c a_c + (\alpha_e)(A_{s1} d + A_{s2} d_2)]}{A_i} = 228,41 \text{ mm}$$

$$I_i = I_c + A_c(x_i - a_c)^2 + (\alpha_e)[A_{s1}(d - x_i)^2 + A_{s2}(x_i - d_2)^2] = 8643617568 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_{c2} = -\frac{M_{ek} x_i}{I_i} = -7,86 \text{ MPa} \quad \sigma_{c2} = \frac{M_{ek}(h - x_i)}{I_i} = 7,63 \text{ MPa}$$

$$M_{cr} = \frac{f_{ctm} I_i}{(h - x_i)} = 113,12 \text{ kNm} \leq M_{ek} = 297,52 \text{ kNm}$$

TRHLINY VZNIKOU

Parametry průřezu s trhlinami:

$$x_{ir} = \frac{\alpha_e}{b} (A_{s1} + A_{s2}) \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2b}{\alpha_e} \frac{A_{s1} d + A_{s2} d_2}{(A_{s1} + A_{s2})^2}} \right] = 106,3 \text{ mm}$$

$$I_{ir} = \frac{1}{3} b x_{ir}^3 + \alpha_e [A_{s1}(d - x_{ir})^2 + A_{s2}(x_{ir} - d_2)^2] = 2322512772 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_c = -\frac{M_{ek}}{I_{ir}} x_{ir} = -13,6 \text{ MPa} \quad \sigma_s = \alpha_e \frac{M_{ek}}{I_{ir}} (d - x_{ir}) = 229,6 \text{ MPa}$$

$$h_{c,eff} = \min \left\{ \frac{(h - x)/3}{h/2} \right\} = 114,6 \text{ mm} \quad A_{c,eff} = b h_{c,eff} = 114566 \text{ mm}^2 \quad \rho_{p,eff} = \frac{A_{s1}}{A_{c,eff}} = 0,0310$$

$$k_t = 0,4 \quad k_1 = 0,8 \quad k_2 = 0,5 \quad k_3 = 2,49 \quad k_4 = 0,425$$

$$s_{r,max} = k_3 c + \frac{k_1 k_2 k_4 \phi}{\varphi_{p,eff}} = 187 \text{ mm} \quad \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ctm}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} = 1,0367$$

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,194 \text{ mm} \rightarrow \text{ŠÍŘKA TRHLIN}$$

$$w_{k,lim} = 0,200 \text{ mm}$$

>

$$w_k = 0,194 \text{ mm}$$

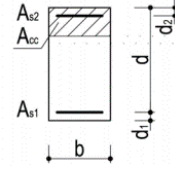
VYHOVUJE

Výpočet šířky trhliny u horního povrchu v ploše

Materiál:	Beton: C30/37	$E_{cm} = 33 \text{ GPa}$	$E_s = 200 \text{ GPa}$
	Ocel: B500B	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$	$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = 6,061$

Zatížení: $M_{ek} = 112,31 \text{ kNm}$

Geometrie: $h = 450 \text{ mm}$ $c_1 = 40 \text{ mm}$ $d_1 = 48 \text{ mm}$
 $b = 1000 \text{ mm}$ $c_2 = 40 \text{ mm}$ $d_2 = 48 \text{ mm}$
 $d = 402,0 \text{ mm}$
 $A_{s1} = \emptyset 16 / 100 + \emptyset 0 / 150 = 2010 \text{ mm}^2$
 $A_{s2} = \emptyset 16 / 100 + \emptyset 0 / 150 = 2010 \text{ mm}^2$



Parametry průřezu bez trhlin:

$$A_i = A_c + (\alpha_e)(A_{s1} + A_{s2}) = 474364 \text{ mm}^2$$

$$x_i = \frac{[A_c a_c + (\alpha_e)(A_{s1} d + A_{s2} d_2)]}{A_i} = 225,00 \text{ mm}$$

$$I_i = I_c + A_c(x_i - a_c)^2 + (\alpha_e)[A_{s1}(d - x_i)^2 + A_{s2}(x_i - d_2)^2] = 8357038364 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{c2} = -\frac{M_{ek} x_i}{I_i} = -3,02 \text{ MPa} \quad \sigma_{c2} = \frac{M_{ek}(h - x_i)}{I_i} = 3,02 \text{ MPa}$$

$$M_{cr} = \frac{f_{ctm} I_i}{(h - x_i)} = 107,71 \text{ kNm} \leq M_{ek} = 112,31 \text{ kNm}$$

TRHLINY VZNIKOU

Parametry průřezu s trhlínami:

$$x_{ir} = \frac{\alpha_e}{b} (A_{s1} + A_{s2}) \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2b}{\alpha_e} \frac{A_{s1} d + A_{s2} d_2}{(A_{s1} + A_{s2})^2}} \right] = 83,1 \text{ mm}$$

$$I_{ir} = \frac{1}{3} b x_{ir}^3 + \alpha_e [A_{s1}(d - x_{ir})^2 + A_{s2}(x_{ir} - d_2)^2] = 1445150261 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_c = -\frac{M_{ek}}{I_{ir}} x_{ir} = -6,5 \text{ MPa} \quad \sigma_s = \alpha_e \frac{M_{ek}}{I_{ir}} (d - x_{ir}) = 150,2 \text{ MPa}$$

$$h_{c,eff} = \min \left\{ \frac{(h - x)/3}{h/2} \right\} = 120,0 \text{ mm} \quad A_{c,eff} = b h_{c,eff} = 120000 \text{ mm}^2 \quad \rho_{p,eff} = \frac{A_{s1}}{A_{c,eff}} = 0,0168$$

$$k_t = 0,4 \quad k_1 = 0,8 \quad k_2 = 0,5 \quad k_3 = 3,4 \quad k_4 = 0,425$$

$$s_{r,max} = k_3 c + \frac{k_1 k_2 k_4 \phi}{\varphi_{p,eff}} = 298 \text{ mm} \quad \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ctm}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} = 0,5602$$

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,167 \text{ mm} \rightarrow \text{ŠÍŘKA TRHLIN}$$

$$w_{k,lim} = 0,200 \text{ mm}$$

>

$$w_k = 0,167 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

Výpočet šířky trhlin při omezeném přetvoření – vliv tření

Materiál:	Beton: C30/37	$E_{cm} = 33 \text{ GPa}$	$E_s = 200 \text{ GPa}$
	Ocel: B500B	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$	$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = 6,06$
		$A_c = 0,45 \text{ m}^2$	
Geometrie:	$h = 450 \text{ mm}$	$c_x = 40 \text{ mm}$	
	$b = 1000 \text{ mm}$	$c_y = 56 \text{ mm}$	$f_{yd} = 435 \text{ MPa}$
	$l_{0x} = 37700 \text{ mm}$	$l_{0y} = 29300 \text{ mm}$	

Výpočet tahové síly při vzniku trhlin

$$k = 1,0 \quad k_c = 1,0 \quad f_{ct,eff} = \frac{f_{ctm}}{2} = 1,45 \text{ MPa}$$

$$F_{cr} = F_{ct,eff} = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} = 0,653 \text{ MN/m}$$

Výpočet tahové síly v základové desce

Podloží	Kluzná vrstva	1. posun - μ
Štěrk	žádná	1,4 - 2,1
Pískovcové lože	žádná	0,9 - 1,1
Soudržná zemina	žádná	0,5 - 0,8
Nesoudržná zemina, písek	1 vrstva PE fólie	0,5 - 0,7
Hlazený podkladní beton	1 vrstva PE fólie	0,8 - 1,4
Hlazený podkladní beton	2 vrstvy PE fólie	0,6 - 1,0
Hlazený podkladní beton	PTFE povlakované fólie	0,2 - 0,5
Podkladní beton	asfaltové svařované pásy 1)	0,35 - 0,7
Podkladní beton	vrstva asfaltu 1), asfaltová malta	0,03 - 0,2
1) Musí být dostatečná tloušťka asfaltu a teplota v kluzné vrstvě > 10 °C.		

$$q = 2,5 \text{ kN/m}^2 \quad \mu = 1,0 \quad \gamma = 1,0 \quad \sigma_0 = \gamma_c h_d + q = 13,75 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Tahová síla ve směru } x \quad F_{ct,dx} = \gamma \mu \sigma_0 l_{0x} = 0,5184 \text{ MN/m}$$

$$\text{Tahová síla ve směru } y \quad F_{ct,dy} = \gamma \mu \sigma_0 l_{0y} = 0,4029 \text{ MN/m}$$

$$f_{ct,dx} < F_{cr} \rightarrow 0,518 < 0,653 \text{ MN/m} \rightarrow \text{TRHLINY NEVZNIKNOU}$$

$$f_{ct,dy} < F_{cr} \rightarrow 0,403 < 0,653 \text{ MN/m} \rightarrow \text{TRHLINY NEVZNIKNOU}$$

Dimenzování bez ohledu na šířku trhlin

$$A_{sx,min} = F_{ct,dx} / f_{yd} = 1191,7 \text{ mm}^2$$

$$A_{sy,min} = F_{ct,dy} / f_{yd} = 926,15 \text{ mm}^2$$

Návrh výztuže u jednoho povrchu

$$A_{sx} = \emptyset 16 / 100 + \emptyset 0 / 150 = 2010 \text{ mm}^2$$

$$A_{sy} = \emptyset 16 / 100 + \emptyset 0 / 150 = 2010 \text{ mm}^2$$

$$d_x = 402 \text{ mm} \quad d_y = 386 \text{ mm}$$

$$A_{cx,eff} = 2,5(c + 0,5\phi_x) \cdot b = 120000 \text{ mm}^2$$

$$A_{cy,eff} = 2,5(c + 0,5\phi_y) \cdot b = 160000 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{x,eff} = \frac{A_{sx}}{A_{cx,eff}} = 0,01675 \quad \rho_{y,eff} = \frac{A_{sy}}{A_{cy,eff}} = 0,0126$$

$$\sigma_{sx} = \frac{F_{ctd,x}}{2 \cdot A_{sx}} = 128,949 \text{ Mpa} \quad \sigma_{sy} = \frac{F_{ctd,y}}{2 \cdot A_{sy}} = 100,22 \text{ Mpa}$$

$$k_t = 0,4 \quad k_1 = 0,8 \quad k_2 = 1,0 \quad k_3 = 2,49 \quad k_4 = 0,425$$

$$s_{rx,max} = k_3 c_x + \frac{k_1 k_2 k_4 \phi_x}{\rho_{x,eff}} = 424 \text{ mm} \quad (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_x = \frac{\sigma_{sx} - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{x,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{x,eff})}{E_s} = 0,4540$$

$$s_{ry,max} = k_3 c_y + \frac{k_1 k_2 k_4 \phi_y}{\rho_{y,eff}} = 533 \text{ mm} \quad (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_y = \frac{\sigma_{sy} - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{y,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{y,eff})}{E_s} = 0,2527$$

$$w_{kx} = s_{rx,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_x = 0,193 \text{ mm} \quad \rightarrow \text{ŠÍŘKA TRHLIN}$$

$$w_{ky} = s_{ry,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_y = 0,135 \text{ mm} \quad \rightarrow \text{ŠÍŘKA TRHLIN}$$

$w_{k,xlim} = 0,200 \text{ mm}$	>	$w_{k,x} = 0,193 \text{ mm}$
$w_{k,y,lím} = 0,200 \text{ mm}$	>	$w_{k,y} = 0,135 \text{ mm}$
VYHOVUJE		

Zhodnocení návrhu výztuže základové desky 1.PP

Šířka raných trhlin dosahuje hodnoty 0,183 mm. Navržená výztuž z výpočtu raných trhlin byla převzata jako hlavní rastr. Návrh výztuže od působícího zatížení byl proveden zvlášť pro spodní a horní povrch. Nejprve byl posouzen hlavní rastr výztuže a v případě dolního povrchu desky bylo nutné navrhnout příložky na lokální zatížení působící pod sloupy. Šířka trhliny pro rastr výztuže u dolního povrchu je 0,116 mm, pro průřez s příložkami 0,194 mm a pro horní rastr 0,167 mm. Šířky trhlin od vlivu tření vycházejí ve směru osy x 0,193 mm a ve směru osy y 0,135 mm. Rozdíl šířek trhlin je zapříčiněn rozměry desky. Vypočtené hodnoty šířky trhlin ze všech posouzení splňují podmínku na maximální přípustnou šířku trhliny 0,200 mm.

Rastr výztuže (spodní povrch): $\emptyset 16$ po 100 mm ($a_{s,prov} = 2010 \text{ mm}^2$)

Pod sloupy (spodní povrch): $\emptyset 16$ po 100 mm + $\emptyset 14$ po 100 mm ($a_{s,prov} = 3549 \text{ mm}^2$)

Rastr výztuže (horní povrch): $\emptyset 16$ po 100 mm ($a_{s,prov} = 2010 \text{ mm}^2$)

NÁVRH OHYBOVÉ VÝZTUŽE DESKY 1.PP – MSÚ

V rámci předchozí návrhu na mezní stav použitelnosti byla navržena výztuž na vznik trhlin a nyní bude tato navržená výztuž posouzena na mezní stav únosnosti.

VÝPOČET MOMENTU ÚNOSNOSTI VÝZTUŽE VZDÁLENĚJŠÍ POVRCHU

Z důvodu stejného rastru v obou směrech bude posouzení provedeno pouze na moment únosnosti výztuže vzdálenější povrchu. Tento moment je menší než moment blíže povrchu. Díky tomuto posouzení zajistíme únosnost i v případě prohození pořadí vrstev výztuže. Vypočtený moment bude navržen pro základní rastr z profilů 16 po 100 mm.

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

$$\begin{aligned} \text{Výztuž B500B:} \quad f_{yk} &= 500 \text{ MPa} \\ f_{yd} &= \frac{f_{yk}}{1,15} = 435 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$c = c_{nom} + \varnothing_s = 40 + 16 = 56 \text{ mm}$$

HLAVNÍ RASTR

$$\varnothing 16/100 \text{ mm } (A_{s,prov} = 2010 \text{ mm}^2)$$

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

$$x = \frac{a_{s,prov} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{2010 \cdot 435}{0,8 \cdot 1000 \cdot 20} = 68,3 \text{ mm}$$

$$d = h - c - \frac{\varnothing_s}{2} = 450 - 56 - \frac{16}{2} = 386 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,4 \cdot x = 386 - 0,4 \cdot 68,3 = 358,7 \text{ mm}$$

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

$$M_{Rd} = 435 \cdot 2010 \cdot 358,7 = 313,70 \text{ kNm}$$

PŘÍLOŽKY PŘI SPODNÍM POVRCHU

Pro moment při spodním povrchu budou navrženy pod sloupy v obou směrech příložky z profilů 14 po 100 mm. Moment únosnosti bude navržen na výztuž vzdálenější od povrchu průřezu.

$$\varnothing 16/100 \text{ mm} + \varnothing 14/100 \text{ mm } (A_{s,prov} = 3549 \text{ mm}^2)$$

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

$$x = \frac{a_{s,prov} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{3549 \cdot 435}{0,8 \cdot 1000 \cdot 20} = 120,61 \text{ mm}$$

$$d = h - c - \frac{\phi_s}{2} = 450 - 56 - \frac{16}{2} = 386 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,4 \cdot x = 386 - 0,4 \cdot 120,61 = 337,76 \text{ mm}$$

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

$$M_{Rd} = 435 \cdot 3549 \cdot 337,76 = \mathbf{521,43 \text{ kNm}}$$

POSOUZENÍ

MOMENTOVÁ ÚNOSNOST PŘI SPODNÍM POVRCHU VE SMĚRU X

$$M_{xD-} = 364,21 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} \geq M_{xD-}$$

$$521,43 \geq 364,21 \text{ [kNm]} \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

MOMENTOVÁ ÚNOSNOST PŘI HORNÍM POVRCHU VE SMĚRU X

$$M_{xD+} = 163,75 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} \geq M_{xD+}$$

$$521,43 \geq 163,75 \text{ [kNm]} \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

MOMENTOVÁ ÚNOSNOST PŘI SPODNÍM POVRCHU VE SMĚRU Y

$$M_{yD-} = 401,00 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} \geq M_{yD-}$$

$$521,43 \geq 401,00 \text{ [kNm]} \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

MOMENTOVÁ ÚNOSNOST PŘI HORNÍM POVRCHU VE SMĚRU Y

$$M_{yD+} = 139,81 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} \geq M_{yD+}$$

$$521,43 \geq 139,81 \text{ [kNm]} \rightarrow \mathbf{VYHOVUJE}$$

Dle posouzení mezní stav únosnosti vyhovuje s rezervou na výztuž navrženou na mezní stav použitelnosti. Výztuž přenesla i momenty v návrhových hodnotách.

SPOLEČNÉ KONSTRUKČNÍ ZÁSADY

Minimální plocha výztuže

$$a_{s,min} = \max \left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d \right) =$$
$$= \max \left(0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 1000 \cdot 402; 0,0013 \cdot 1000 \cdot 402 \right) = \max(536; 522,6) = 536 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} \leq A_{s,prov} \rightarrow 536 \leq 2010 \text{ [mm}^2\text{]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Maximální plocha výztuže

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 1000 \cdot 450 = 18000 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,prov} \leq A_{s,max} \rightarrow 3549 \leq 12000 \text{ [mm}^2\text{]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Maximální osová vzdálenost výztuže

$$s_{max} = \min (2 \cdot h; 300 \text{ mm}) = \min (2 \cdot 450; 300 \text{ mm}) = \min (900; 300 \text{ mm}) = 300 \text{ mm}$$

$$s \leq s_{max} \rightarrow 100 \leq 300 \text{ [mm]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Minimální světlá vzdálenost výztuže

$$s_{min} = \max(20; 1,2 \cdot \phi_{max}; D_{max} + 5) = \max(20; 1,2 \cdot 16; 16 + 5) =$$
$$= \max(20; 19,2; 21) = 20 \text{ mm}$$

$$s_{min} \leq s \rightarrow 20 \leq 100 \text{ [mm]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

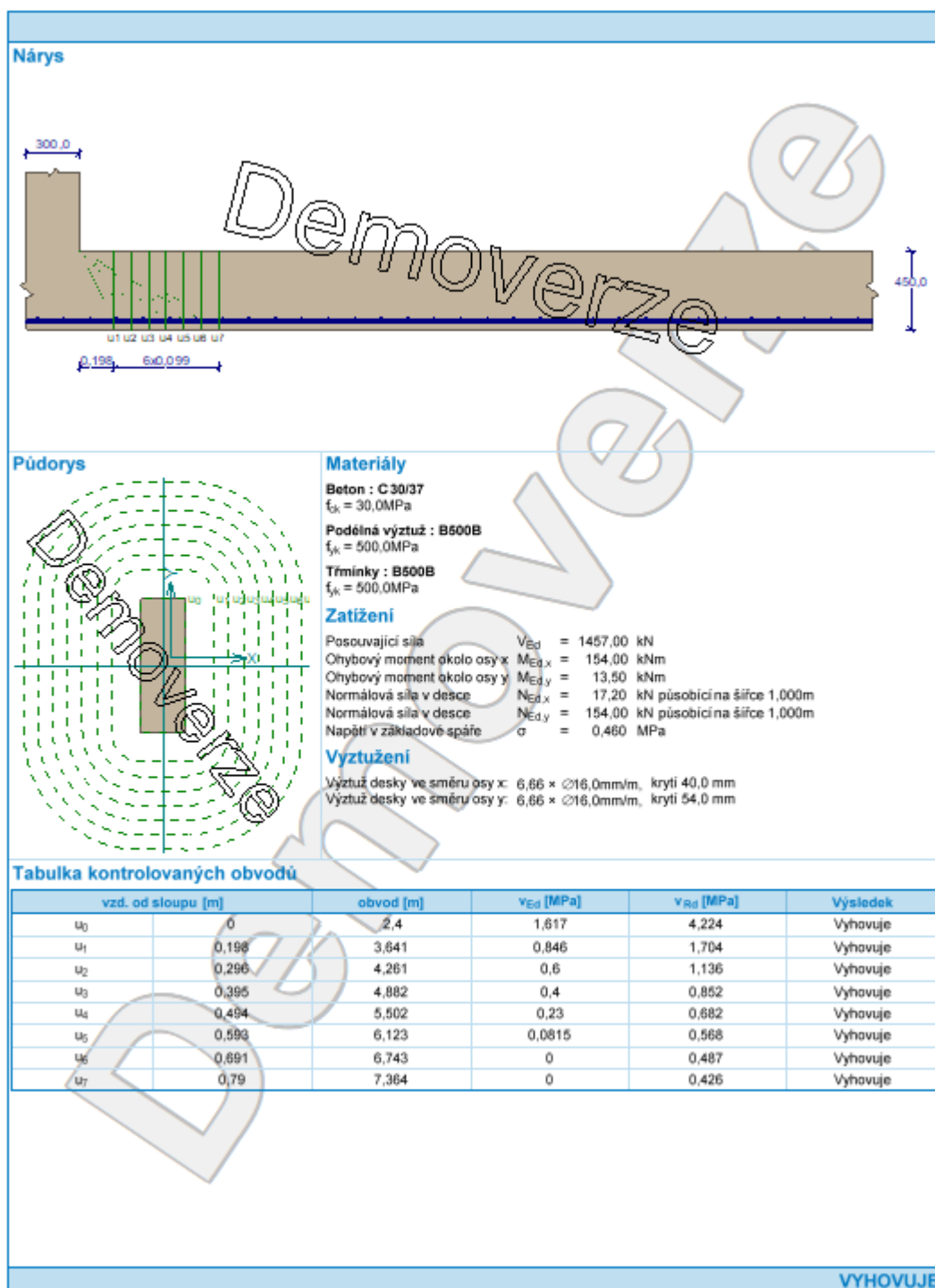
Rastr výztuže (spodní povrch): $\emptyset 16$ po 100 mm ($a_{s,prov} = 2010 \text{ mm}^2$)

Pod sloupy (spodní povrch): $\emptyset 16$ po 100 mm + $\emptyset 14$ po 100 mm ($a_{s,prov} = 3549 \text{ mm}^2$)

Rastr výztuže (horní povrch): $\emptyset 16$ po 100 mm ($a_{s,prov} = 2010 \text{ mm}^2$)

POSOUZENÍ PROTLAČENÍ DESKY 1.PP

Deska 1.PP byla posouzena na protlačení v místech sloupů, kde nejsou navrženy železobetonové patky. Rozměry sloupu jsou 300x900 mm. Návrh byl proveden pomocí programu FIN EC.



Vzorový postup výpočtu programu

Posouzení obvodu č. 1 ve vzdálenosti 0,198 m od okraje sloupu

Smykové napětí od zatížení

$$v_{Ed} = \beta \times (V_{Ed} - A \times \sigma) / (u_0 \times d) = 1,15 \times (1\,457 - 0,867 \times 460) / (3,641 \times 395) = 0,846 \text{ MPa}$$

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_C = 0,18 / 1,5 = 0,12$$

$$k = \min(1 + \sqrt{(200 / d)}; 2) = \min(1 + \sqrt{(200 / 395)}; 2) = \min(1,712; 2) = 1,712$$

$$A_{sx} = 6,66 \times \pi \times \varnothing_s^2 / 4 = 6,66 \times 3,142 \times 16^2 / 4 = 1\,339 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{lx} = A_{sx} / (1\,000 \times d) = 1\,339 / (1\,000 \times 395) = 0,00339$$

$$A_{sy} = 6,66 \times \pi \times \varnothing_s^2 / 4 = 6,66 \times 3,142 \times 16^2 / 4 = 1\,339 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{ly} = A_{sy} / (1\,000 \times d) = 1\,339 / (1\,000 \times 395) = 0,00339$$

$$\rho_l = \sqrt{(\rho_{lx} \times \rho_{ly})} = \sqrt{(0,00339 \times 0,00339)} = 0,00339$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{1,5} \times \sqrt{f_{ck}} = 0,035 \times 1,712^{1,5} \times \sqrt{30} = 0,429 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cx} = N_x / (b_x \times h) = (-17,2) / (1 \times 450) = -0,0382 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cy} = N_y / (b_y \times h) = (-154) / (1 \times 450) = -0,342 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cp} = (\sigma_{cx} + \sigma_{cy}) / 2 = ((-0,0382) + (-0,342)) / 2 = -0,19 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,c} = \max(C_{Rd,c} \times k \times \sqrt[3]{100 \times \rho_l \times f_{ck}}; v_{min}) + k_1 \times \sigma_{cp} = \max(0,12 \times 1,712 \times \sqrt[3]{100 \times 0,00339 \times 30}; 0,429) + 0,1 \times (-0,19) = 0,426 \text{ MPa}$$

$$v_{Rd,c} = v_{Rd,c} \times 2 \times d / a = 0,426 \times 2 \times 0,395 / 0,198 = 1,704 \text{ MPa}$$

$$v_{Ed} \leq v_{Rd,c} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Zhodnocení posouzení protlačení

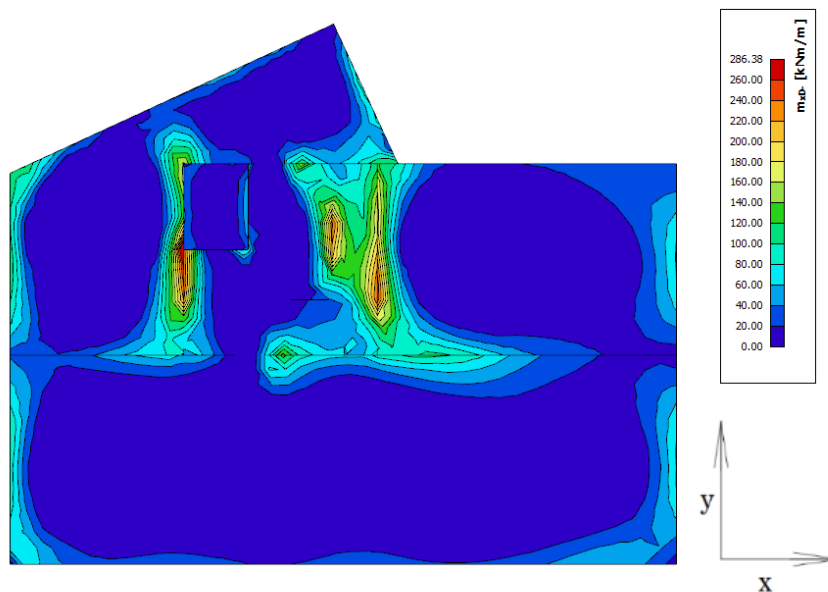
Z výsledků posouzení protlačení vychází, že základní navržený rastr výztuže $\varnothing 16$ po 100 mm je schopen přenést všechna zatížení. V místech spodního povrchu desky je výztuž, dle návrhu na mezní stav trhlin, navíc i zesílena profily $\varnothing 14$ po 100 mm. Z tohoto důvodu, není potřeba navrhovat výztuž na protlačení.

4.9.4 ZÁKLADOVÁ DESKA 2.PP

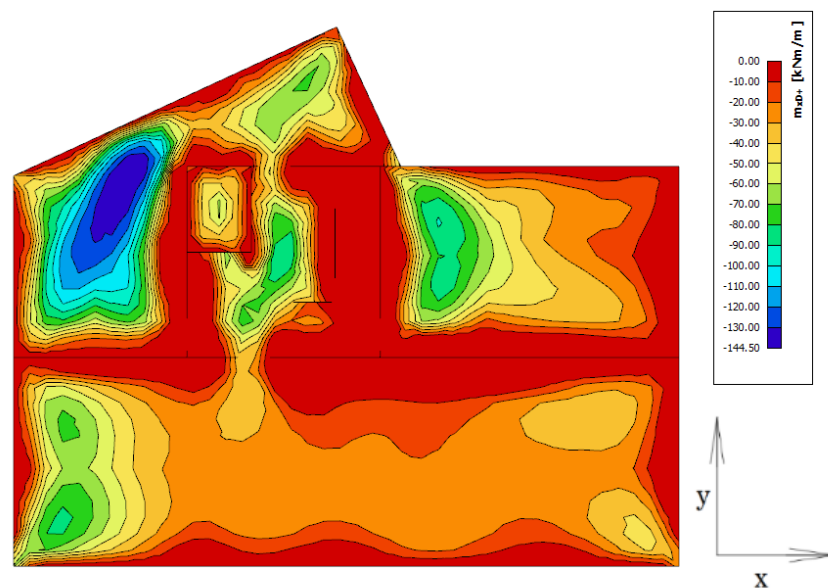
Návrh základové desky bude proveden na vnitřní síly vycházející z výpočetního modelu SCIA Engineer. Deska bude posouzena na MSÚ a MSP. Pro posudek na MSÚ budou využity návrhové hodnoty vnitřních sil a pro MSP budou využity vnitřní síly, dle německé směrnice, z časté kombinace zatížení. Navržená výztuž desky bude využita i pro vyztužení dojezdu výtahu.

VNITŘNÍ SÍLY

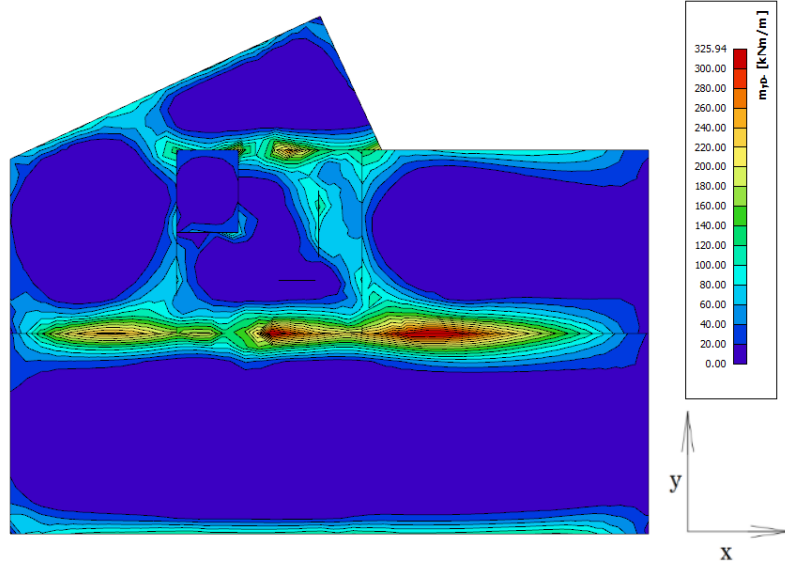
Návrhová kombinace zatížení – m_{xd-}



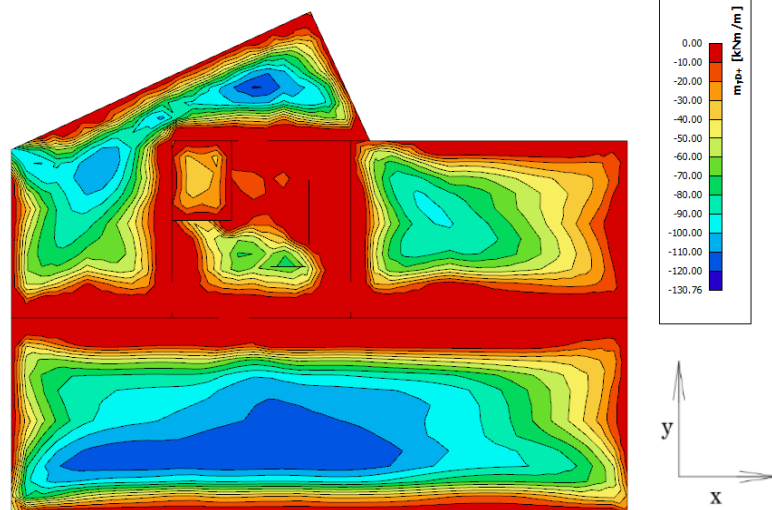
Návrhová kombinace zatížení – m_{xd+}



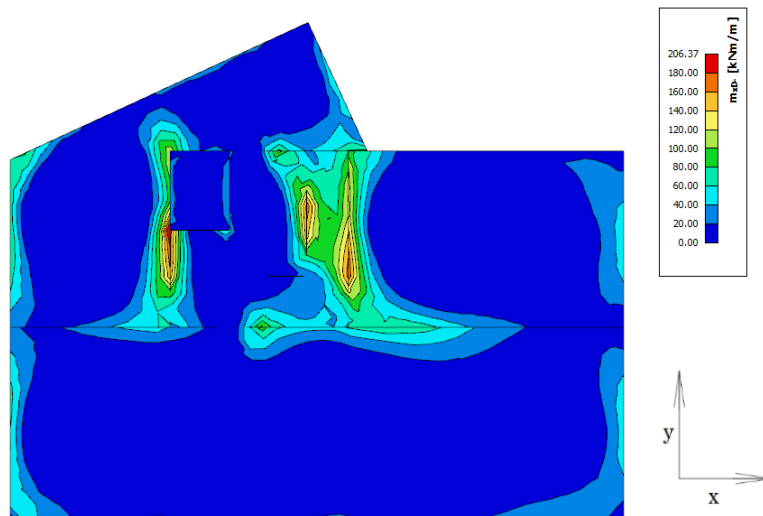
Návrhová kombinace zatížení – m_{yd-}



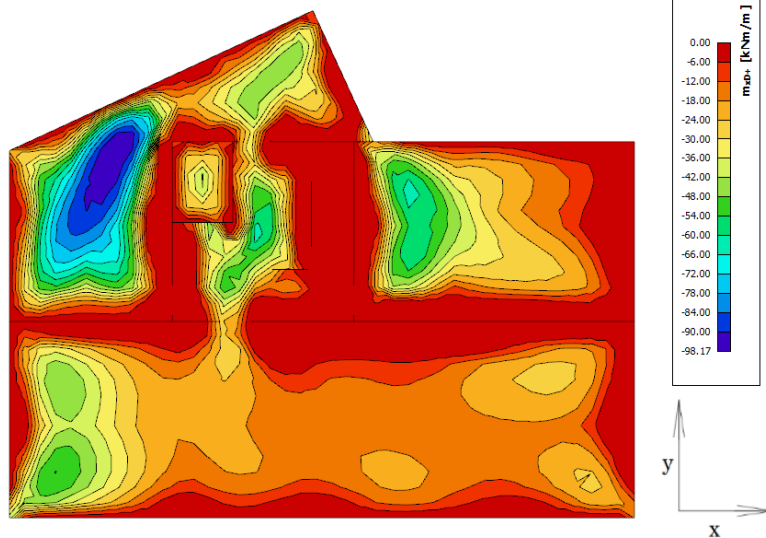
Návrhová kombinace zatížení – m_{yd+}



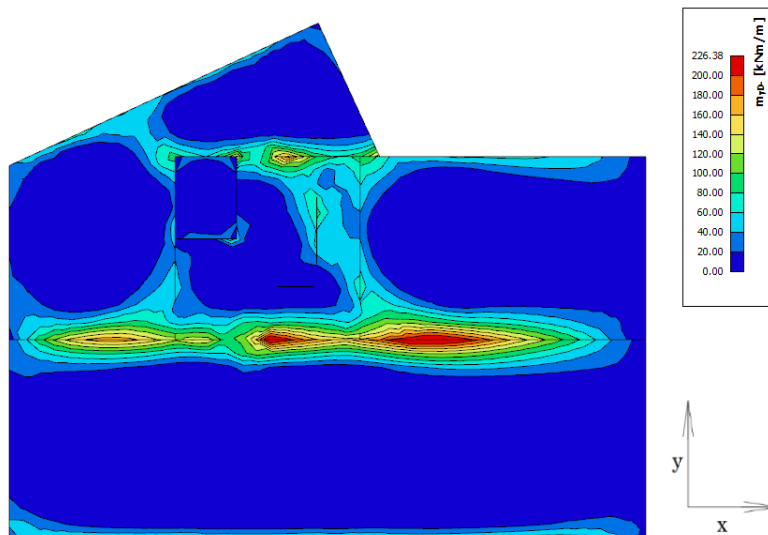
Častá kombinace zatížení – m_{xd-}



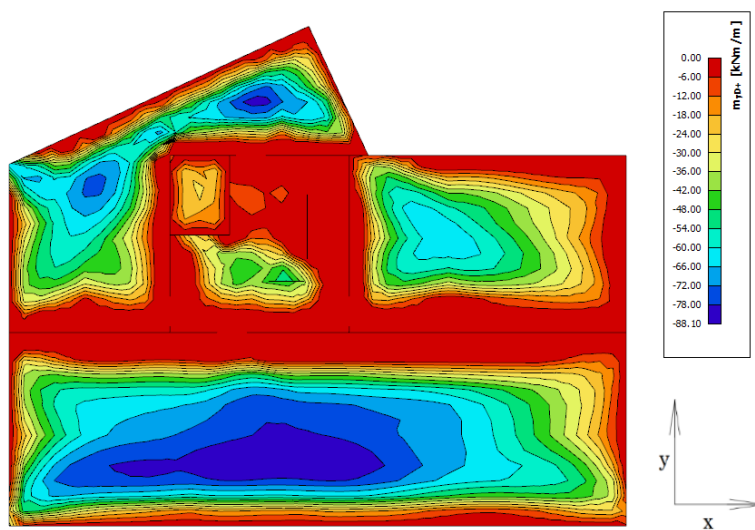
Častá kombinace zatížení – m_{xd+}



Častá kombinace zatížení – m_{yd-}



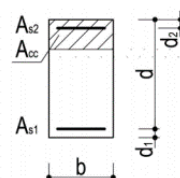
Častá kombinace zatížení – m_{yd+}



NÁVRH VÝZTUŽE DESKY 2.PP – MSP

Výpočet raných trhlin

Materiál:	Beton: C30/37	$E_{cm} = 33 \text{ GPa}$	$E_s = 200 \text{ GPa}$
	Ocel: B500B	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$	$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = 6,061$
		$x = 85 \text{ mm}$	
Geometrie:	$h = 600 \text{ mm}$	$c_1 = 40 \text{ mm}$	$d_1 = 50 \text{ mm}$
	$b = 1000 \text{ mm}$	$c_2 = 40 \text{ mm}$	$d_2 = 50 \text{ mm}$
			$d = \#\#$
	$A_{s1} = \emptyset 20 / 100 + \emptyset 0 / 150 = 3141 \text{ mm}^2$		
	$A_{s2} = \emptyset 20 / 100 + \emptyset 0 / 150 = 3141 \text{ mm}^2$		



$$f_{ct,eff} = \frac{f_{ctm}}{2} = 1,45 \text{ MPa} \quad h_{ct} = \frac{h}{2} = 300 \text{ mm} \quad A_{ct} = h_{ct} * b = 300000 \text{ mm}^2$$

$$k_c = 1,0 \quad k = 1,0$$

$$\sigma_s = k_c * k * f_{ct,eff} * \frac{A_{ct}}{A_{s,min}} = 138,5 \text{ MPa}$$

$$h_{c,eff} = \min \left\{ \begin{array}{l} (h-x)/3 \\ 2,5 * (h-d) \\ h/2 \end{array} \right\} = 125,0 \text{ mm} \quad A_{c,eff} = b h_{c,eff} = 125000 \text{ mm}^2 \quad \rho_{p,eff} = \frac{A_{s1}}{A_{c,eff}} = 0,0251$$

$$k_t = 0,4 \quad k_1 = 0,8 \quad k_2 = 1,0 \quad k_3 = 2,5 \quad k_4 = 0,425$$

$$s_{r,max} = k_3 c + \frac{k_1 k_2 k_4 \phi}{\rho_{p,eff}} = 371 \text{ mm} \quad \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} = 0,4265$$

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,158 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad \text{ŠÍŘKA TRHLIN}$$

$$w_{k,lim} = 0,200 \text{ mm} \quad > \quad w_k = 0,158 \text{ mm}$$

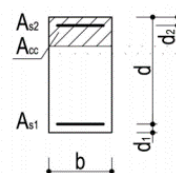
VYHOVUJE

Výpočet šířky trhlin od působícího zatížení – dle ČSN EN 1992-1-1

Návrh výztuže od působícího zatížení bude proveden nejprve pro spodní povrch a poté pro horní povrch průřezu desky.

Výpočet šířky trhliny u spodního povrchu

Materiál:	Beton: C30/37	$E_{cm} = 33 \text{ GPa}$	$E_s = 200 \text{ GPa}$
	Ocel: B500B	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$	$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = 6,061$
Zatížení:	$M_{ek} = 226,38 \text{ kNm}$		
Geometrie:	$h = 600 \text{ mm}$	$c_1 = 40 \text{ mm}$	$d_1 = 50 \text{ mm}$
	$b = 1000 \text{ mm}$	$c_2 = 40 \text{ mm}$	$d_2 = 50 \text{ mm}$
			$d = 550,0 \text{ mm}$
$A_{s1} = \emptyset 20 / 100 + \emptyset 0 / 150 =$	3141 mm ²		
$A_{s2} = \emptyset 20 / 100 + \emptyset 0 / 150 =$	3141 mm ²		



Parametry průřezu bez trhlin:

$$A_i = A_c + (\alpha_e)(A_{s1} + A_{s2}) = 638073 \text{ mm}^2$$

$$x_i = \frac{[A_c a_c + (\alpha_e)(A_{s1} d + A_{s2} d_2)]}{A_i} = 300,00 \text{ mm}$$

$$I_i = I_c + A_c(x_i - a_c)^2 + (\alpha_e)[A_{s1}(d - x_i)^2 + A_{s2}(x_i - d_2)^2] = 20379545455 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{c2} = -\frac{M_{ek} x_i}{I_i} = -3,33 \text{ MPa} \quad \sigma_{c2} = \frac{M_{ek}(h - x_i)}{I_i} = 3,33 \text{ MPa}$$

$$M_{cr} = \frac{f_{ctm} I_i}{(h - x_i)} = 197,00 \text{ kNm} \leq M_{ek} = 226,38 \text{ kNm}$$

TRHLINY VZNIKOU

Parametry průřezu s trhlinami:

$$x_{ir} = \frac{\alpha_e}{b} (A_{s1} + A_{s2}) \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2b}{\alpha_e} \frac{A_{s1} d + A_{s2} d_2}{(A_{s1} + A_{s2})^2}} \right] = 117,8 \text{ mm}$$

$$I_{ir} = \frac{1}{3} b x_{ir}^3 + \alpha_e [A_{s1}(d - x_{ir})^2 + A_{s2}(x_{ir} - d_2)^2] = 4188336925 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_c = -\frac{M_{ek}}{I_{ir}} x_{ir} = -6,4 \text{ MPa} \quad \sigma_s = \alpha_e \frac{M_{ek}}{I_{ir}} (d - x_{ir}) = 141,6 \text{ MPa}$$

$$h_{c,eff} = \min \left\{ \begin{array}{l} (h - x)/3 \\ 2,5 * (h - d) \\ h/2 \end{array} \right\} = 125,0 \text{ mm} \quad A_{c,eff} = b h_{c,eff} = 125000 \text{ mm}^2 \quad \rho_{p,eff} = \frac{A_{s1}}{A_{c,eff}} = 0,0251$$

$$k_t = 0,4 \quad k_1 = 0,8 \quad k_2 = 0,5 \quad k_3 = 2,49 \quad k_4 = 0,425$$

$$s_{r,max} = k_3 c + \frac{k_1 k_2 k_4 \phi}{\varphi_{p,eff}} = 235 \text{ mm} \quad \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ctm}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} = 0,5749$$

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,135 \text{ mm} \rightarrow \text{ŠÍŘKA TRHLIN}$$

$$w_{k,lim} = 0,200 \text{ mm}$$

>

$$w_k = 0,135 \text{ mm}$$

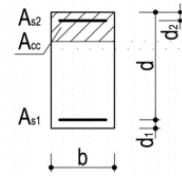
VYHOVUJE

Výpočet šířky trhliny u horního povrchu

Materiál:	Beton: C30/37	$E_{cm} = 33 \text{ GPa}$	$E_s = 200 \text{ GPa}$
	Ocel: B500B	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$	$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = 6,061$

Zatížení: $M_{ek} = 98,17 \text{ kNm}$

Geometrie:	$h = 600 \text{ mm}$	$c_1 = 40 \text{ mm}$	$d_1 = 50 \text{ mm}$
	$b = 1000 \text{ mm}$	$c_2 = 40 \text{ mm}$	$d_2 = 50 \text{ mm}$
			$d = 550,0 \text{ mm}$
$A_{s1} =$	$\emptyset 20 / 100 + \emptyset 0 / 150 = 3141 \text{ mm}^2$		
$A_{s2} =$	$\emptyset 20 / 100 + \emptyset 0 / 150 = 3141 \text{ mm}^2$		



Parametry průřezu bez trhlin:

$$A_i = A_c + (\alpha_e)(A_{s1} + A_{s2}) = 638073 \text{ mm}^2$$

$$x_i = \frac{[A_c a_c + (\alpha_e)(A_{s1} d + A_{s2} d_2)]}{A_i} = 300,00 \text{ mm}$$

$$I_i = I_c + A_c(x_i - a_c)^2 + (\alpha_e)[A_{s1}(d - x_i)^2 + A_{s2}(x_i - d_2)^2] = 20379545455 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{c2} = -\frac{M_{ek} x_i}{I_i} = -1,45 \text{ MPa} \quad \sigma_{c2} = \frac{M_{ek}(h - x_i)}{I_i} = 1,45 \text{ MPa}$$

$$M_{cr} = \frac{f_{ctm} I_i}{(h - x_i)} = 197,00 \text{ kNm} \leq M_{ek} = 98,17 \text{ kNm}$$

TRHLINY NEVZNIKNOU

Parametry průřezu s trhlinami:

$$x_{ir} = \frac{\alpha_e}{b} (A_{s1} + A_{s2}) \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2b}{\alpha_e} \frac{A_{s1} d + A_{s2} d_2}{(A_{s1} + A_{s2})^2}} \right] = 117,8 \text{ mm}$$

$$I_{ir} = \frac{1}{3} b x_{ir}^3 + \alpha_e [A_{s1}(d - x_{ir})^2 + A_{s2}(x_{ir} - d_2)^2] = 4188336925 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_c = -\frac{M_{ek}}{I_{ir}} x_{ir} = -2,8 \text{ MPa} \quad \sigma_s = \alpha_e \frac{M_{ek}}{I_{ir}} (d - x_{ir}) = 61,4 \text{ MPa}$$

$$h_{c,eff} = \min \left\{ \begin{array}{l} (h - x)/3 \\ 2,5 * (h - d) \\ h/2 \end{array} \right\} = 125,0 \text{ mm} \quad A_{c,eff} = b h_{c,eff} = 125000 \text{ mm}^2 \quad \rho_{p,eff} = \frac{A_{s1}}{A_{c,eff}} = 0,0251$$

$$k_t = 0,4 \quad k_1 = 0,8 \quad k_2 = 0,5 \quad k_3 = 3,4 \quad k_4 = 0,425$$

$$s_{r,max} = k_3 c + \frac{k_1 k_2 k_4 \phi}{\varphi_{p,eff}} = 271 \text{ mm} \quad \varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ctm}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{p,eff})}{E_s} = 0,1740$$

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) = 0,047 \text{ mm} \rightarrow \text{ŠÍŘKA TRHLIN}$$

$$w_{k,lim} = 0,200 \text{ mm}$$

>

$$w_k = 0,047 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

Výpočet šířky trhlin při omezeném přetvoření – vliv tření

Materiál:	Beton: C30/37	$E_{cm} = 33 \text{ GPa}$	$E_s = 200 \text{ GPa}$
	Ocel: B500B	$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$	$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} = 6,06$
		$A_c = 0,60 \text{ m}^2$	
Geometrie:	$h = 600 \text{ mm}$	$c_x = 40 \text{ mm}$	
	$b = 1000 \text{ mm}$	$c_y = 60 \text{ mm}$	$f_{yd} = 435 \text{ MPa}$
	$l_{0x} = 21000 \text{ mm}$	$l_{0y} = 17000 \text{ mm}$	

Výpočet tahové síly při vzniku trhlin

$$k = 1,0 \quad k_c = 1,0 \quad f_{ct,eff} = \frac{f_{ctm}}{2} = 1,45 \text{ MPa}$$

$$F_{cr} = F_{ct,eff} = k_c k f_{ct,eff} A_{ct} = 0,870 \text{ MN/m}$$

Výpočet tahové síly v základové desce

Podloží	Kluzná vrstva	1. posun - μ
Štěrk	žádná	1,4 - 2,1
Pískovcové lože	žádná	0,9 - 1,1
Soudržná zemina	žádná	0,5 - 0,8
Nesoudržná zemina - násek	1 vrstva PE fólie	0,5 - 0,7
Hlazený podkladní beton	1 vrstva PE fólie	0,8 1,4
Hlazený podkladní beton	2 vrstvy PE fólie	0,6 - 1,0
Hlazený podkladní beton	PTFE povlakované fólie	0,2 - 0,5
Podkladní beton	asfaltové svařované pásy 1)	0,35 - 0,7
Podkladní beton	vrstva asfaltu 1), asfaltová malta	0,03 - 0,2

1) Musí být dostatečná tloušťka asfaltu a teplota v kluzné vrstvě > 10 °C.

$$q = 2,5 \text{ kN/m}^2 \quad \mu = 1,4 \quad \gamma = 1,0 \quad \sigma_0 = \gamma_c h_d + q = 17,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Tahová síla ve směru } x \quad F_{ct,dx} = \gamma \mu \sigma_0 l_{0x} = 0,5145 \text{ MN/m}$$

$$\text{Tahová síla ve směru } y \quad F_{ct,dy} = \gamma \mu \sigma_0 l_{0y} = 0,4165 \text{ MN/m}$$

$$f_{ct,dx} < F_{cr} \rightarrow 0,515 < 0,870 \text{ MN/m} \rightarrow \text{TRHLINY NEVZNIKNOU}$$

$$f_{ct,dy} < F_{cr} \rightarrow 0,417 < 0,870 \text{ MN/m} \rightarrow \text{TRHLINY NEVZNIKNOU}$$

Dimenzování bez ohledu na šířku trhlin

$$A_{sx,min} = F_{ct,dx} / f_{yd} = 1182,8 \text{ mm}^2$$

$$A_{sy,min} = F_{ct,dy} / f_{yd} = 957,47 \text{ mm}^2$$

Návrh výztuže u jednoho povrchu

$$A_{sx} = \emptyset 20 / 100 + \emptyset 0 / 150 = 3141 \text{ mm}^2$$

$$A_{sy} = \emptyset 20 / 100 + \emptyset 0 / 150 = 3141 \text{ mm}^2$$

$$d_x = 550 \text{ m} \quad d_y = 530 \text{ m}$$

$$A_{cx,eff} = 2,5(c + 0,5\phi_x) \cdot b = 125000 \text{ mm}^2$$

$$A_{cy,eff} = 2,5(c + 0,5\phi_y) \cdot b = 175000 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{x,eff} = \frac{A_{sx}}{A_{cx,eff}} = 0,02513 \quad \rho_{y,eff} = \frac{A_{sy}}{A_{cy,eff}} = 0,0179$$

$$\sigma_{sx} = \frac{F_{ctd,x}}{2 \cdot A_{sx}} = 81,9007 \text{ Mpa} \quad \sigma_{sy} = \frac{F_{ctd,y}}{2 \cdot A_{sy}} = 66,301 \text{ Mpa}$$

$$k_t = 0,4 \quad k_1 = 0,8 \quad k_2 = 1,0 \quad k_3 = 2,5 \quad k_4 = 0,425$$

$$s_{rx,max} = k_3 c_x + \frac{k_1 k_2 k_4 \phi_x}{\rho_{x,eff}} = 371 \text{ mm} \quad (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_x = \frac{\sigma_{sx} - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{x,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{x,eff})}{E_s} = 0,2765$$

$$s_{ry,max} = k_3 c_y + \frac{k_1 k_2 k_4 \phi_y}{\rho_{y,eff}} = 479 \text{ mm} \quad (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_y = \frac{\sigma_{sy} - k_t \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{y,eff}} (1 + \alpha_e \rho_{y,eff})}{E_s} = 0,1524$$

$$w_{kx} = s_{rx,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_x = 0,102 \text{ mm} \quad \rightarrow \text{ŠÍŘKA TRHLIN}$$

$$w_{ky} = s_{ry,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})_y = 0,073 \text{ mm} \quad \rightarrow \text{ŠÍŘKA TRHLIN}$$

$w_{k,xlim} = 0,200 \text{ mm}$	>	$w_{k,x} = 0,102 \text{ mm}$
$w_{k,y,lím} = 0,200 \text{ mm}$	>	$w_{k,y} = 0,073 \text{ mm}$
VYHOVUJE		

Zhodnocení návrhu výztuže základové desky 1.PP

Šířka raných trhlin dosahuje hodnoty 0,158 mm. Navržená výztuž z výpočtu raných trhlin byla převzata jako hlavní rastr. Návrh výztuže od působícího zatížení byl proveden zvlášť pro spodní a horní povrch. Šířka trhliny pro rastr výztuže u dolního povrchu je 0,135 mm a pro horní rastr 0,047 mm. Šířky trhlin od vlivu tření vycházejí ve směru osy x 0,102 mm a ve směru osy y 0,073 mm. Rozdíl šířek trhlin je zapříčiněn rozměry desky. Vypočtené hodnoty šířky trhlin ze všech posouzení splňují podmínku na maximální přípustnou šířku trhliny 0,200 mm.

Rastr výztuže (spodní povrch): $\emptyset 20$ po 100 mm ($a_{s,prov} = 3141 \text{ mm}^2$)

Rastr výztuže (horní povrch): $\emptyset 20$ po 100 mm ($a_{s,prov} = 3141 \text{ mm}^2$)

NÁVRH OHYBOVÉ VÝZTUŽE DESKY 2.PP – MSÚ

V rámci předchozí návrhu na mezní stav použitelnosti byla navržena výztuž na vznik trhlin a nyní bude tato navržená výztuž posouzena na mezní stav únosnosti.

VÝPOČET MOMENTU ÚNOSNOSTI VÝZTUŽE VZDÁLENĚJŠÍ POVRCHU

Z důvodu stejného rastru v obou směrech bude posouzení provedeno pouze na moment únosnosti výztuže vzdálenější povrchu. Tento moment je menší než moment blíže povrchu. Díky tomuto posouzení zajistíme únosnost i v případě prohození pořadí vrstev výztuže. Vypočtený moment bude navržen pro základní rastr z profilů 16 po 100 mm.

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

$$\begin{aligned} \text{Výztuž B500B:} \quad f_{yk} &= 500 \text{ MPa} \\ f_{yd} &= \frac{f_{yk}}{1,15} = 435 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$c = c_{nom} + \phi_s = 40 + 20 = 60 \text{ mm}$$

RASTR U OBOOU POVRCHŮ

$$\phi 20/100 \text{ mm } (A_{s,prov} = 3141 \text{ mm}^2)$$

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

$$x = \frac{a_{s,prov} \cdot f_{yd}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd}} = \frac{3141 \cdot 435}{0,8 \cdot 1000 \cdot 20} = 85,4 \text{ mm}$$

$$d = h - c - \frac{\phi_s}{2} = 600 - 60 - \frac{20}{2} = 530 \text{ mm}$$

$$z = d - 0,4 \cdot x = 530 - 0,4 \cdot 85,4 = 495,84 \text{ mm}$$

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

$$M_{Rd} = 435 \cdot 3141 \cdot 495,84 = \mathbf{677,61 \text{ kNm}}$$

POSOUZENÍ

MOMENTOVÁ ÚNOSNOST PŘI SPODNÍM POVRCHU VE SMĚRU X

$$M_{xD-} = 286,38 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} \geq M_{xD-}$$

$$677,61 \geq 286,38 \text{ [kNm]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

MOMENTOVÁ ÚNOSNOST PŘI HORNÍM POVRCHU VE SMĚRU X

$$M_{xD+} = 144,5 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} \geq M_{xD+}$$

$$677,61 \geq 144,5 \text{ [kNm]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

MOMENTOVÁ ÚNOSNOST PŘI SPODNÍM POVRCHU VE SMĚRU Y

$$M_{yD-} = 325,94 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} \geq M_{yD-}$$

$$677,61 \geq 325,94 \text{ [kNm]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

MOMENTOVÁ ÚNOSNOST PŘI HORNÍM POVRCHU VE SMĚRU Y

$$M_{yD+} = 130,76 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} \geq M_{yD+}$$

$$677,61 \geq 130,76 \text{ [kNm]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Dle posouzení mezní stav únosnosti vyhovuje s vysokou rezervou na výztuž navrženou na mezní stav použitelnosti. Výztuž přenesle i momenty v návrhových hodnotách.

SPOLEČNÉ KONSTRUKČNÍ ZÁSADY

Minimální plocha výztuže

$$a_{s,min} = \max \left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d; 0,0013 \cdot b \cdot d \right) =$$
$$= \max \left(0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 1000 \cdot 550; 0,0013 \cdot 1000 \cdot 550 \right) = \max(953,3; 715) = 953,3 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} \leq A_{s,prov} \rightarrow 953,3 \leq 3141 \text{ [mm}^2] \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Maximální plocha výztuže

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 1000 \cdot 600 = 24000 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,prov} \leq A_{s,max} \rightarrow 3141 \leq 12000 \text{ [mm}^2] \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Maximální osová vzdálenost výztuže

$$s_{max} = \min (2 \cdot h; 300 \text{ mm}) = \min (2 \cdot 600; 300 \text{ mm}) = \min (1200; 300 \text{ mm}) = 300 \text{ mm}$$

$$s \leq s_{max} \rightarrow 100 \leq 300 \text{ [mm]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Minimální světlá vzdálenost výztuže

$$s_{min} = \max(20; 1,2 \cdot \phi_{max}; D_{max} + 5) = \max(20; 1,2 \cdot 20; 16 + 5) =$$
$$= \max(20; 24; 21) = 24 \text{ mm}$$

$$s_{min} \leq s \rightarrow 24 \leq 100 \text{ [mm]} \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

NÁVRH: $\phi 20/100 \text{ mm}$ ($A_{s,prov} = 3141 \text{ mm}^2$)

5 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo zpracování konstrukčního návrhu bytového domu v Liberci s detailnějším zaměřením na konstrukci suterénu a koncepci bílé vany. Práce se zabývala předběžným návrhem nadzemní části konstrukce, kterou byla jedenáctipodlažní budova se dvěma suterény, které byly předmětem podrobného řešení.

V rámci úvodní části práce byla popsána konstrukce bytového domu, jeho poloha a způsob využití.

V druhé části byla předběžně navržena konstrukce nadzemní části objektu, která nám vnesla zatížení do konstrukce suterénu. Byly geometricky navrženy vodorovné a svislé nosné konstrukce. Pro návrh byl využit 3D Model v programu SCIA Engineer a byly ověřeny hlavní nosné prvky.

Třetí část shrnula všechny potřebné parametry pro návrh suterénu. Podařilo se navrhnout a posoudit všechny konstrukce, včetně bílé vany a založení. Podrobně byly řešeny konstrukce všech desek a stěn obou suterénů. V rámci základové desky, i přes poměrně vysokou únosnost základové půdy, musely být navrženy železobetonové patky pod některými sloupy. Toto opatření muselo být provedeno z důvodu překročeného kontaktního napětí v základové spáře. Pro návrh bílé vany bylo využito pěti výpočtových principů. Řešené konstrukce jsou reálných parametrů a stavbu by bylo možné realizovat.

Stanovené cíle práce byly dosaženy a splněny. Návrh bílé vany byla pro mě nová zkušenost, která se bude dát prakticky využít do praxe. Výpočty a postupy mi dokázaly přiblížit a pochopit danou problematiku a naučilo mě to aplikovat nové výpočetní postupy. Všechny ostatní výpočty mi pomohly zopakovat si základní návrhové principy betonových konstrukcí. Práce mi pomohla ve zdokonalení se v používání výpočetních programů, což je přínosné a přenosné do praktického využití v rámci projektování. Celkově tuto práci hodnotím kladně. Byla pro mě přínosná z pohledu zdokonalení se v navrhování betonových konstrukcí a pro budoucí praxi.

SEZNAM POUŽITÝCH PODKLADŮ A ZDROJŮ

- [1] Studie objektu, INU ARCCHITEKTI
- [2] RNDr. Roman Vybíral. *Inženýrskogeologický, hydrogeologický a radonový průzkum: Bytový dům na parcelách č. 33/3 a 33/4 v k.ú. Doubí u Liberce*. Březen. 2023.
- [3] ČSN EN 1990 ed. 2 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí.
- [4] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem Praha: Český normalizační institut, 2005
- [5] ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. Praha: Český normalizační institut 2006
- [6] ČSN EN 1992-3 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-3: Nádrže na kapaliny a zásobníky. Praha: Český normalizační institut 2007
- [7] ČSN EN 1991-1-1. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb. Praha: Český normalizační institut, 2004
- [8] ČSN EN 13670 (Provádění betonových konstrukcí). Vydáno: 7.2011.
- [9] ČSN EN 206+A2 (Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda). Vydáno: 10.2021.
- [10] ČSN EN 1990 (Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí). Vydáno: 3.2004.
- [11] Pracovní skupina ČBS. *Vodonepropustné betonové konstrukce – Překlad německé směrnice a komentáře – Technická pravidla ČBS 04*. Praha: Česká betonářská společnost ČSSI. Vydáno: 2015
- [12] Kolektiv. *Bílé vany - Vodonepropustné betonové konstrukce – Sborník přednášek, příkladů a prezentací ke školení (duben 2007)*. Praha: ČBS Servis, s.r.o. 2007
- [13] HANZLOVÁ, Hana a Jiří ŠMEJKAL. *Betonové a zděné konstrukce 1: Základy navrhování betonových konstrukcí. 2. přepracované vydání*. Praha: ČVUT, 2018
- [14] PROCHÁZKA, Jaroslav a Jiří ŠMEJKAL. *Betonové základové a opěrné konstrukce*. Praha: ČVUT, 2017
- [15] PROCHÁZKA, Jaroslav, Alena KOHOUTKOVÁ a Jitka VAŠKOVÁ. *Navrhování železobetonových konstrukcí: Příklady a postupy*. Praha: ČVUT, 2014.
- [16] PROCHÁZKA, Jaroslav a Jiří ŠMEJKAL. *Modelování a vyztužování železobetonových konstrukcí*. Praha: ČVUT, 2020
- [17] Ing. Jiří Šmejkal, CSc a , prof. Ing. Jaroslav Procházka, CSc. VÝPOČET ŠÍŘKY TRHLIN. Online. 2014, roč. 2014, č. 76, s. 9.
Dostupné z: https://www.ebeton.cz/wp-content/uploads/2014-6-68_0.pdf.
- [18] Ing. Marek Vinkler, Ph.D a , prof. Ing. Jaroslav Procházka, CSc. NÁVRH VÝZTUŽE BÍLÉ VANY S OHLEDEM NA ŠÍŘKU TRHLINY. Online. 2014, roč. 2017, č. 67, s. 8.
Dostupné z: <https://www.ebeton.cz/wp-content/uploads/2017-5-60.pdf>.
- [19] ČESKOMORAVSKÝ BETON. *Příručka technologa*. Online. 2005. Dostupné z: <https://www.fce.vutbr.cz/TST/usatv-ax/cw15-lad-TP-beton.pdf>.
- [20] ŠTIČKA. *sticka* [online]. Dostupný na WWW: <http://www.sticka.cz/mapy/>

POUŽITÉ PROGRAMY

- SCIA Engineer 22.1
- FIN EC 2020 – Beton
- FIN EC 2024 – Protlak
- GEO 5 - Patka
- Allplan 2022
- Microsoft Office 2022 – Word
- Microsoft Office 2022 - Excel