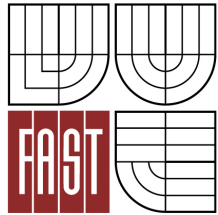




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

# EKONOMICKÝ NÁVRH BETONOVÉ STROPNÍ DESKY ADMINISTRATIVNÍ BUDOVOY

ECONOMIC DESIGN OF CONCRETE SLAB OF ADMINISTRATION BUILDING

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. JAKUB VÁLEK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISO

Ing. JAN PERLA

BRNO 2014



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	N3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3608T001 Pozemní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav betonových a zděných konstrukcí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>Diplomant</b>	Bc. Jakub Válek
<b>Název</b>	Ekonomický návrh betonové stropní desky administrativní budovy
<b>Vedoucí diplomové práce</b>	Ing. Jan Perla
<b>Datum zadání diplomové práce</b>	31. 3. 2013
<b>Datum odevzdání diplomové práce</b>	17. 1. 2014
V Brně dne 31. 3. 2013	

.....  
prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.  
Vedoucí ústavu

.....  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT

## **Podklady a literatura**

Podklady:

Situace, řezy, půdorysy, IGP

Základní normy (včetně všech změn a doplňků):

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991: Zatížení konstrukcí (část 1-1, 1-6)

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

Literatura:

podle doporučení vedoucího diplomové práce

### **Zásady pro vypracování**

Návrh stropní desky nad 3.NP vícepodlažní administrativní budovy ve třech variantách včetně ekonomického porovnání:

plná stropní deska konstantní tloušťky; stropní deska konstantní tloušťky s vnitřním vylehčením v polích (vylehčující plastové vložky); plná stropní deska se zesilující deskou nad sloupy.

Návrh bude zpracován i s ohledem na přetvoření stropní konstrukce pro vynášené výplňové prvky a podlahy.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti dle níže uvedených směrnic).

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady a varianty řešení

P2. Výkresová část:

- výkresy tvaru a schémata vyztužení jednoho podlaží ve všech třech variantách stropní desky;

- výkres výztuže vnitřních sloupů (dle pokynů vedoucího diplomové práce).

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce).

P4. Zjednodušené porovnání z hlediska ekonomických nákladů na stropní desku.

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x).

Popisný soubor závěrečné práce (1x).

Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 1x na CD.

### **Předepsané přílohy**

.....

Ing. Jan Perla  
Vedoucí diplomové práce

## **ABSTRAKT**

*Ekonomika* statického návrhu je v dnešní době často rozhodující faktor při výběrovém řízení. Práce pojednává o ekonomickém návrhu stropní konstrukce polyfunkční budovy. Jsou zde uvedeny tři varianty návrhu s ohledem na druhý mezní stav. Rozhodujícím faktorem je průhyb pod zděnými konstrukcemi. Deformace stropní konstrukce nesmí způsobit trhliny na zděných příčkách. Cílem této práce ekonomické porovnání možných variant.

## **ABSTRACT**

*The economic cost* of a static design is nowadays very often the decisive factor during a tender. This work deals with the economic cost of designing the ceiling construction of a polyfunctional building. The work shows three design options regarding the second boundary condition. The decisive factor is the deflection under the masonry constructions. The deformation of the ceiling construction cannot be allowed to cause cracks in the masonry partitions. The aim of this work is the comparison of the economic cost of the possible design options.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Ekonomika, beton, výztuž, průhyb, návrh

## **KEY WORDS**

Economic cost, concrete, reinforcement, deflection, design

## **Bibliografická citace VŠKP**

Bc. Jakub Válek *Ekonomický návrh betonové stropní desky administrativní budovy*. Brno, 2014. 57 s., 415 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Jan Perla.

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13.1.2014

.....  
podpis autora  
Bc. Jakub Válek

*Poděkování:*

*Rád bych poděkoval panu Ing. Janu Perlovi za ochotu, laskavost, odborné a cenné rady, které mi usnadnily vypracování této diplomové práce. Ekonomický návrh betonové stropní desky administrativní budovy*

## OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>ZÁKLADNÍ INFORMACE</b> .....	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>Varianty návrhu</b> .....	<b>12</b>
<b>2.2</b>	<b>Charakteristika objektu:</b> .....	<b>12</b>
<b>2.3</b>	<b>Popis konstrukce</b> .....	<b>12</b>
2.3.1	Materiálové charakteristiky: .....	12
2.3.2	Konstrukční systém: .....	12
<b>3</b>	<b>MODEL A - DESKA KONSTANTÍ TLOUŠŤKY</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1</b>	<b>Výpočtový model</b> .....	<b>14</b>
3.1.1	Základní rozměry modelu: .....	14
3.1.2	Koncept modelu: .....	15
3.1.3	Podpěření:.....	15
3.1.4	Zatížení:.....	15
3.1.5	Kombinace výsledků: .....	16
<b>3.2</b>	<b>Výsledky</b> .....	<b>16</b>
3.2.1	Momenty pro dolní výztuž směr x:.....	16
3.2.2	Momenty pro dolní výztuž směr y:.....	17
3.2.3	Momenty pro horní výztuž směr y: .....	18
3.2.4	Momenty pro horní výztuž směr y: .....	19
<b>3.3</b>	<b>I mezní stav dimenzování</b> .....	<b>20</b>
3.3.1	Základní síť: .....	20
3.3.2	Přídavná výztuž: .....	21
3.3.3	Výztuž proti řetězovému zřízení: .....	21
3.3.4	Protlačení:.....	21
<b>3.4</b>	<b>II mezní stav výpočet průhybů</b> .....	<b>22</b>
3.4.1	Parametry výpočtu.....	22
3.4.2	Časová osa průhybů.....	23
<b>4</b>	<b>MODEL B – DESKA SE ZESÍLENÝMI HLAVICEMI</b> .....	<b>24</b>
<b>4.1</b>	<b>Výpočtový model</b> .....	<b>24</b>
4.1.1	Základní rozměry modelu: .....	24
4.1.2	Koncept modelu: .....	25
4.1.3	Podpěření:.....	25
4.1.4	Zatížení:.....	25
4.1.5	Kombinace výsledků: .....	26
<b>4.2</b>	<b>Výsledky</b> .....	<b>27</b>
4.2.1	Momenty pro dolní výztuž směr x:.....	27
4.2.2	Momenty pro dolní výztuž směr y:.....	28
4.2.3	Momenty pro horní výztuž směr x: .....	29



4.2.4	Momenty pro horní výztuž směr y: .....	30
<b>4.3</b>	<b>I mezní stav dimenzování.....</b>	<b>31</b>
4.3.1	Základní síť: .....	31
4.3.2	Přídavná výztuž: .....	31
4.3.3	Výztuž proti řetězovému zřízení: .....	32
4.3.4	Protlačení:.....	32
<b>4.4</b>	<b>II mezní stav výpočet průhybů .....</b>	<b>32</b>
4.4.1	Parametry výpočtu.....	32
4.4.2	Časová osa průhybů.....	33
<b>5</b>	<b>MODEL C – DESKA VYLEHČENÁ VLOŽKAMI U-BOOT .....</b>	<b>34</b>
<b>5.1</b>	<b>Výpočtový model.....</b>	<b>34</b>
5.1.1	Základní rozměry modelu: .....	34
5.1.2	Koncept modelu: .....	35
5.1.3	Podpěření:.....	35
5.1.4	Zatížení:.....	35
5.1.5	Kombinace výsledků: .....	36
<b>5.2</b>	<b>Výsledky .....</b>	<b>37</b>
5.2.1	Momenty pro dolní výztuž směr x:.....	37
5.2.2	Momenty pro dolní výztuž směr y:.....	38
5.2.3	Momenty pro horní výztuž směr x: .....	39
5.2.4	Momenty pro horní výztuž směr y: .....	40
<b>5.3</b>	<b>I mezní stav dimenzování.....</b>	<b>41</b>
5.3.1	Základní síť: .....	41
5.3.2	Přídavná výztuž: .....	41
5.3.3	Výztuž proti řetězovému zřízení: .....	42
5.3.4	Protlačení:.....	42
5.3.5	Návrh smykové výztuže: .....	42
<b>5.4</b>	<b>II mezní stav výpočet průhybů .....</b>	<b>43</b>
5.4.1	Parametry výpočtu.....	43
5.4.2	Časová osa průhybů.....	44
<b>6</b>	<b>SROVNÁNÍ PRŮHYBŮ JEDNOTLIVÝCH MODELŮ.....</b>	<b>45</b>
<b>7</b>	<b>ROZPOČTY JEDNOTLIVÝCH VARIANT .....</b>	<b>46</b>
<b>7.1</b>	<b>Rozpočet: Model A – Deska s konstantní tloušťkou.....</b>	<b>46</b>
<b>7.2</b>	<b>Rozpočet: Model B – Deska se zesílenými hlavicemi.....</b>	<b>48</b>
<b>7.3</b>	<b>Rozpočet: Model C – Deska vylehčená plastovými vložkami .....</b>	<b>50</b>
<b>8</b>	<b>EKOMICKÉ ZHODNOCENÍ .....</b>	<b>52</b>
<b>8.1</b>	<b>Zhodnocení z hlediska množství materiálu .....</b>	<b>52</b>
<b>8.2</b>	<b>Zhodnocení z hlediska ceny množství materiálu .....</b>	<b>52</b>

8.3	Zhodnocení z hlediska ceny práce.....	52
8.4	Zhodnocení celkové ceny + přesun hmot.....	52
9	ZÁVĚR.....	53
10	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	55
11	SEZNAM PŘÍLOH.....	57

# 1 ÚVOD

*Cílem* diplomové práce je ekonomické srovnání tří variant lokálně podepřené desky administrativní budovy. Zadané varianty jsou: Model A – Deska s konstantní tloušťkou. Model B – Deska zesílená hlavicemi. Model C – Deska vylehčená plastovými vložkami U-BOOT. Všechny tři možnosti vycházejí ze stejného podkladu a liší se pouze jiným typem konstrukcí desky. V práci je proveden statický návrh každého modelu jednotlivě. Vnitřní síly jsou zjištěny ve výčtovém programu R-FEM, kde jsou vytvořeny 3 samostatné modely ve 3D.

Na zjištěné vnitřní síly je proveden návrh konstrukce na mezní stav únosnosti. Zde je zohledněn návrh výztuží při dolním a horním povrchu desky jednotlivých variant. Další posouzení je na řetězové zřícení budovy a protlačení desky v okolí sloupu. Dále práce pojednává o výpočtu deformací v mezním stavu použitelnosti. Tento stav je zásadní pro rozměry desky, ale dále řeší účinek deformací na zděné konstrukce v objektu. Pro ekonomickou stránku návrhu je zde proveden položkový rozpočet pro dílčí možnosti návrhu a provedeno jejich porovnání a zhodnocení.

## 2 ZÁKLADNÍ INFORMACE

### 2.1 Varianty návrhu

Návrh číslo 1 : Model A – Deska konstantní tloušťky

Návrh číslo 2 : Model B – Deska se zesílenými hlavicemi

Návrh číslo 3 : Model C – Deska vylehčená plastovými dílci U-BOOT

### 2.2 Charakteristika objektu:

*Jedná* o budovu sloužící k administrativním účelům. Budova není podsklepená a nachází se zde jedenáct nadzemních podlaží. Konstrukční výška 3,5 m mezi podlažími. V prvním nadzemním podlaží se nachází vstupní aula. V ostatních podlažích jsou volné prostory pro kanceláře. Jedná se o železobetonový monolitický skelet podpíraný dvanácti sloupy a stěnami po obvodu objektu. Ztužení objektu je zajištěno betonovým jádrem, ve kterém se nachází výtahové šachty a 2 obslužná schodiště. Další ztužení zajišťují betonové stěny uvnitř objektu, ale i po obvodu budovy. Pro výpočet je vybrána deska nad druhým nadzemním podlažím.

### 2.3 Popis konstrukce

#### 2.3.1 Materiálové charakteristiky:

Beton : C30/37

Ocel: B 500B

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$$

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

$$f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

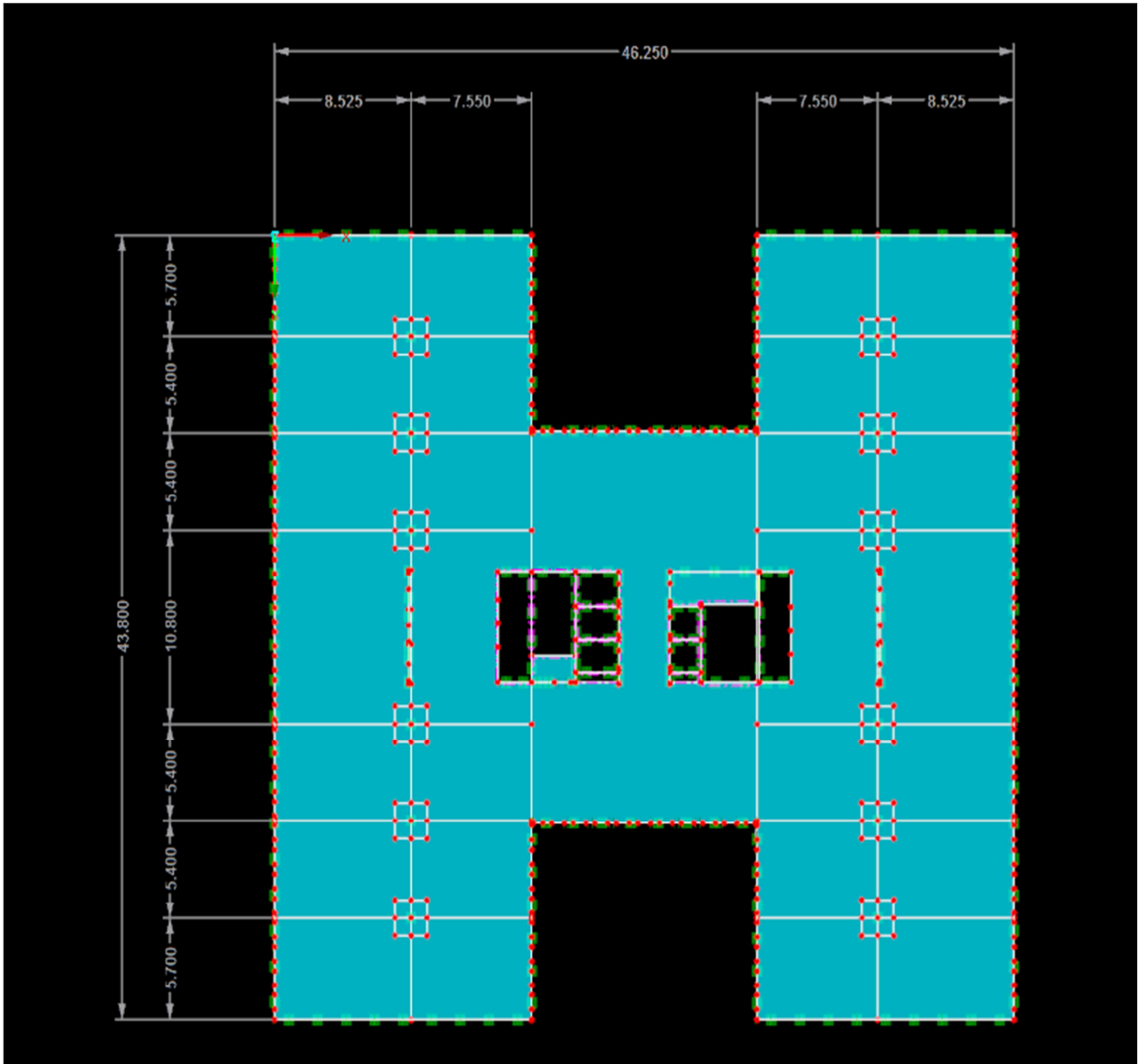
$$E_{cm} = 32 \text{ GPa}$$

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

$$f_{cm} = 38 \text{ GPa}$$

#### 2.3.2 Konstrukční systém:

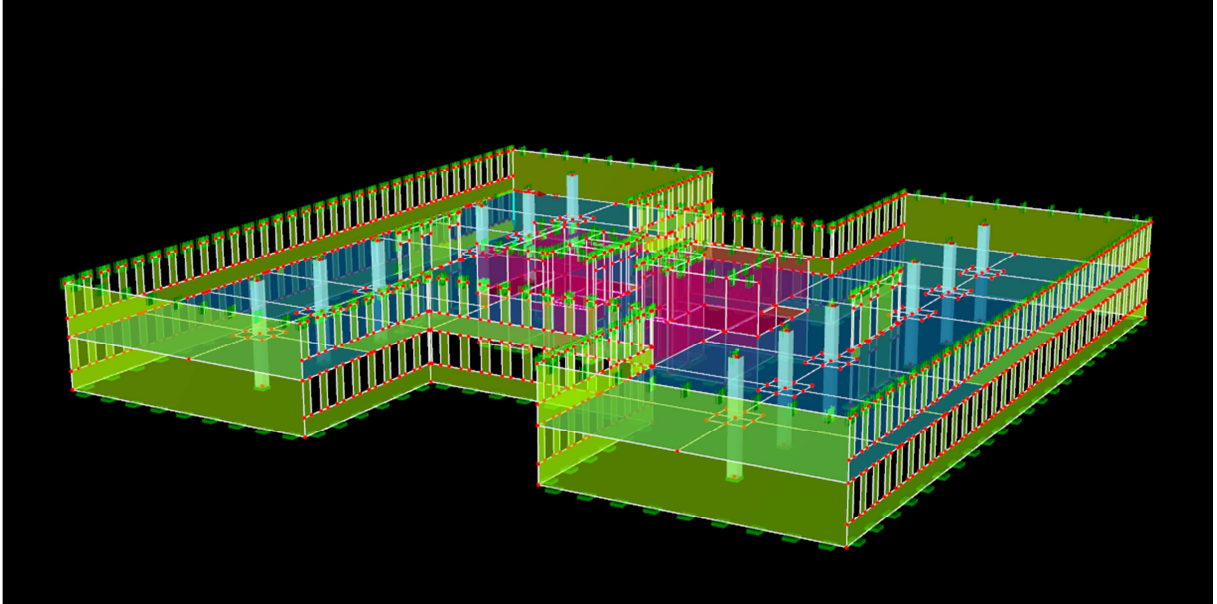
*Konstrukční* systém se skládá ze železobetonové desky tvaru písmene H o celkové ploše 1656,12 m<sup>2</sup>. Tuto desku podpírá dvanáct železobetonových sloupů o rozměrech 550/550 mm. Dále po obvodu desku podpírá betonová stěna. Další podpory jsou tvořeny stěnami uvnitř objektu. Modul skeletu ve směru x je 8,525m, 7,550m. Modul skeletu ve směru y je 5,700m, 5,400m, 10,800m.



*Obr.1 Základní rozměry budovy*

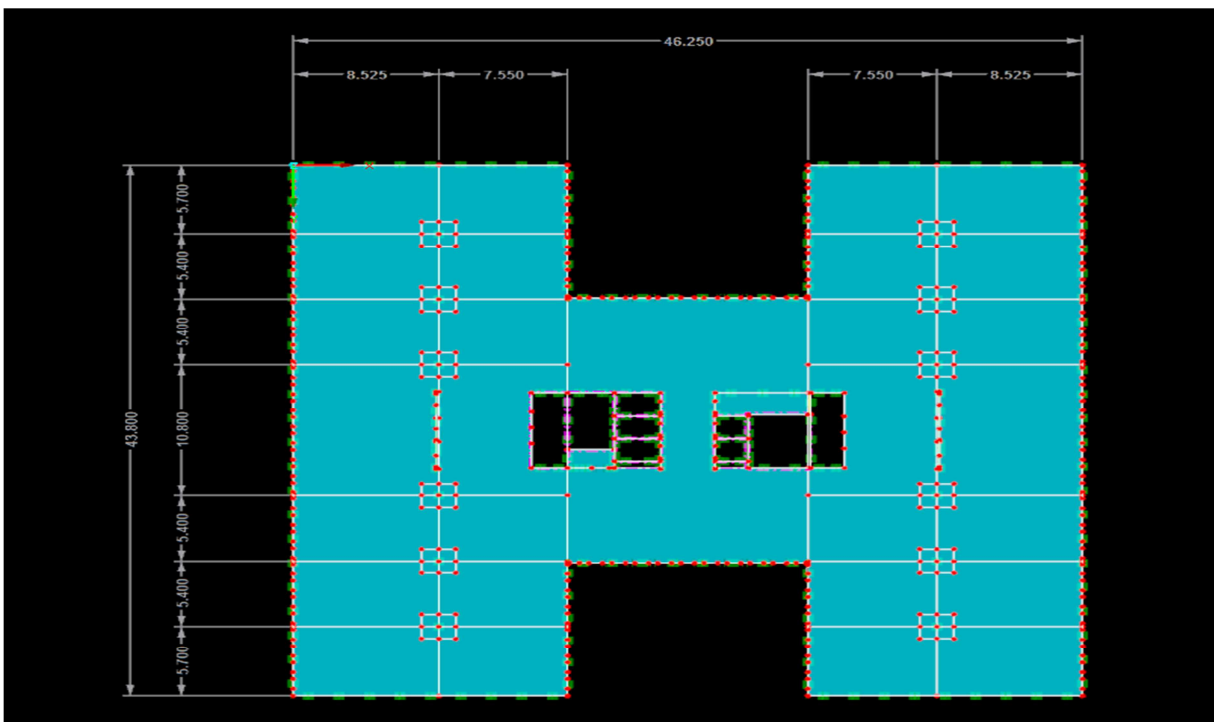
### 3 MODEL A - DESKA KONSTANTÍ TLOUŠŤKY

#### 3.1 Výpočtový model



Obr.2 Izometrický pohled na model

##### 3.1.1 Základní rozměry modelu:



Obr.3 Základní rozměry

Tloušťka desky = 260 mm

### 3.1.2 Koncept modelu:

Výpočet je proveden pomocí výpočtového programu R-FEM. Celý model je koncipován jako 3D. Deska je rozdělena do maker, aby se urychlilo vkládání nahodilého zatížení a tvoření šachů i pásů. Model pro výpočet vnitřních sil na desce je navržen jako patrový, tedy jsou zde namodelovány i stěny a sloupy. Délka sloupů a stěn je 3,5 m. Tloušťka desky je konstantní a je 260 mm.

### 3.1.3 Podepření:

Deska je uložena na sloupech a stěnách, což simuluje reálnou situaci. Betonové stěny a sloupy pod deskou ve spodní části modelu jsou podřeny vetknutím, které brání jakémukoli pohybu nebo pootočení. Stěny a sloupy nad deskou jsou podepřeny posuvným vetknutím, které umožňuje pohyb v ose z, ale brání pootočení a posunu v jiném směru.

### 3.1.4 Zatížení:

*Zatížení pro výpočet vnitřních sil: - 10 zatěžovacích stavů*

ZS 1 – Vlastní tíha – určuje software

ZS 2 – Ostatní stálé (podlahy + podhledy) – Spojitě rovnoměrné  $2,2 \text{ kN/m}^2$

ZS 3 – Ostatní stálé (Příčky liniově i s omítkou) -  $1,5$  a  $3,6 \text{ kN/m}^2$

ZS 4 – Kancelářské plochy B – plné  $3,3 \text{ kN/m}^2$

ZS 5 – Kancelářské plochy B – šach 1 -  $3,3 \text{ kN/m}^2$

ZS 6 – Kancelářské plochy B – šach 2 -  $3,3 \text{ kN/m}^2$

ZS 7 – Kancelářské plochy B – pás 1 svisle -  $3,3 \text{ kN/m}^2$

ZS 8 – Kancelářské plochy B – pás 2 svisle -  $3,3 \text{ kN/m}^2$

ZS 9 – Kancelářské plochy B – pás 1 vodorovně -  $3,3 \text{ kN/m}^2$

ZS 10 – Kancelářské plochy B – pás 1 vodorovně -  $3,3 \text{ kN/m}^2$

*Zatížení pro výpočet průhybu pod zděnými konstrukcemi: - 12 zatěžovacích stavů*

*(užitné pro kvazistálou kombinaci  $\cdot 0,3$  – kancelářské plochy)*

ZS 1 – Vlastní tíha – určuje software

ZS 2 – Ostatní stálé (podlahy) – Spojitě rovnoměrné  $1,75 \text{ kN/m}^2$

ZS 3 – Ostatní stálé (podhledy) – Spojitě rovnoměrné  $0,45 \text{ kN/m}^2$

ZS 4 – Ostatní stálé (Příčky liniově) -  $1,5$  a  $3,6 \text{ kN/m}^2$

ZS 5 – Ostatní stálé (omítka liniově) -  $0,375$  a  $0,9 \text{ kN/m}^2$

ZS 6 – Kancelářské plochy B – plné  $0,99 \text{ kN/m}^2$

ZS 7 – Kancelářské plochy B – šach 1 –  $0,99 \text{ kN/m}^2$

ZS 8 – Kancelářské plochy B – šach 2 –  $0,99 \text{ kN/m}^2$

ZS 9 – Kancelářské plochy B – pás 1 svisle –  $0,99 \text{ kN/m}^2$

**ZS 10 – Kancelářské plochy B – pás 2 svisle –  $0,99 \text{ kN/m}^2$  – rozhodující pro průhyb**

ZS 11 – Kancelářské plochy B – pás 1 vodorovně -  $0,99 \text{ kN/m}^2$

ZS 12 – Kancelářské plochy B – pás 1 vodorovně -  $0,99 \text{ kN/m}^2$

### 3.1.5 Kombinace výsledků:

*Kombinace* byla zvolena podle souboru B, a to rovnice 6.10a, 6.10b. Při tomto typu zatížení je rozhodující rovnice 6.10a, která je méně příznivá. Ve výpočetním modelu byla použita pouze rovnice 6.10a se součinitelem 0,7 pro užitná zatížení. Kombinace byly tvořeny plné + stálé variace užitného zatížení. Nejméně příznivá kombinace byla KV8 – Plné stálé + pás 1 vodorovně.

KV1 – Zatížení stálé

KV2 – Zatížení stálé + příčky

KV3 – Zatížení stálé + plné užitné

KV4 – Zatížení stálé + šach 1

KV5 – Zatížení stálé + šach 2

KV6 – Zatížení stálé + pás 1 svisle

KV7 – Zatížení stálé + pás 2 svisle

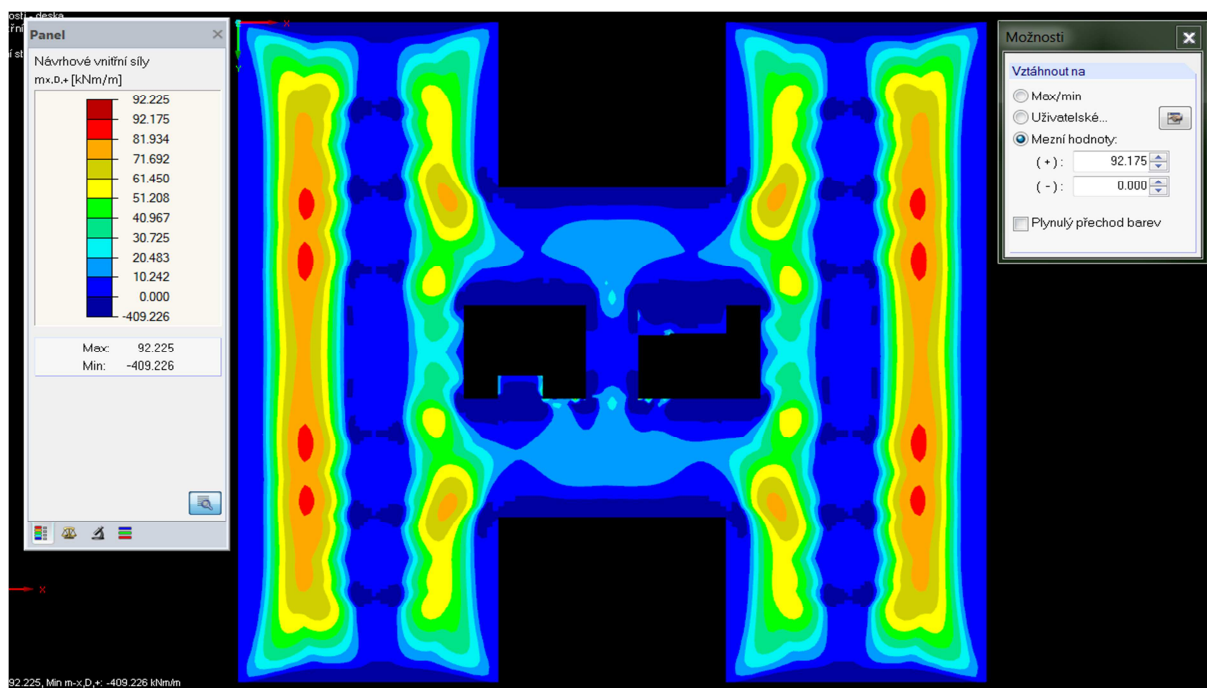
**KV8 – Zatížení stálé + pás 1 vodorovně – rozhodující pro dimenzování**

KV9 – Zatížení stálé + pás 2 vodorovně

KV10 – Zatížení stálé + výběrová

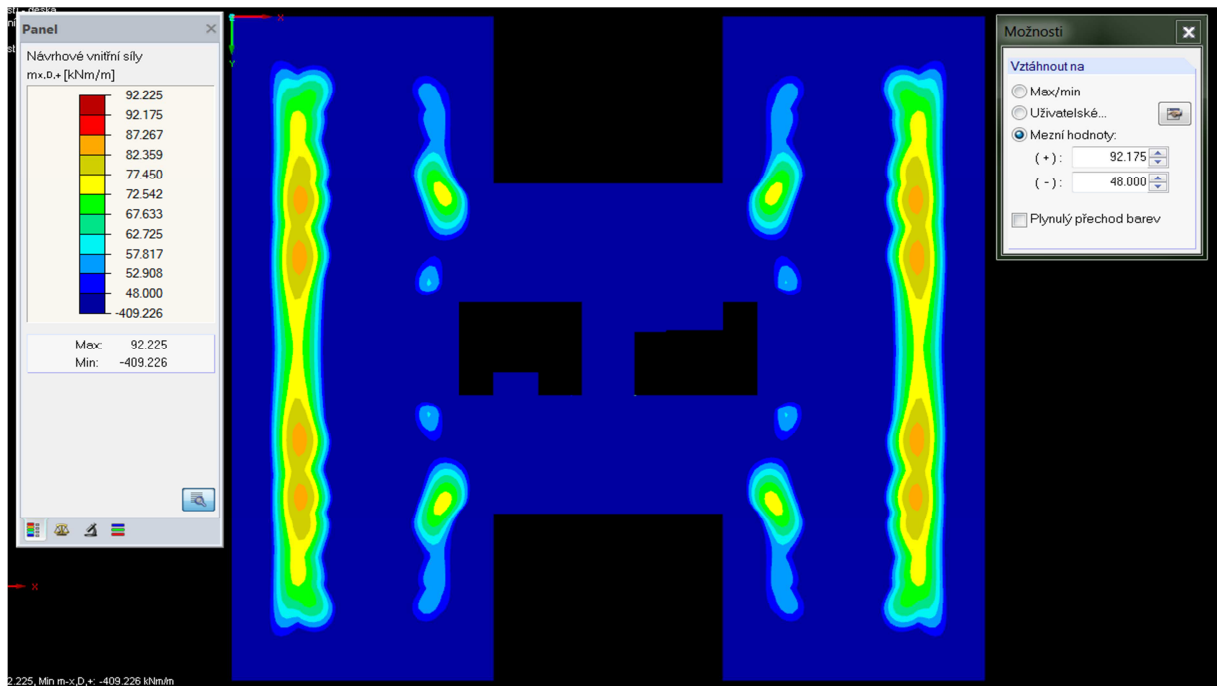
## 3.2 Výsledky

### 3.2.1 Momenty pro dolní výztuž směr x:



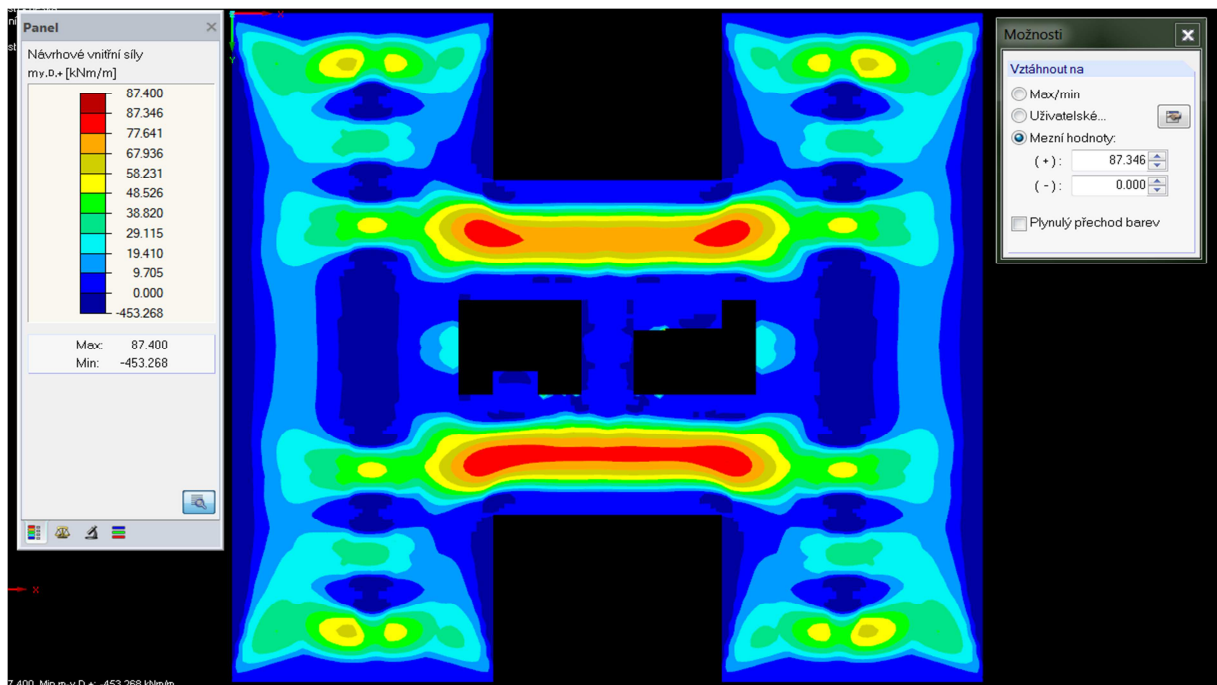
Obr.4 Dimenzační momenty  $m_{x,D+}$



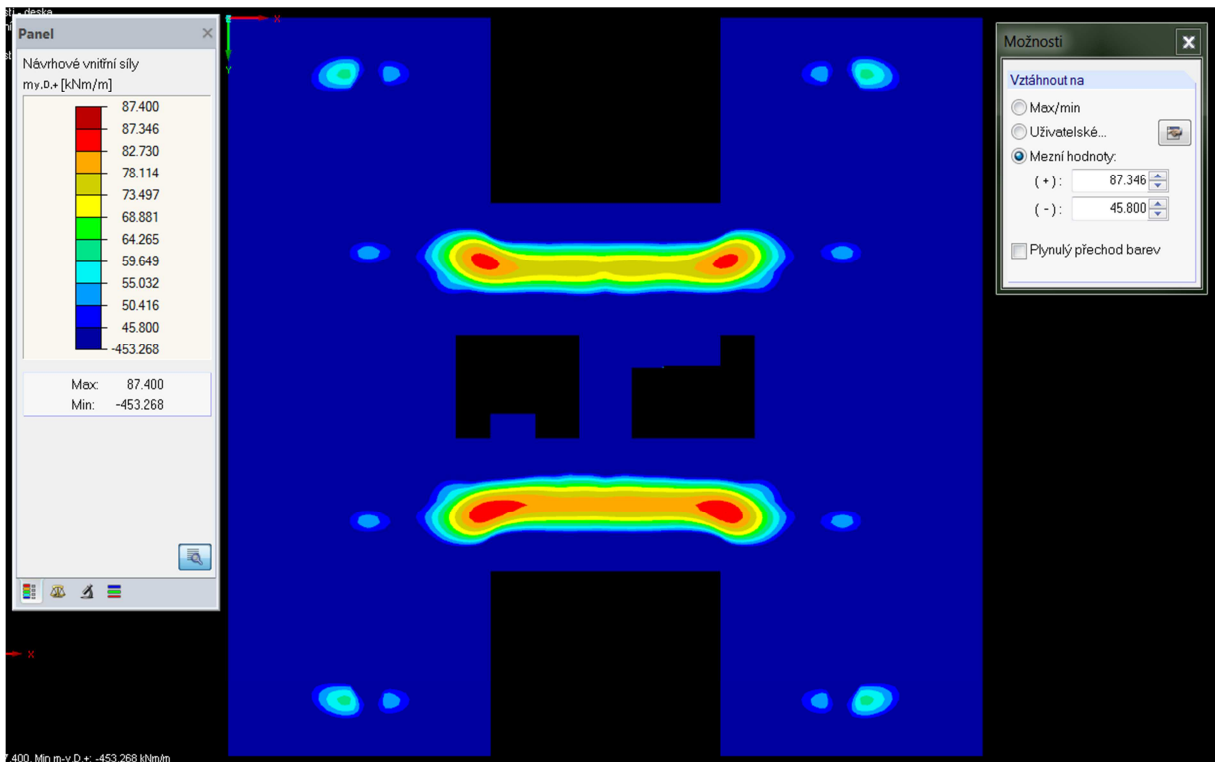


Obr.5 Výsledky vnitřních sil po uvažování základní sítě ve směru x

### 3.2.2 Momenty pro dolní výztuž směr y:

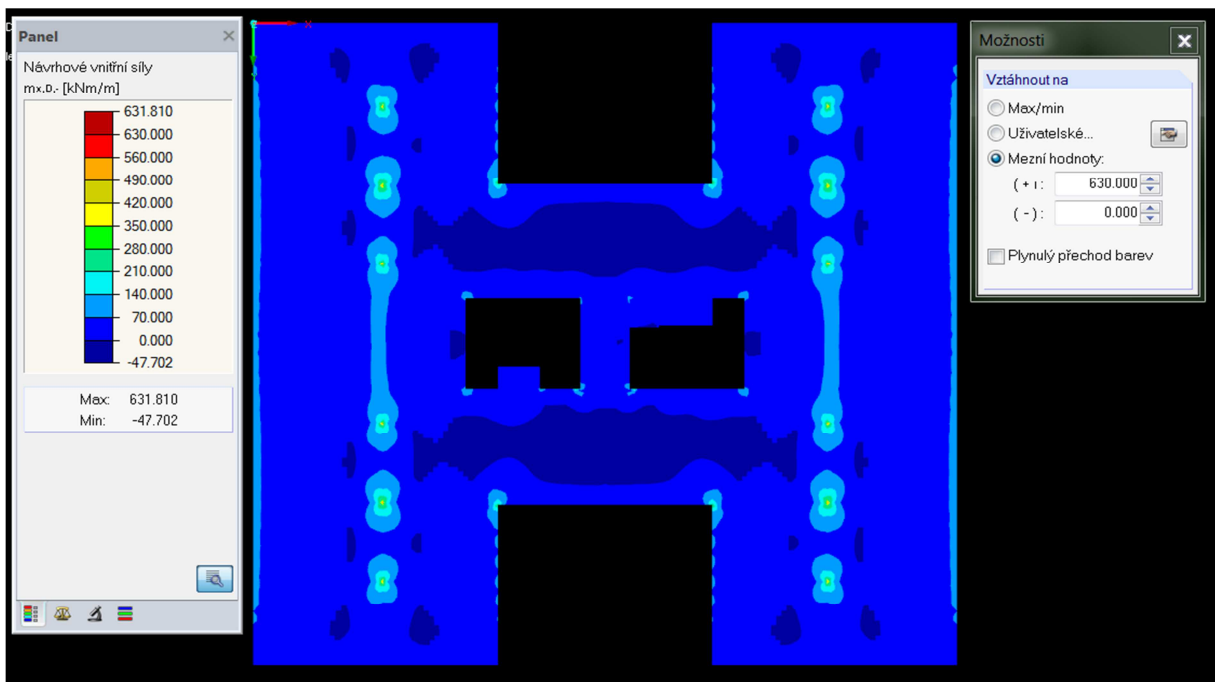


Obr.6 Dimenzační momenty  $m_y, D+$

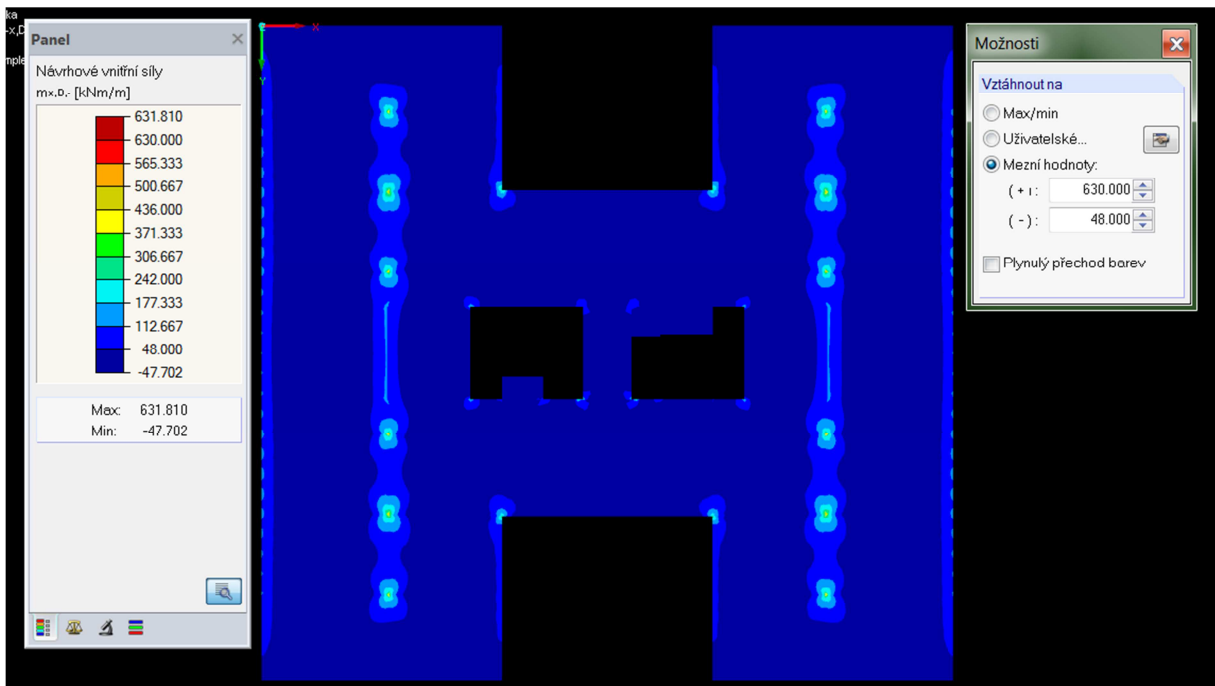


Obr.7 Výsledky vnitřních sil po uvažování základní sítě ve směru y

### 3.2.3 Momenty pro horní výztuž směr y:

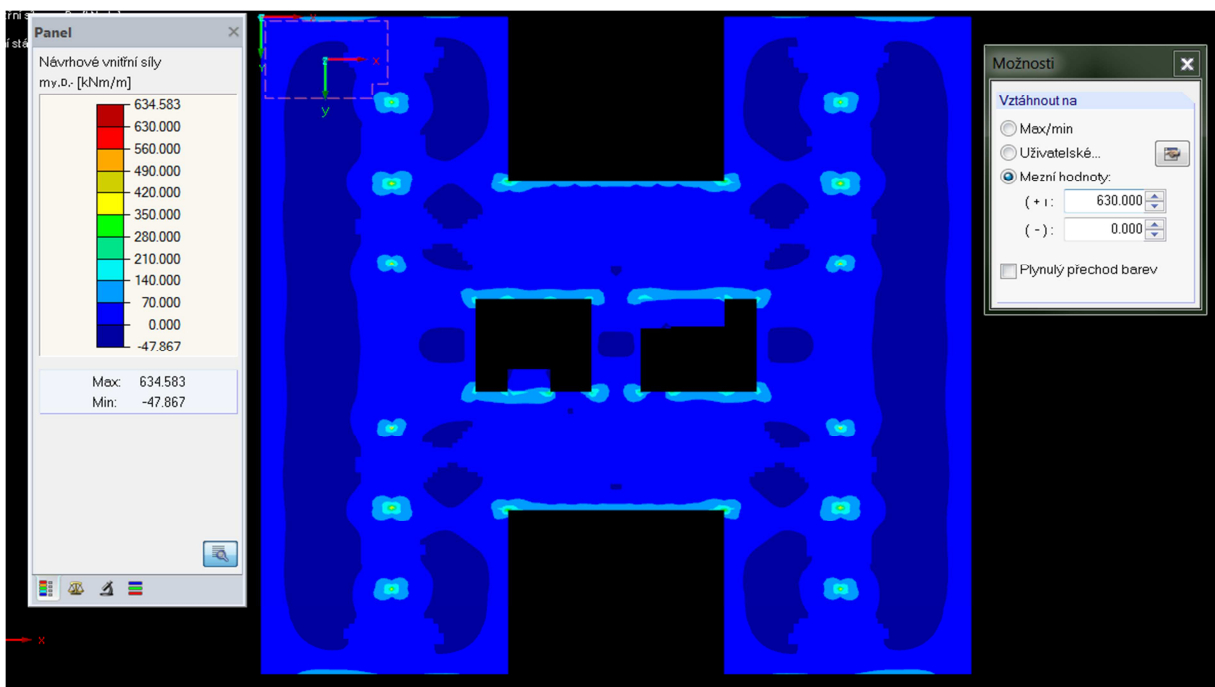


Obr.8 Dimenzační momenty mx, D-

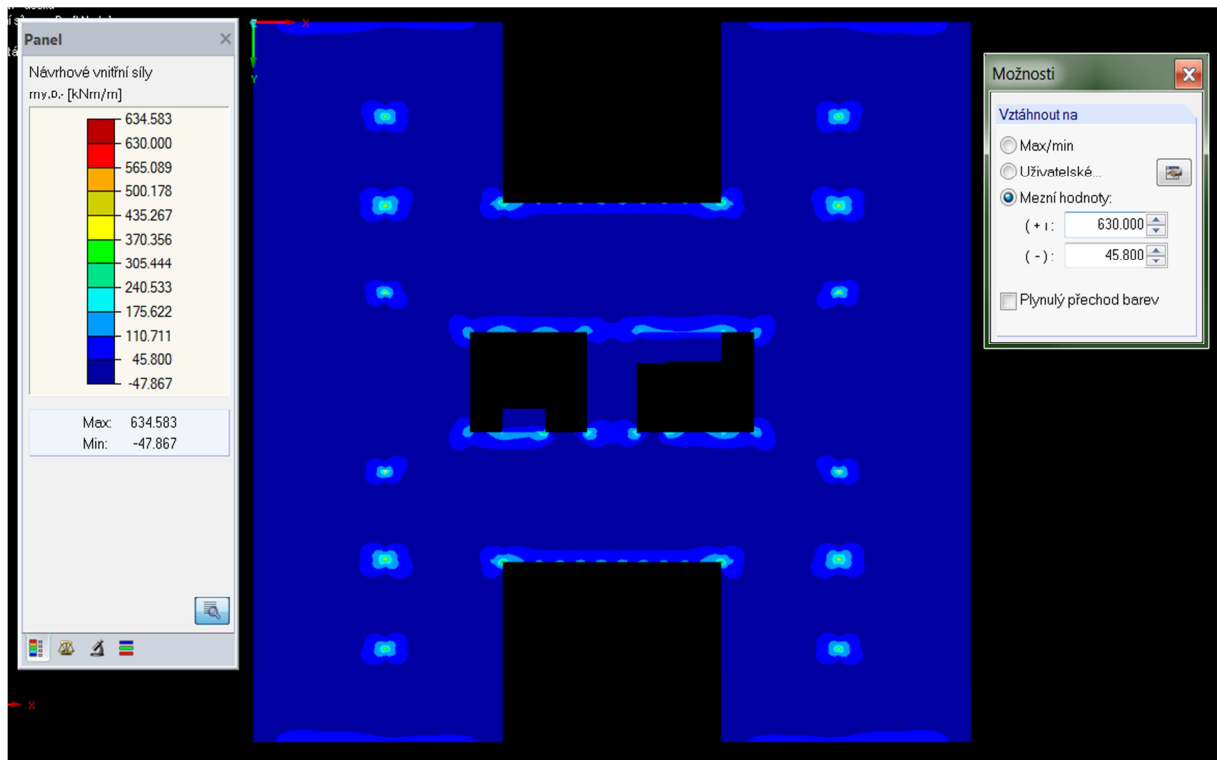


Obr.9 Výsledky vnitřních sil po uvažování základní sítě ve směru x

### 3.2.4 Momenty pro horní výztuž směr y:



Obr.10 Dimenzační momenty m<sub>y,D</sub>



Obr.11 Výsledky vnitřních sil po uvažování základní sítě ve směru y

### 3.3 I mezní stav dimenzování

#### 3.3.1 Základní síť:

Bylo nutno vytvořit základní síť při obou površích desky ve směru x a směru y. Jedná se tedy o křížem vyztuženou desku.

Základní síť byla vytvořena na základě minimálního stupně vyztužení. Při tloušťce desky 260 mm je základní síť navržena pro výztuž profilu 10 po 160 mm v obou směrech.

Únosnost základní sítě:

Dolní povrch x: = 48,0 kNm

Dolní povrch y: = 45,8 kNm

Horní povrch x: = 48,0 kNm

Horní povrch y: = 45,8 kNm

### 3.3.2 **Přídavná výztuž:**

*Dimenzování* bylo provedeno na dimenzační momenty s ohledem na normálové síly, které jsou téměř nulové = 0.

Přídavná výztuž se umístí pouze do míst, kde jsou momenty větší, než je únosnost základní sítě.

U dolní výztuže v obou směrech se provedou řezy, jejich proti řezy a v nejširším místě se provede rozdělení materiálu. Pomocí této metody dostaneme délky výztuže pro vykrytí zbylých momentů.

U horních momentů v obou směrech vzniká singularita, která není reálná a je nutné momenty zprůměrovat. Průměrování probíhalo na 6 tloušťkách desky s tím, že se vynechá špička v místě podpory. Začátek průměrování je 50 mm za lícem sloupu. Konec průměrování je vzdálen 3 tloušťky desky. Při rozdělení materiálů pro horní výztuž je nutné špičku oříznout a idealizovat.

Únosnost přídavné výztuže a jejich délky:

Dolní povrch x:  $10/160+10/160 = 93,6 \text{ kNm}$  - délka 4250 mm

Dolní povrch y:  $10/160+10/160 = 89,4 \text{ kNm}$  - délka 4100 mm

Horní povrch x:  $20/160+10/160 = 211,6 \text{ kNm}$  - délka 2550 mm

Horní povrch y:  $20/160+10/160 = 190,3 \text{ kNm}$  - délka 2000 mm

Přídavná výztuž se bude klást v dané oblasti do mezer základní sítě.

### 3.3.3 **Výztuž proti řetězovému zřízení:**

*Návrh* byl proveden na sílu, která přenesou deska v oblasti podpory.

Byl navržen 2 x průměr 20 pro oba směry.

### 3.3.4 **Protlačení:**

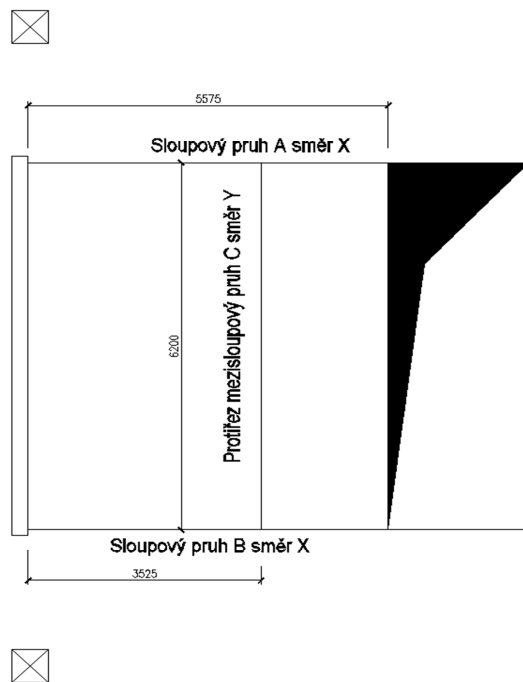
*Byl* proveden návrh smykových lišt v softwaru výrobce. Na každém sloupu vychází 12 smykových lišt o 3 trnech. Návrh byl proveden na rozdíl sil spodního a horního sloupu. Dále se zahrnul moment z jedné a z druhé strany. Vliv momentu zvětšil danou sílu. Tato síla zvětšená o vliv momentu byla zadaná do softwaru výrobce.

### 3.4 II mezní stav výpočet průhybů

#### 3.4.1 Parametry výpočtu

Místo pro výpočet průhybu bylo určeno. Výpočet byl směřován pro určení vlivu deformace na zděné příčky v objektu. Provedení výpočtu probíhalo na časové ose podle postupnosti zatěžování. Časová osa má dělení: čas 0 dnů - betonáž, čas 28 dnů - odbednění, čas 40 dnů - příčky, 100 dnů - podlahy, čas 150 dnů - omítky, čas 400 dnů - užité zatížení, čas 18250 dnů - životnost konstrukce.

Výpočet byl dále dělen na 3 samostatné výpočty deformace. Dva výpočty probíhaly ve směru x a jeden ve směru y. Finální průhyb deformace byl skládán dle odstavce 8.4.4 z normy ČSN 73 1201. Výpočet se provedl pro konec životnosti konstrukce a pro čas 40 dnů. Tyto dílčí výsledky se od sebe odečetly a tím se získal finální průhyb celé konstrukce v daném místě.

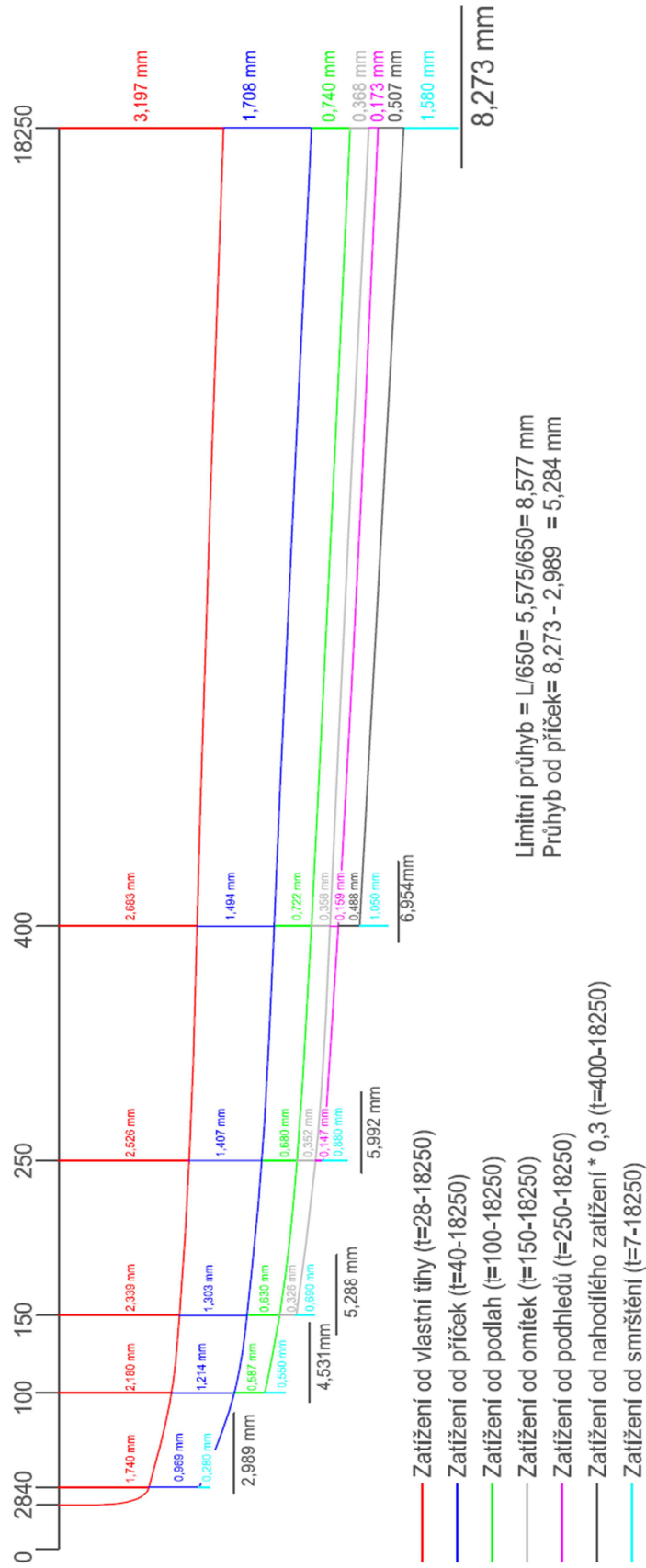


Obr.12 Umístění řezů

### 3.4.2 Časová osa průhybů

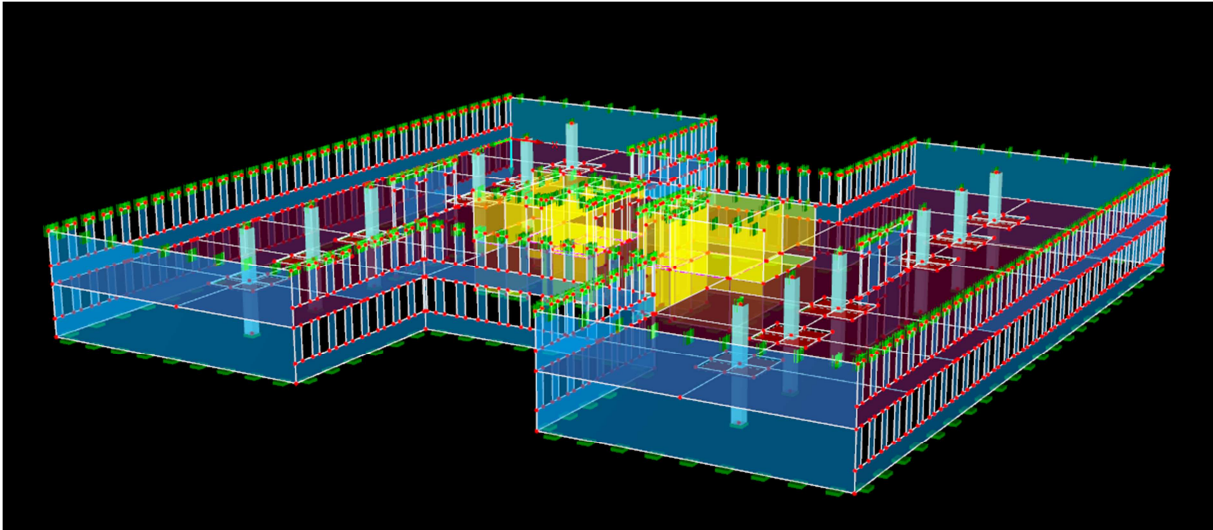
Tlouška  $t = 260$

## Časová osa ve dnech



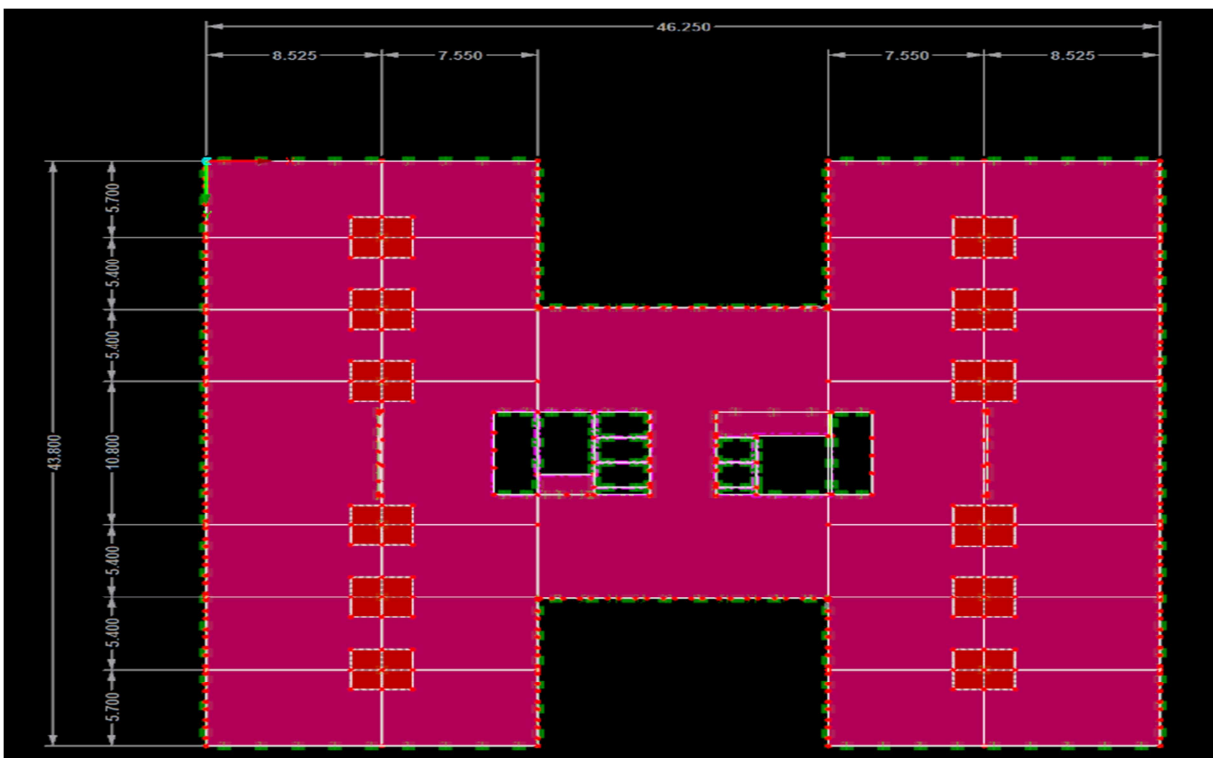
## 4 MODEL B – DESKA SE ZESÍLENÝMI HLAVICEMI

### 4.1 Výpočtový model



Obr.13 Izometrický pohled na model

#### 4.1.1 Základní rozměry modelu:



Obr.14 Základní rozměry

Tloušťka desky = 220 mm  
Tloušťka hlavice = 400 mm

Rozměr hlavice: 3x3 m



#### 4.1.2 **Koncept modelu:**

*Výpočet* je proveden pomocí výpočtového programu R-FEM. Celý model je koncipován jako 3D. Deska je rozdělena do maker, aby se urychlilo vkládání nahodilého zatížení a tvoření šachů i pásů. Model pro výpočet vnitřních sil na desce je navržen jako patrový, tedy jsou zde namodelovány i stěny a sloupy. Délka sloupů a stěn je 3,5 m. Tloušťka desky je 220 mm. V místě hlavic je zesílené o 180 mm. Ve výpočtovém programu bylo nutné zadat excentricitu hlavic.

#### 4.1.3 **Podepření:**

*Deska* je uložena na sloupech a stěnách, což simuluje reálnou situaci. Betonové stěny a sloupy pod deskou ve spodní části modelu jsou podřeny vetknutím, které brání jakémukoli pohybu nebo pootočení. Stěny a sloupy nad deskou jsou podepřeny posuvným vetknutím, které umožňuje pohyb v ose z, ale brání pootočení a posunu v jiném směru.

#### 4.1.4 **Zatížení:**

*Zatížení pro výpočet vnitřních sil: - 10 zatěžovacích stavů*

ZS 1 – Vlastní tíha – určuje software

ZS 2 – Ostatní stálé (podlahy + podhledy) – Spojitě rovnoměrné  $2,2 \text{ kN/m}^2$

ZS 3 – Ostatní stálé (Příčky liniově i s omítkou) - 1,5 a  $3,6 \text{ kN/m}^2$

ZS 4 – Kancelářské plochy B – plné  $3,3 \text{ kN/m}^2$

ZS 5 – Kancelářské plochy B – šach 1 -  $3,3 \text{ kN/m}^2$

ZS 6 – Kancelářské plochy B – šach 2 -  $3,3 \text{ kN/m}^2$

ZS 7 – Kancelářské plochy B – pás 1 svisle -  $3,3 \text{ kN/m}^2$

ZS 8 – Kancelářské plochy B – pás 2 svisle -  $3,3 \text{ kN/m}^2$

ZS 9 – Kancelářské plochy B – pás 1 vodorovně -  $3,3 \text{ kN/m}^2$

ZS 10 – Kancelářské plochy B – pás 1 vodorovně -  $3,3 \text{ kN/m}^2$

*Zatížení pro výpočet průhybu pod zděnými konstrukcemi: - 12 zatěžovacích stavů (užitné pro kvazistálou kombinaci \*0,3 – kancelářské plochy)*

ZS 1 – Vlastní tíha – určuje software

ZS 2 – Ostatní stálé (podlahy) – Spojitě rovnoměrné  $1,75 \text{ kN/m}^2$

ZS 3 – Ostatní stálé (podhledy) – Spojitě rovnoměrné  $0,45 \text{ kN/m}^2$

ZS 4 – Ostatní stálé (Příčky liniově) -  $1,5$  a  $3,6 \text{ kN/m}^2$

ZS 5 – Ostatní stálé (omítka liniově) -  $0,375$  a  $0,9 \text{ kN/m}^2$

ZS 6 – Kancelářské plochy B – plné  $0,99 \text{ kN/m}^2$

ZS 7 – Kancelářské plochy B – šach 1 –  $0,99 \text{ kN/m}^2$

ZS 8 – Kancelářské plochy B – šach 2 –  $0,99 \text{ kN/m}^2$

ZS 9 – Kancelářské plochy B – pás 1 svisle –  $0,99 \text{ kN/m}^2$

**ZS 10 – Kancelářské plochy B – pás 2 svisle –  $0,99 \text{ kN/m}^2$  – rozhodující pro průhyb**

ZS 11 – Kancelářské plochy B – pás 1 vodorovně -  $0,99 \text{ kN/m}^2$

ZS 12 – Kancelářské plochy B – pás 1 vodorovně -  $0,99 \text{ kN/m}^2$

#### 4.1.5 Kombinace výsledků:

*Kombinace* byla zvolena podle souboru B, a to rovnice 6.10a, 6.10b. Při tomto typu zatížení je rozhodující rovnice 6.10a, která je méně příznivá. Ve výpočetním modelu byla použita pouze rovnice 6.10a se součinitelem 0,7 pro užitná zatížení. Kombinace byly tvořeny plné stálé + variace užitného zatížení. Nejméně příznivá kombinace byla KV8 – Plné stálé + pás 1 vodorovně.

KV1 – Zatížení stálé

KV2 – Zatížení stálé + příčky

KV3 – Zatížení stálé + plné užitné

KV4 – Zatížení stálé + šach 1

KV5 – Zatížení stálé + šach 2

KV6 – Zatížení stálé + pás 1 svisle

KV7 – Zatížení stálé + pás 2 svisle

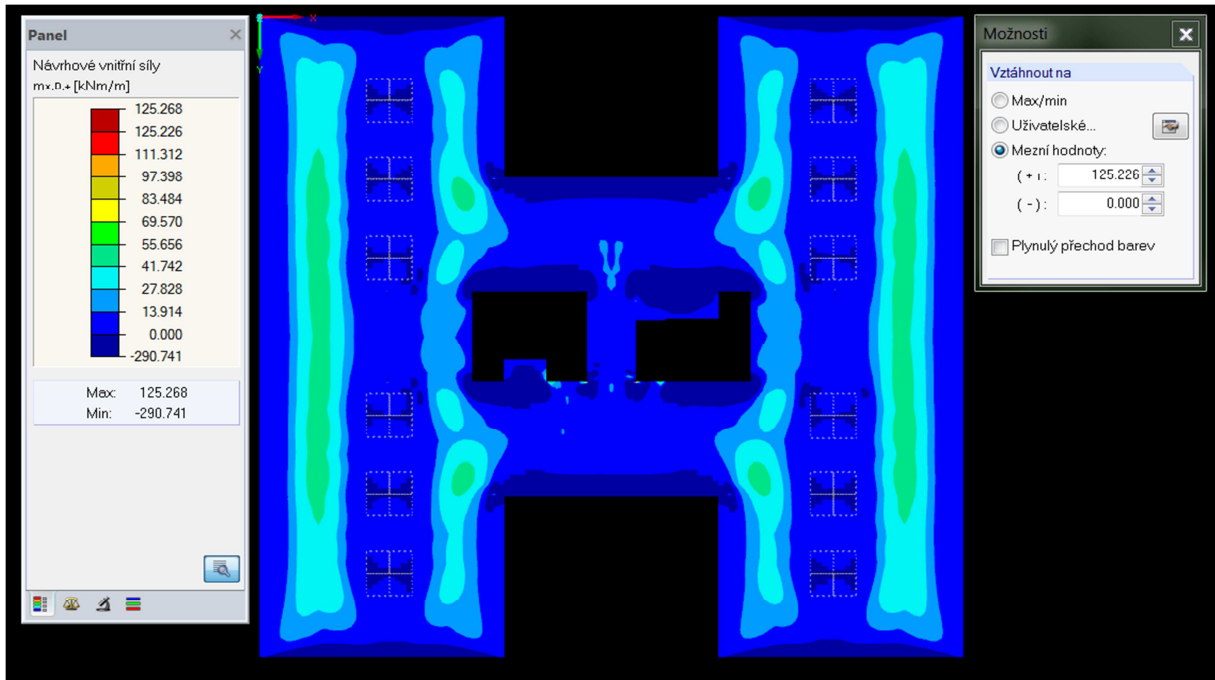
**KV8 – Zatížení stálé + pás 1 vodorovně – rozhodující pro dimenzování**

KV9 – Zatížení stálé + pás 2 vodorovně

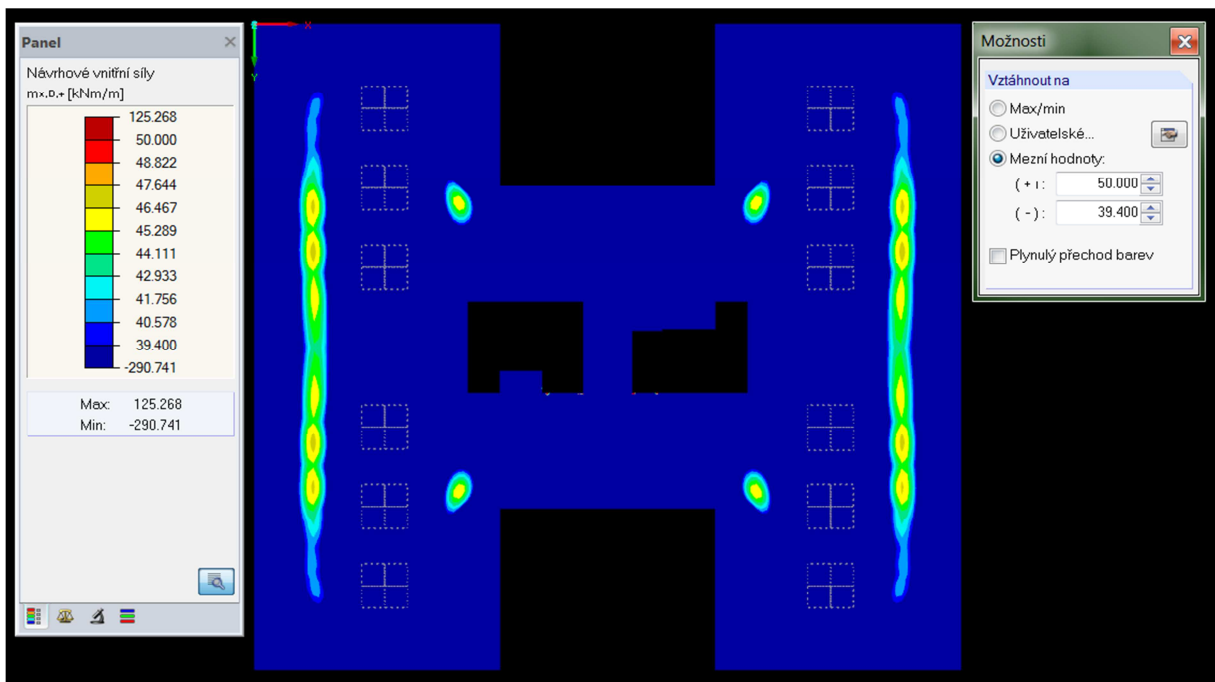
KV10 – Zatížení stálé + výběrová

## 4.2 Výsledky

### 4.2.1 Momenty pro dolní výztuž směr x:

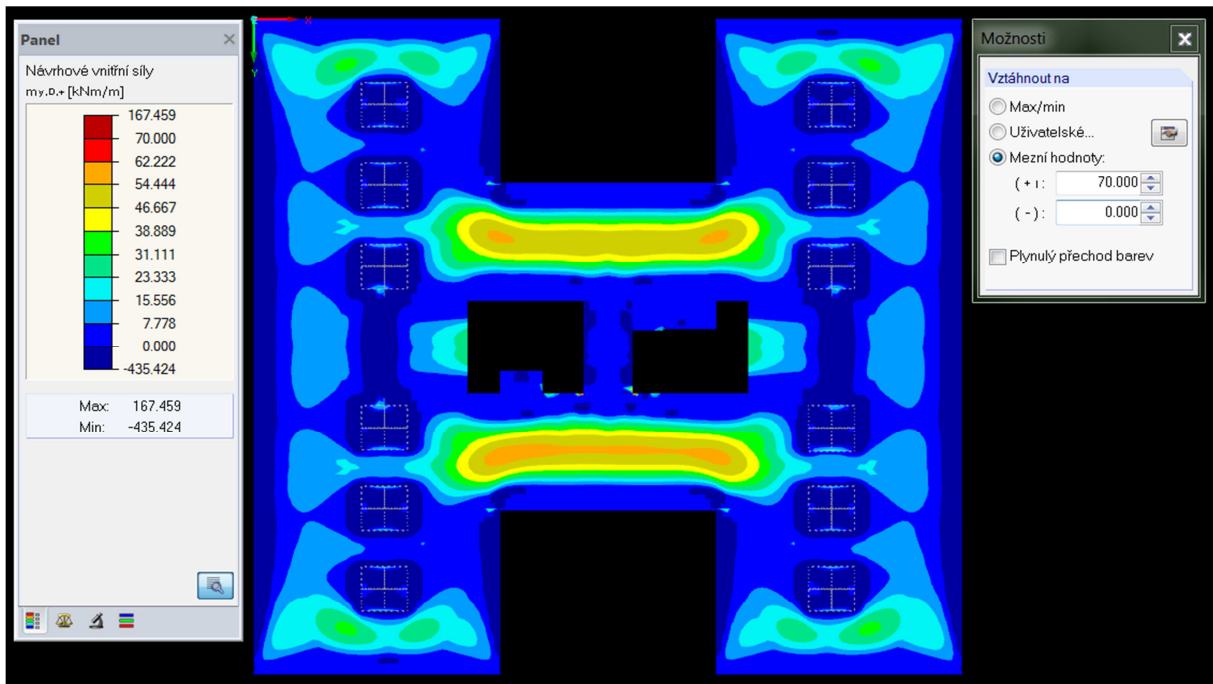


Obr.15 Dimenzační momenty  $m_x, D+$

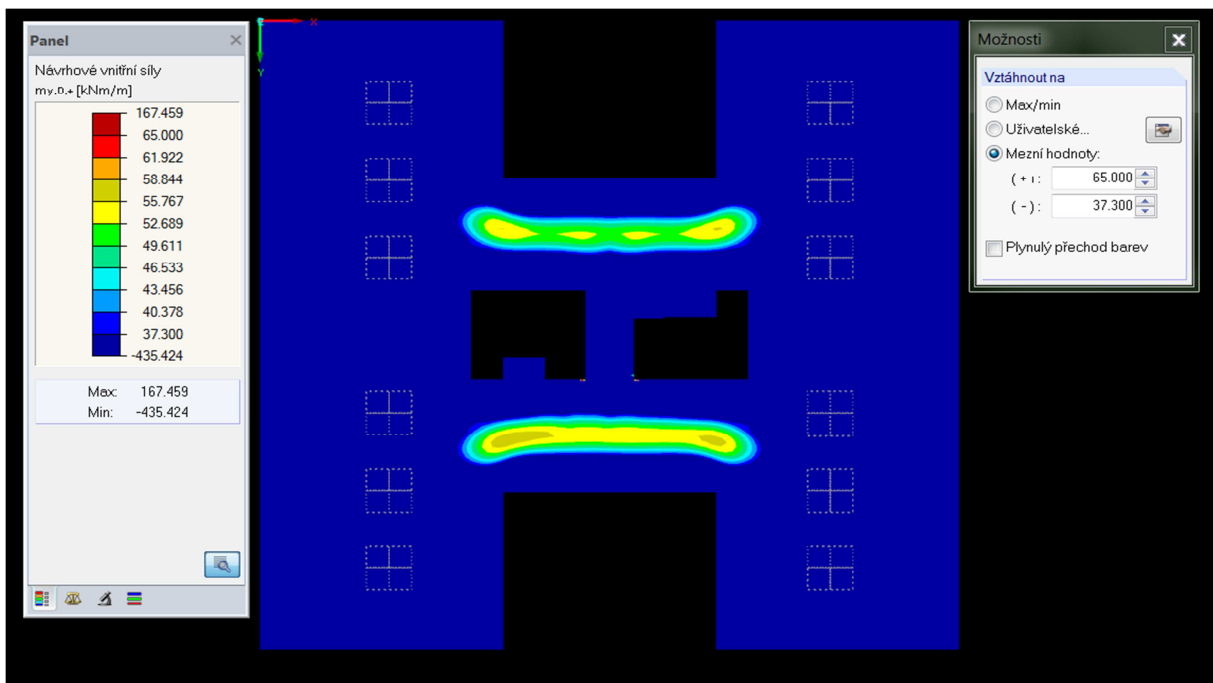


Obr.16 Výsledky vnitřních sil po uvažování základní sítě ve směru x

#### 4.2.2 Momenty pro dolní výztuž směr y:

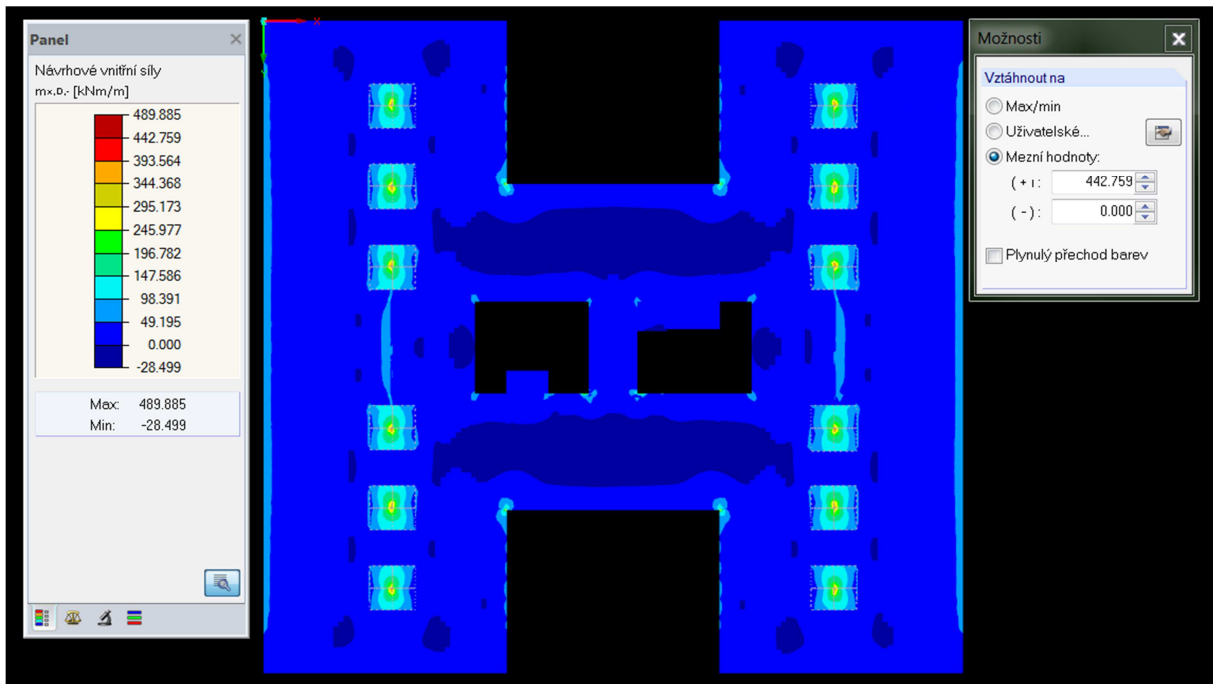


Obr.17 Dimenzační momenty  $m_y, D+$

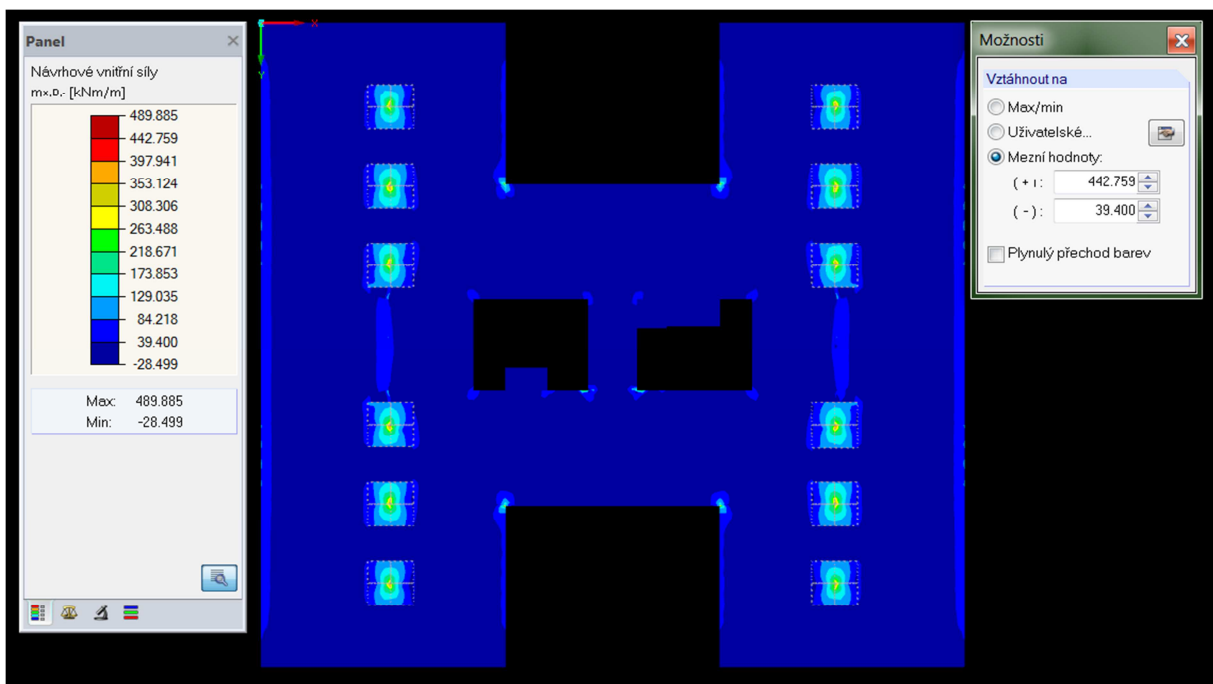


Obr.18 Výsledky vnitřních sil po uvažování základní sítě ve směru y

#### 4.2.3 Momenty pro horní výztuž směr x:

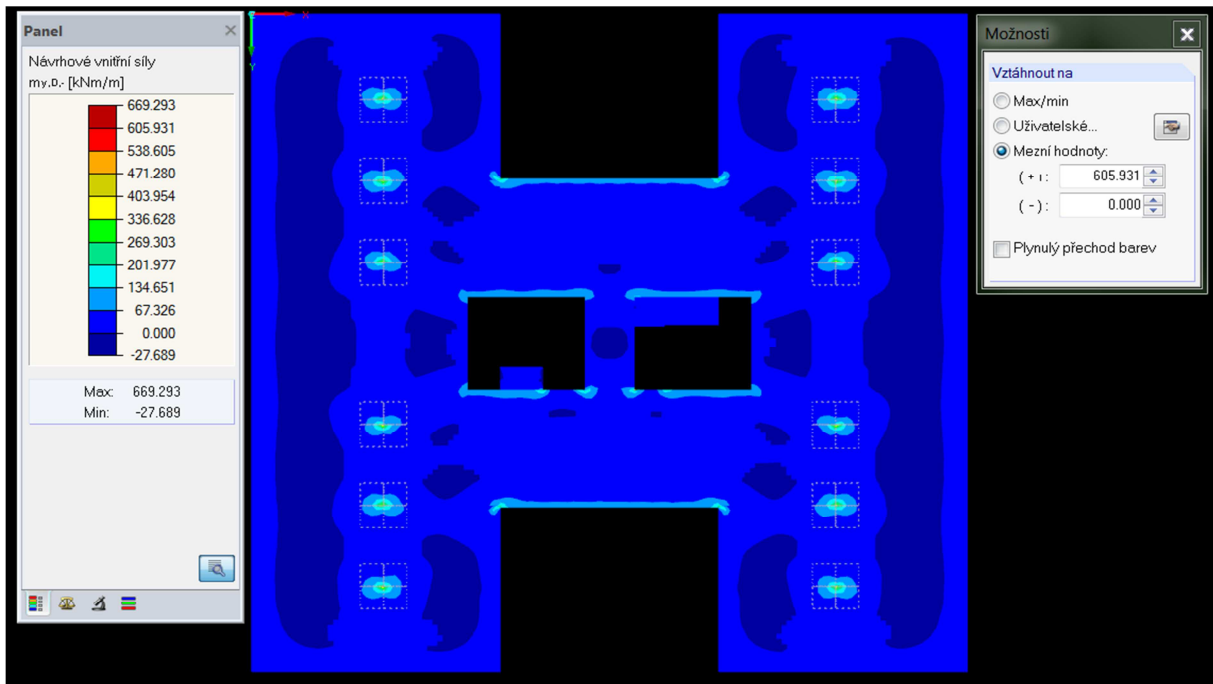


Obr.19 Dimenzační momenty  $m_x, D-$

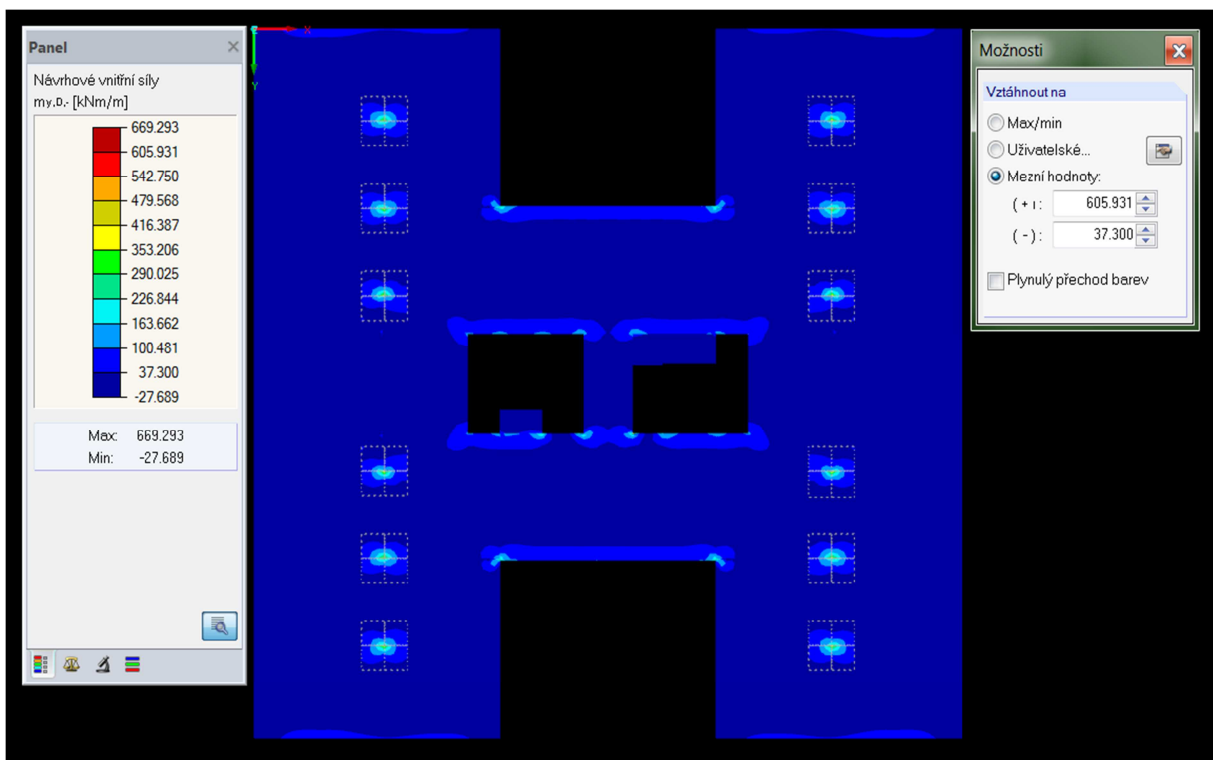


Obr.20 Výsledky vnitřních sil po uvažování základní sítě ve směru x

#### 4.2.4 Momenty pro horní výztuž směr y:



Obr.21 Dimenzační momenty  $m_{y,D-}$



Obr.22 Výsledky vnitřních sil po uvažování základní sítě ve směru y

## 4.3 I mezní stav dimenzování

### 4.3.1 Základní síť:

*Bylo* nutno vytvořit základní síť při obou povrchích desky ve směru x a směru y. Jedná se tedy o křížem vyztuženou desku.

Základní síť byla vytvořena na základě minimálního stupně vyztužení. Při tloušťce desky 220 mm je základní síť navržena pro výztuž profilu 10 po 160 mm v obou směrech.

Únosnost základní sítě:

Dolní povrch x: = 39,4 kNm

Dolní povrch y: = 37,3 kNm

Horní povrch x: = 39,4 kNm

Horní povrch y: = 37,3 kNm

### 4.3.2 Přídavná výztuž:

*Dimenzování* bylo provedeno na dimenzační momenty s ohledem na normálové síly, které jsou téměř nulové = 0.

Přídavná výztuž se umístí pouze do míst, kde jsou momenty větší, než je únosnost základní sítě.

U dolní výztuže v obou směrech se provedou řezy, jejich proti řezy a v nejširším místě se provede rozdělení materiálu. Pomocí této metody dostaneme délky výztuže pro vykrytí zbylých momentů.

U horních momentů v obou směrech vzniká singularita, která není reálná a je nutné momenty zprůměrovat. Průměrování probíhalo na 6 tloušťek desky s tím, že se vynechá špička v místě podpory. Začátek průměrování je 50 mm za lícem sloupu. Konec průměrování je vzdálenost 3 tloušťky desky. Při rozdělení materiálů pro horní výztuž je nutné špičku oříznout a idealizovat.

Únosnost přídavné výztuže a jejich délky:

Dolní povrch x:  $8/160+10/160 = 63,8$  kNm - délka 2250 mm

Dolní povrch y:  $8/160+10/160 = 61,0$  kNm - délka 3200 mm

Horní povrch x:  $18/160+10/160 = 306,5$  kNm - délka 3100 mm

Horní povrch y:  $18/160+10/160 = 250,8$  kNm - délka 2200 mm

Přídavná výztuž se bude klást v dané oblasti do mezer základní sítě.

#### 4.3.3 Výztuž proti řetězovému zřízení:

Návrh byl proveden na sílu, která přenesla deska v oblasti podpory. Byly navrženy 2\*průměr 20 pro oba směry.

#### 4.3.4 Protlačení:

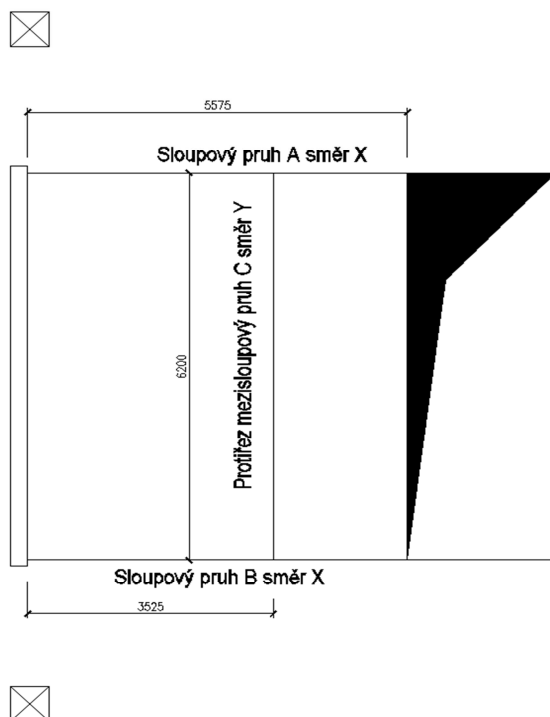
Není nutno navrhovat

### 4.4 II mezní stav výpočet průhybů

#### 4.4.1 Parametry výpočtu

Místo pro výpočet průhybu bylo určeno. Výpočet byl směřován pro určení vlivu deformace na zděné příčky v objektu. Provedení výpočtu probíhalo na časové ose podle postupnosti zatěžování. Časová má dělení: čas 0 dnů - betonáž, čas 28 dnů - odbednění, čas 40 dnů - příčky, 100 dnů - podlahy, čas 150 dnů - omítky, čas 400 dnů - užitné zatížení, čas 18250 dnů - životnost konstrukce.

Výpočet byl dále dělen na 3 samostatné výpočty deformace. Dva výpočty probíhaly ve směru x a jeden ve směru y. Finální průhyb deformace byl skládán dle odstavce 8.4.4 z normy ČSN 73 1201. Výpočet se provedl pro konec životnosti konstrukce a pro čas 40 dnů. Tyto dílčí výsledky se od sebe odečetly a získal se finální průhyb celé konstrukce v daném místě.



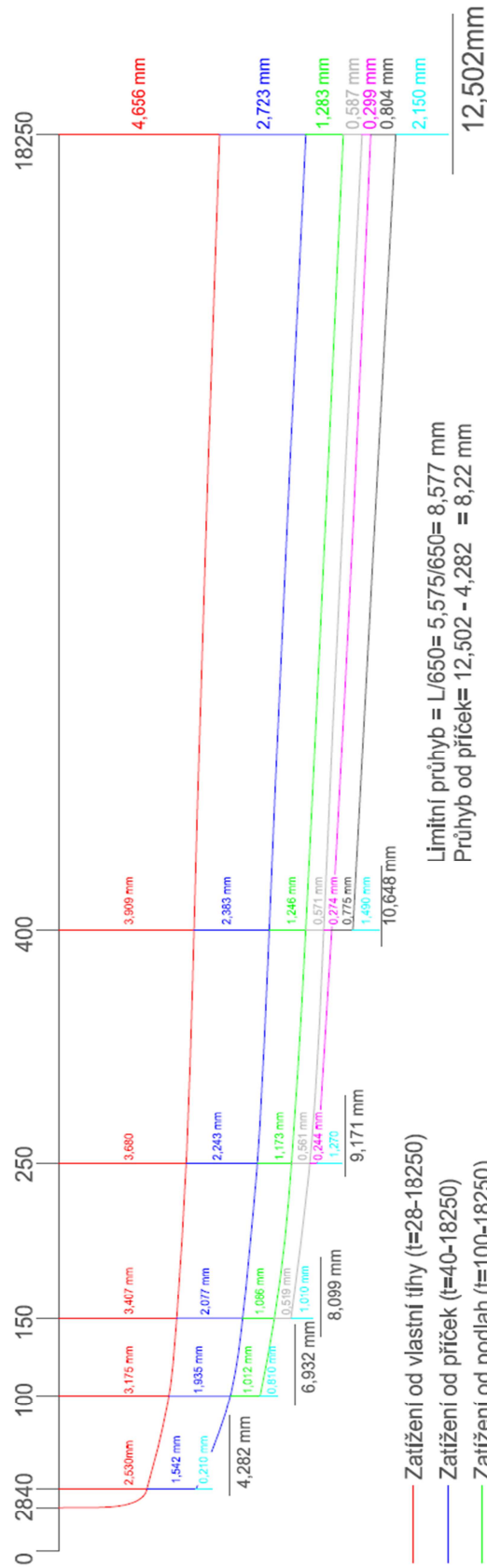
Obr.23 Umístění řezů



#### 4.4.2 Časová osa průhybů

Tloušťka  $t = 220$   
Zesílené hlavice

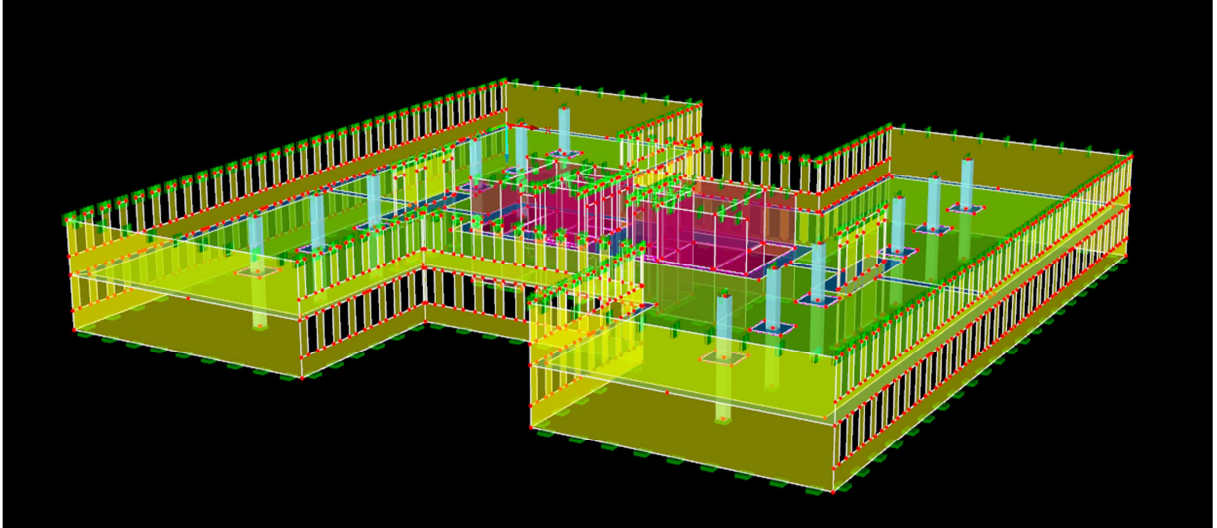
### Časová osa ve dnech



- Zatížení od vlastní tíhy (t=28-18250)
- Zatížení od příček (t=40-18250)
- Zatížení od podlah (t=100-18250)
- Zatížení od omítek (t=150-18250)
- Zatížení od podhledů (t=250-18250)
- Zatížení od nahodilého zatížení \* 0,3 (t=400-18250)
- Zatížení od smrštnění (t=7-18250)

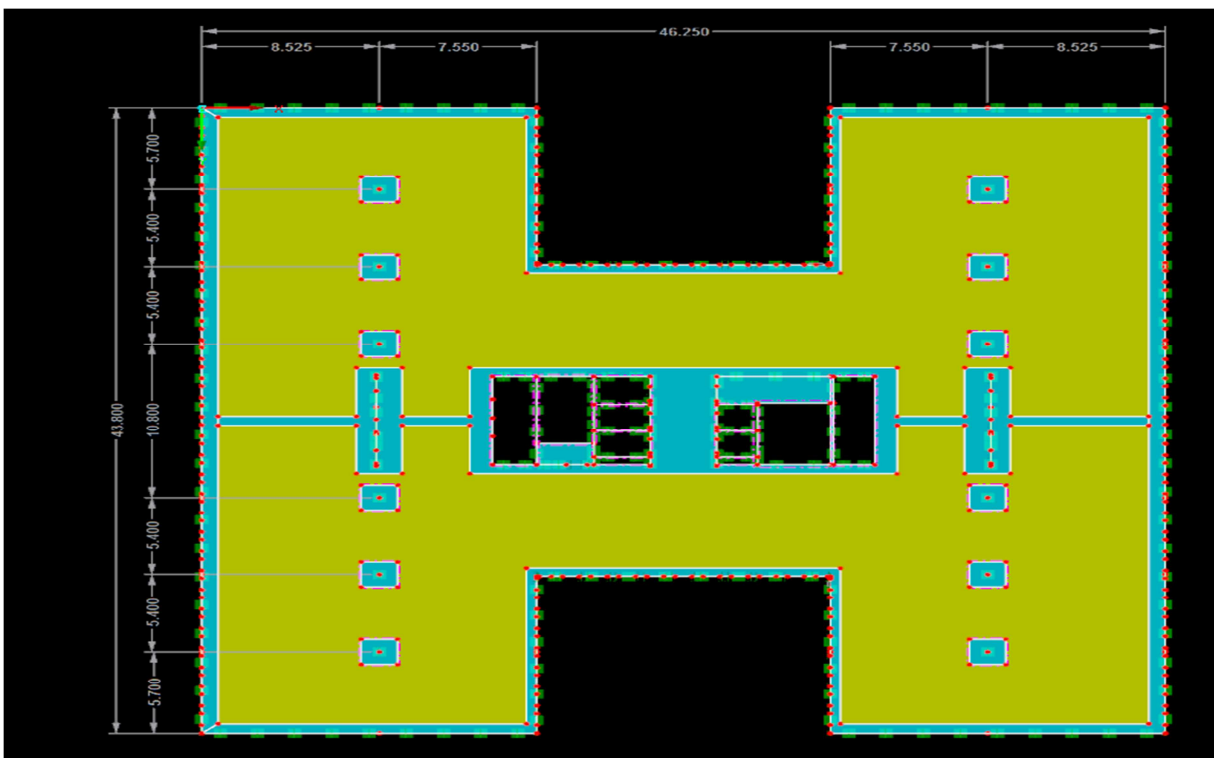
## 5 MODEL C – DESKA VYLEHČENÁ VLOŽKAMI U-BOOT

### 5.1 Výpočtový model



Obr.24 Izometrický pohled na model

#### 5.1.1 Základní rozměry modelu:



Obr.25 Základní rozměry

Tloušťka desky = 270 mm  
Tloušťka hlavice = 270 mm

Rozměr hlavice: 2x2 m

### 5.1.2 Koncept modelu:

Výpočet je proveden pomocí výpočtového programu R-FEM. Celý model je koncipován jako 3D. Model pro výpočet vnitřních sil na desce je navržen jako patrový, tedy jsou zde namodelovány i stěny a sloupy. Délka sloupů a stěn je 3,5 m. Deska je rozdělena na 2 typy. První typ desky označen modrou barvou je deska plná tl. 270mm a nachází se ve všech důležitých částí konstrukce. Žlutě označená část desky je vylehčená deska plastovými vložkami. Tato se zadala do programu R-FEM ortotropně. Získání hodnot probíhalo následovně. Určil se moment setrvačnosti vylehčeného průřezu desky. Dále se dopočítala náhradní tloušťka desky, která ovlivní matice tuhosti. Poté se určila náhradní tloušťka desky pro výpočet vlastní tíhy desky. Tyto hodnoty se zadaly do výpočtového programu.

*Tloušťka desky plné 270 mm*

*Tloušťka vylehčené desky 262,98 mm – Pro určení matic tuhosti*

*Tloušťka vylehčené desky 208,12 mm – Pro určení vlastní tíhy*

### 5.1.3 Podepření:

Deska je uložena na sloupech a stěnách, což simuluje reálnou situaci. Betonové stěny a sloupy pod deskou ve spodní části modelu jsou podřeny vetknutím, které brání jakémukoli pohybu nebo pootočení. Stěny a sloupy nad deskou jsou podepřeny posuvným vetknutím, které umožňuje pohyb v ose z, ale brání pootočení a posunu v jiném směru.

### 5.1.4 Zatížení:

*Zatížení pro výpočet vnitřních sil: - 10 zatěžovacích stavů*

ZS 1 – Vlastní tíha – určuje software

ZS 2 – Ostatní stálé (podlahy + podhledy) – Spojitě rovnoměrné  $2,2 \text{ kN/m}^2$

ZS 3 – Ostatní stálé (Příčky liniově i s omítkou) -  $1,5$  a  $3,6 \text{ kN/m}^2$

ZS 4 – Kancelářské plochy B – plné  $3,3 \text{ kN/m}^2$

ZS 5 – Kancelářské plochy B – šach 1 -  $3,3 \text{ kN/m}^2$

ZS 6 – Kancelářské plochy B – šach 2 -  $3,3 \text{ kN/m}^2$

ZS 7 – Kancelářské plochy B – pás 1 svisle -  $3,3 \text{ kN/m}^2$

ZS 8 – Kancelářské plochy B – pás 2 svisle -  $3,3 \text{ kN/m}^2$

ZS 9 – Kancelářské plochy B – pás 1 vodorovně -  $3,3 \text{ kN/m}^2$

ZS 10 – Kancelářské plochy B – pás 1 vodorovně -  $3,3 \text{ kN/m}^2$

Zatížení pro výpočet průhybu pod zděnými konstrukcemi: - 12 zatěžovacích stavů  
(užitné pro kvazistálou kombinaci \*0,3 – kancelářské plochy)

ZS 1 – Vlastní tíha – určuje software

ZS 2 – Ostatní stálé (podlahy) – Spojitě rovnoměrné  $1,75 \text{ kN/m}^2$

ZS 3 – Ostatní stálé (podhledy) – Spojitě rovnoměrné  $0,45 \text{ kN/m}^2$

ZS 4 – Ostatní stálé (Příčky liniově) -  $1,5$  a  $3,6 \text{ kN/m}^2$

ZS 5 – Ostatní stálé (omítka liniově) -  $0,375$  a  $0,9 \text{ kN/m}^2$

ZS 6 – Kancelářské plochy B – plné  $0,99 \text{ kN/m}^2$

ZS 7 – Kancelářské plochy B – šach 1 –  $0,99 \text{ kN/m}^2$

ZS 8 – Kancelářské plochy B – šach 2 –  $0,99 \text{ kN/m}^2$

ZS 9 – Kancelářské plochy B – pás 1 svisle –  $0,99 \text{ kN/m}^2$

**ZS 10 – Kancelářské plochy B – pás 2 svisle –  $0,99 \text{ kN/m}^2$  – rozhodující pro průhyb**

ZS 11 – Kancelářské plochy B – pás 1 vodorovně -  $0,99 \text{ kN/m}^2$

ZS 12 – Kancelářské plochy B – pás 1 vodorovně -  $0,99 \text{ kN/m}^2$

#### 5.1.5 Kombinace výsledků:

Kombinace byla zvolena podle souboru B, a to rovnice 6.10a, 6.10b. Při tomto typu zatížení je rozhodující rovnice 6.10a, která je méně příznivá. Ve výpočetním modelu byla použita pouze rovnice 6.10a se součinitelem 0,7 pro užitná zatížení. Kombinace byly tvořeny plné + stálé variace užitného zatížení. Nejméně příznivá kombinace byla KV8 – Plné stálé + pás 1 vodorovně.

KV1 – Zatížení stálé

KV2 – Zatížení stálé + příčky

KV3 – Zatížení stálé + plné užitné

KV4 – Zatížení stálé + šach 1

KV5 – Zatížení stálé + šach 2

KV6 – Zatížení stálé + pás 1 svisle

KV7 – Zatížení stálé + pás 2 svisle

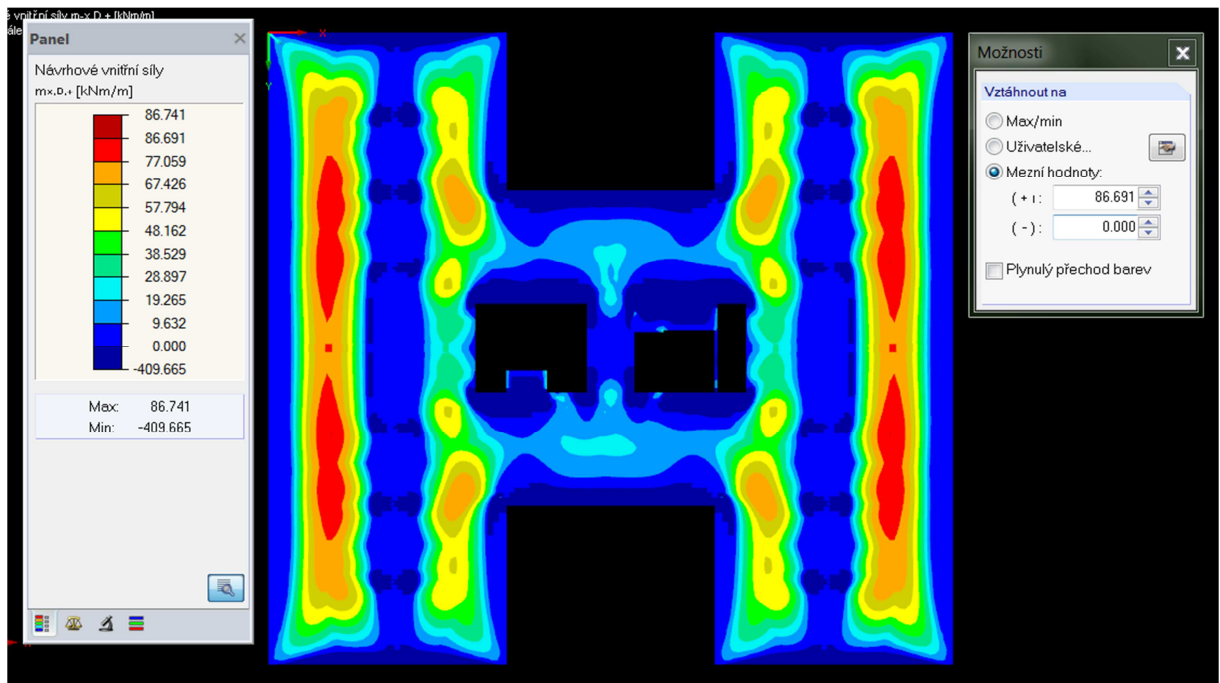
**KV8 – Zatížení stálé + pás 1 vodorovně – rozhodující pro dimenzování**

KV9 – Zatížení stálé + pás 2 vodorovně

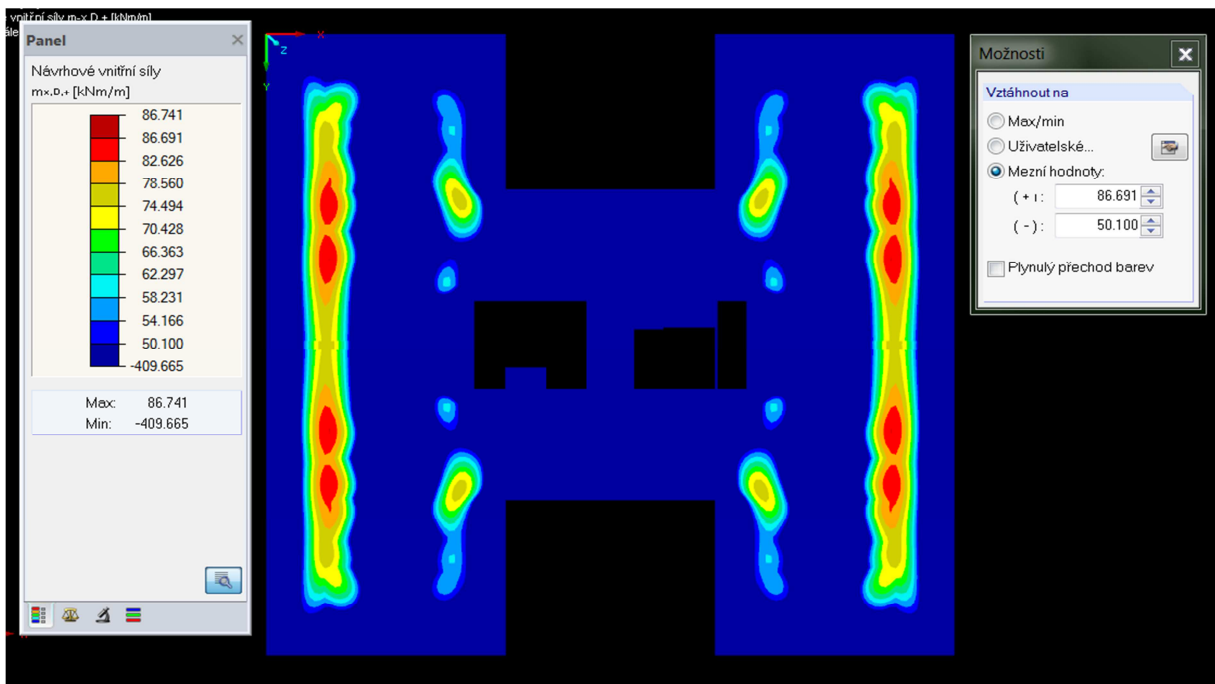
KV10 – Zatížení stálé + výběrová

## 5.2 Výsledky

### 5.2.1 Momenty pro dolní výztuž směr x:

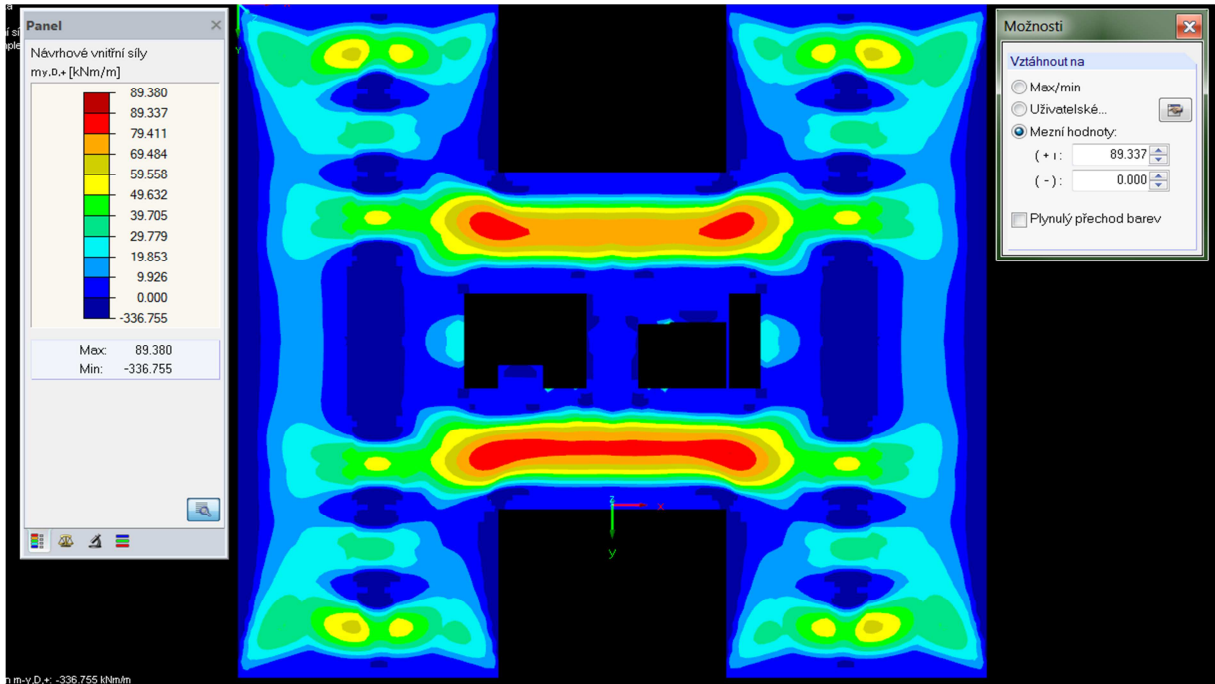


Obr.26 Dimenzační momenty  $m_{x,D+}$

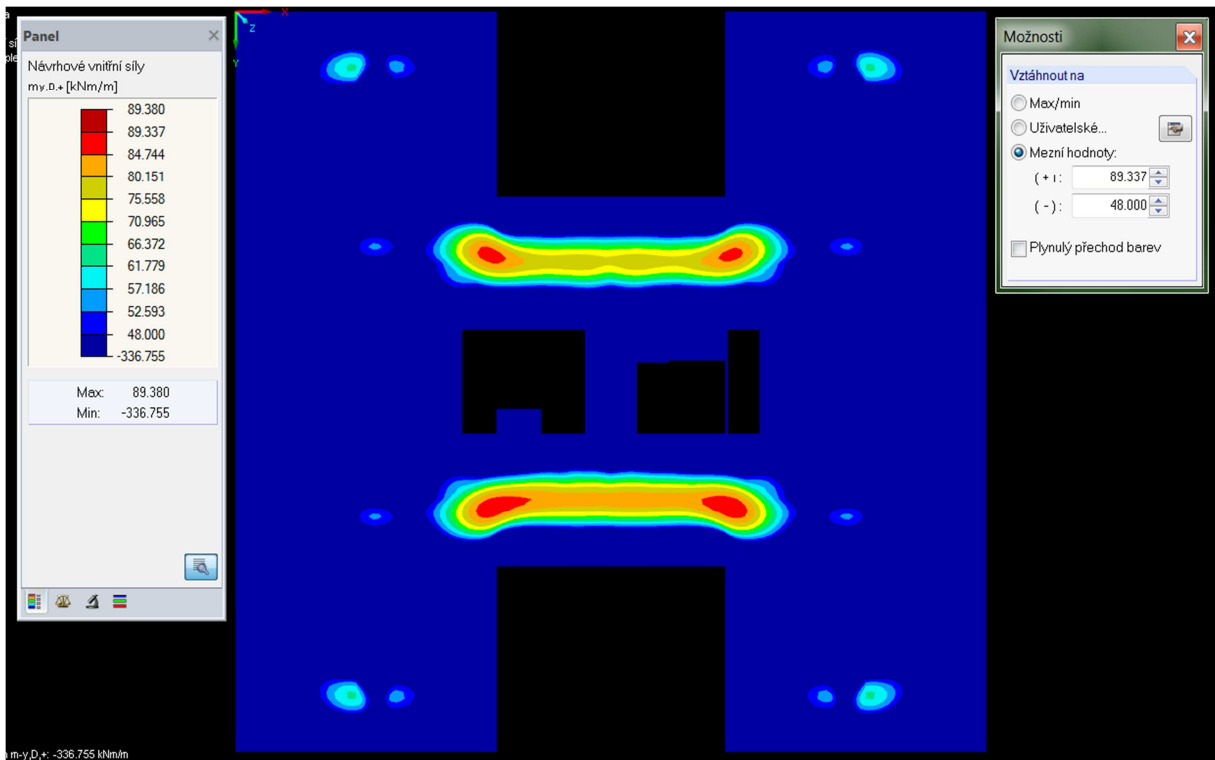


Obr.27 Výsledky vnitřních sil po uvažování základní sítě ve směru  $x$

## 5.2.2 Momenty pro dolní výztuž směr y:

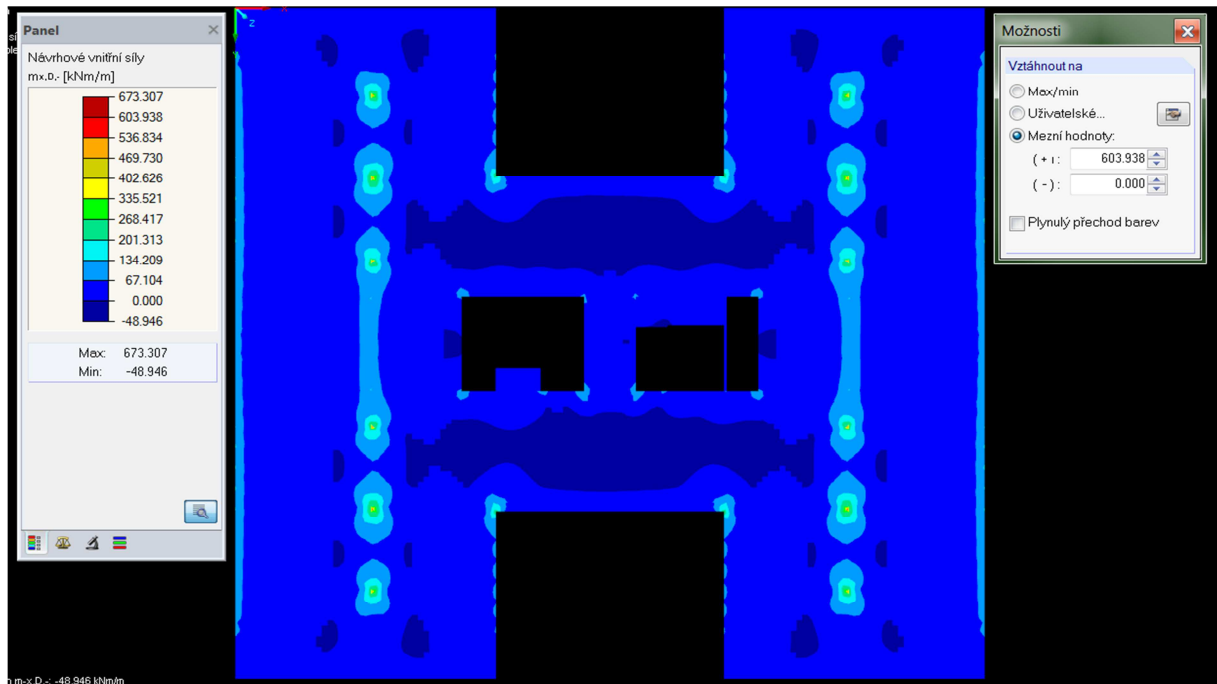


Obr.28 Dimenzační momenty  $m_y, D+$

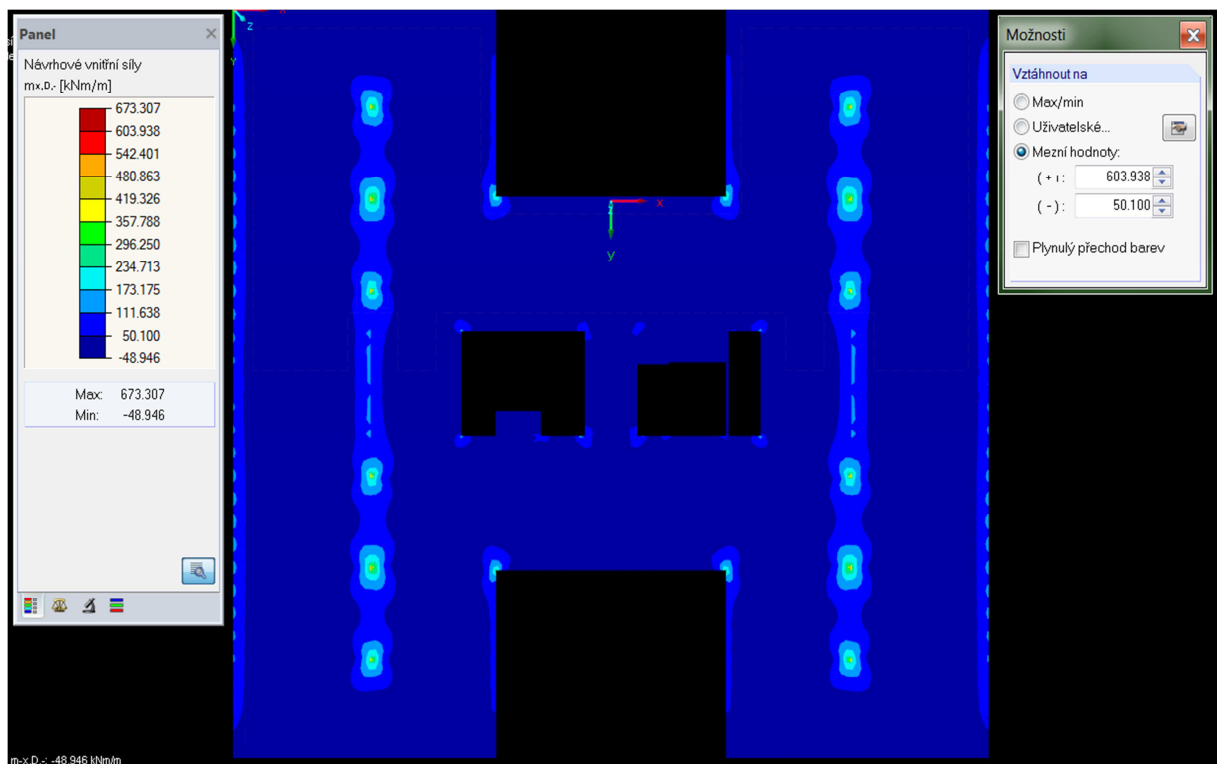


Obr.29 Výsledky vnitřních sil po uvažování základní sítě ve směru y

### 5.2.3 Momenty pro horní výztuž směr x:

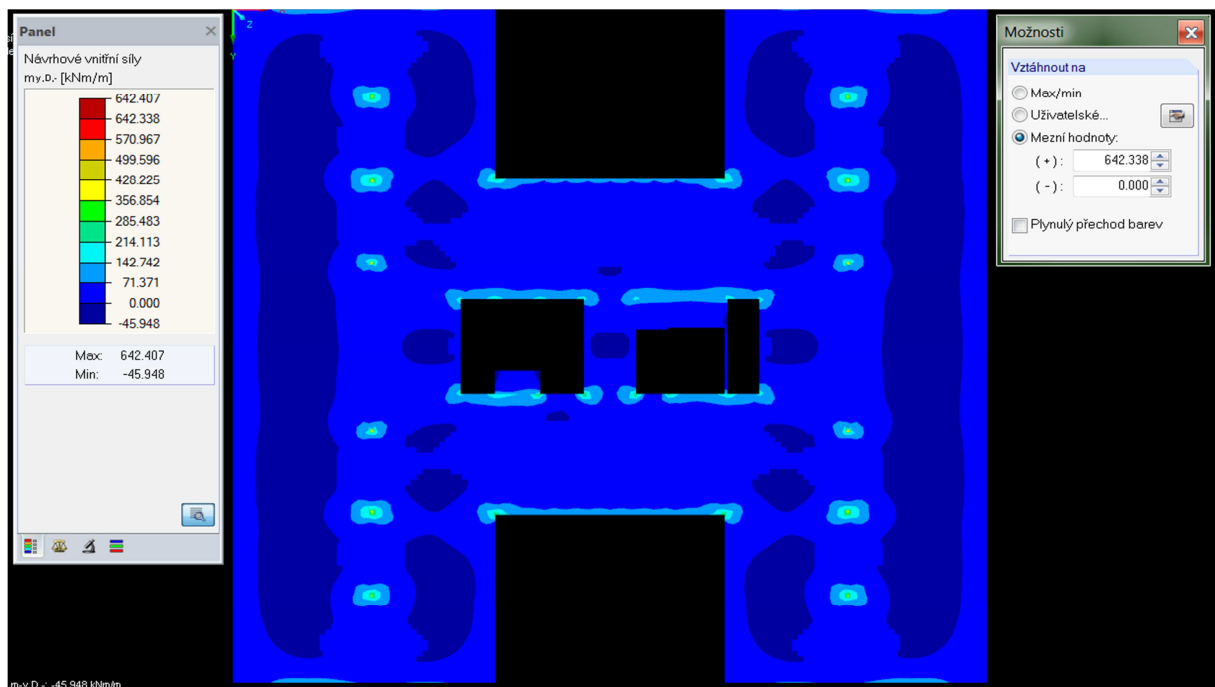


Obr.30 Dimenzační momenty  $m_{x,D-}$

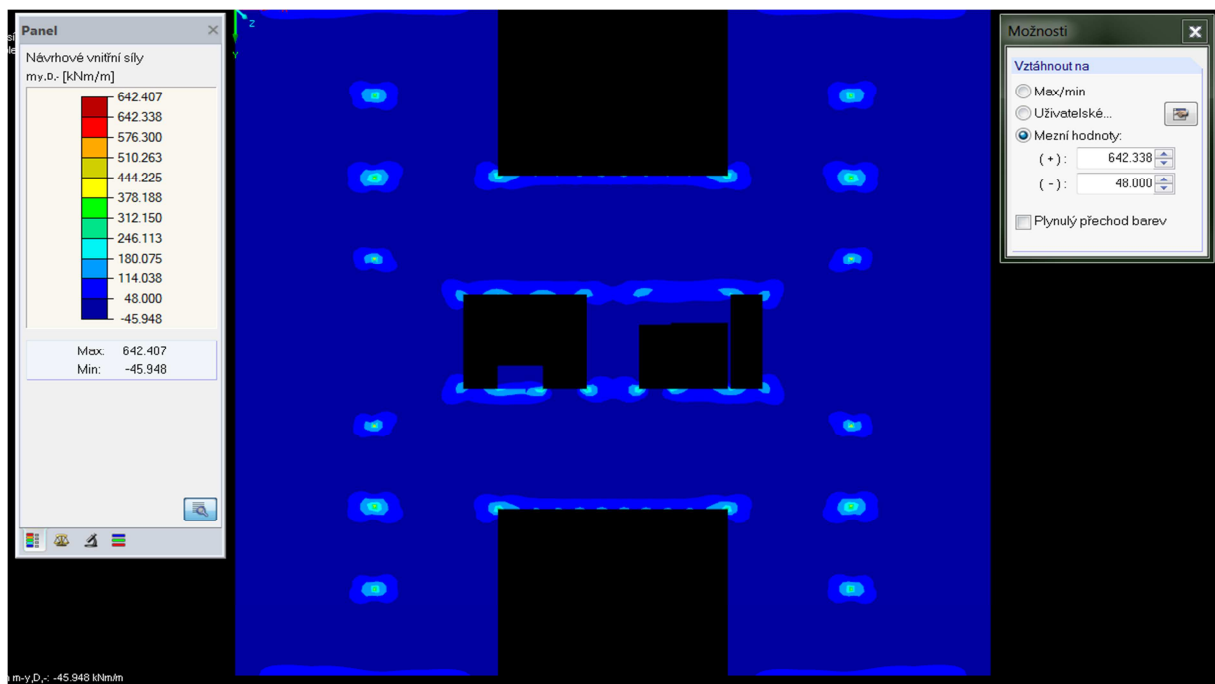


Obr.31 Výsledky vnitřních sil po uvažování základní sítě ve směru  $x$

## 5.2.4 Momenty pro horní výztuž směr y:



Obr.32 Dimenzační momenty  $m_y,D-$



Obr.33 Výsledky vnitřních sil po uvažování základní sítě ve směru y



## 5.3 I mezní stav dimenzování

### 5.3.1 Základní síť:

Bylo nutno vytvořit základní síť při obou povrchích desky ve směru x a směru y. Jedná se tedy o křížem vyztuženou desku.

Základní síť byla vytvořena na základě minimálního stupně vyztužení. Při tloušťce desky 220 mm je základní síť navržena pro výztuž profilu 10 po 160 mm v obou směrech.

Únosnost základní sítě:

Dolní povrch x: = 50,1 kNm

Dolní povrch y: = 48,0 kNm

Horní povrch x: = 50,1 kNm

Horní povrch y: = 48,0 kNm

### 5.3.2 Přídavná výztuž:

Dimenzování bylo provedeno na dimenzační momenty s ohledem na normálové síly, které jsou téměř nulové = 0.

Přídavná výztuž se umístí pouze do míst, kde jsou momenty větší, než je únosnost základní sítě.

U dolní výztuže v obou směrech se provedou řezy, jejich proti řezy a v nejširším místě se provede rozdělení materiálu. Pomocí této metody dostaneme délky výztuže pro vykrytí zbylých momentů.

U horních momentů v obou směrech vzniká singularita, která není reálná a je nutné momenty zprůměrovat. Průměrování probíhalo na 6 tloušťek desky s tím, že se vynechá špička v místě podpory. Začátek průměrování je 50 mm za lícem sloupu. Konec průměrování je vzdálen 3 tloušťky desky. Při rozdělení materiálů pro horní výztuž je nutné špičku oříznout a idealizovat.

Únosnost přídavné výztuže a jejich délky:

Dolní povrch x:  $10/160+10/160 = 97,9 \text{ kNm} - \text{délka } 4250 \text{ mm}$

Dolní povrch y:  $10/160+10/160 = 93,6 \text{ kNm} - \text{délka } 3900 \text{ mm}$

Horní povrch x:  $20/160+10/160 = 222,3 \text{ kNm} - \text{délka } 2350 \text{ mm}$

Horní povrch y:  $18/160+10/160 = 175,0 \text{ kNm} - \text{délka } 2050 \text{ mm}$

Přídavná výztuž se bude klást v dané oblasti do mezer základní sítě.

### 5.3.3 Výztuž proti řetězovému zřízení:

*Návrh* byl proveden na sílu, která přenesení deska v oblasti podpory. Byl navržen 2 x průměr 20 pro oba směry.

### 5.3.4 Protlačení:

*Byl* proveden návrh smykových lišt v softwaru výrobce. Na každém sloupu vychází 12 smykových lišt o 4 trnech. Návrh byl proveden na rozdíl sil spodního a horního sloupu. Dále se zahrnul moment z jedné a z druhé strany. Vliv momentu zvětšil danou sílu. Tato síla zvětšená o vliv momentu byla zadána do softwaru výrobce.

### 5.3.5 Návrh smykové výztuže:

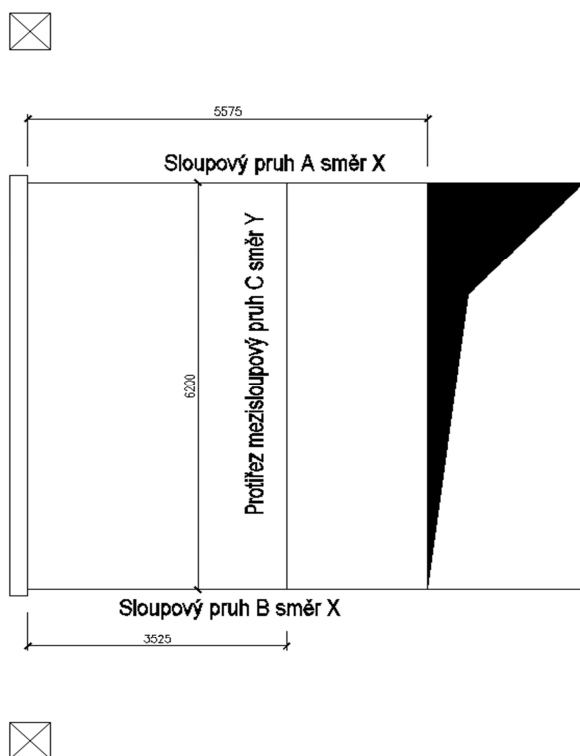
*U modelu C* je potřeba posoudit spáru přechodu mezi plnou deskou a deskou vylehčenou plastovými vložkami. Kritická místa jsou u sloupů a obvodových zdí. Byly vytvořeny řezy v kritických oblastech. Výsledky jsou v kN/m. Tuto jednotku vynásobíme osovou vzdáleností trámů. Tímto postupem dostaneme posouvající sílu na jeden trámek. Posouzení je rozděleno na dvě části. Svislá únosnost + vodorovná únosnost spáry betonáže. Součet těchto posudků musí být menší než únosnost betonu nebo únosnost betonu se smykovou výztuží. U sloupů byla navržena prostorová smyková výztuž v délce 1,5 m.

## 5.4 II mezní stav výpočet průhybů

### 5.4.1 Parametry výpočtu

Místo pro výpočet průhybu bylo určeno. Výpočet byl směřován pro určení vlivu deformace desky na zděné příčky v objektu. Provedení výpočtu probíhalo na časové ose podle postupnosti zatěžování. Časová má dělení: čas 0 dnů - betonáž, čas 28 dnů - odbednění, čas 40 dnů - příčky, 100 dnů - podlahy, čas 150 dnů - omítky, čas 400 dnů - užitné zatížení, čas 18250 dnů - životnost konstrukce.

Výpočet byl dále dělen na 3 samostatné výpočty deformací. Dva výpočty probíhaly ve směru x a jeden ve směru y. Finální průhyb deformace byl skládán dle odstavce 8.4.4 z normy ČSN 73 1201. Výpočet se provedl pro konec životnosti konstrukce a pro čas 40 dnů. Tyto dílčí výsledky se od sebe odečetly a získal se finální průhyb celé konstrukce v daném místě.

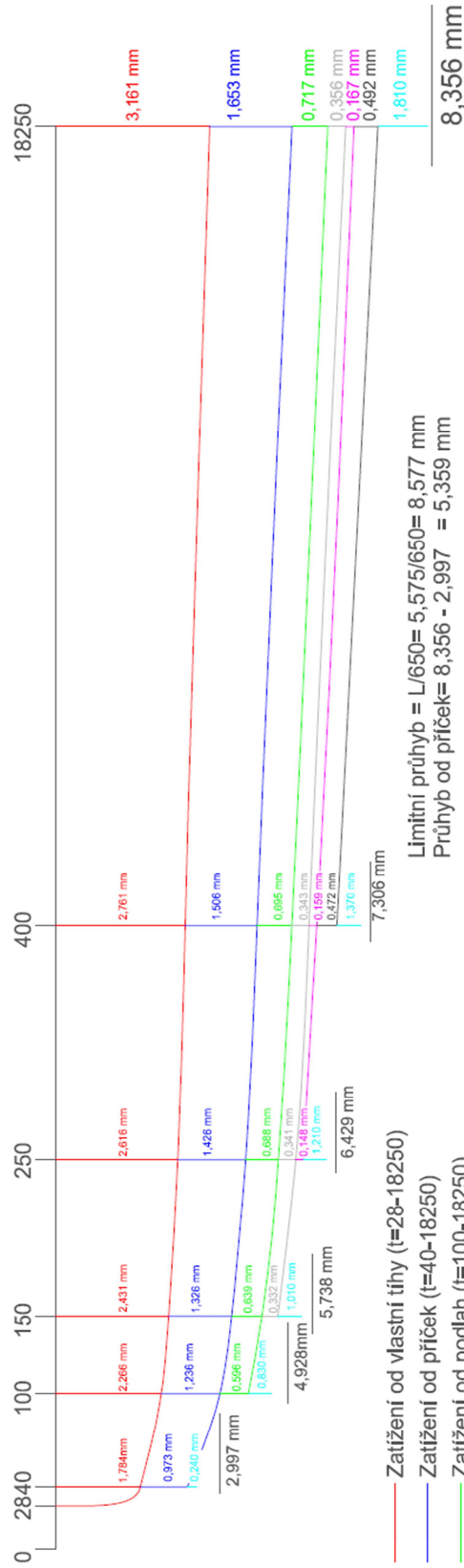


Obr.34 Umístění řezů

## 5.4.2 Časová osa průhybů

Tloušťka  $t=270$   
U-boot

### Časová osa ve dnech



- Zatížení od vlastní tíhy ( $t=28-18250$ )
- Zatížení od příček ( $t=40-18250$ )
- Zatížení od podlah ( $t=100-18250$ )
- Zatížení od omítek ( $t=150-18250$ )
- Zatížení od podhledů ( $t=250-18250$ )
- Zatížení od nahodilého zatížení \* 0,3 ( $t=400-18250$ )
- Zatížení od smršnění ( $t=7-18250$ )

## 6 SROVNÁNÍ PRŮHYBŮ JEDNOTLIVÝCH MODELŮ

Model	Model A	Model B	Model C
Průhyb <i>mm</i>	5,284 mm	8,22 mm	5,395 mm

## 7 ROZPOČTY JEDNOTLIVÝCH VARIANT

### 7.1 Rozpočet: Model A – Deska s konstantní tloušťkou

KRYCÍ LIST ROZPOČTU																					
Název stavby	EKONOMICKÝ NÁVRH BETONOVÉ STROPNÍ DESKY ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY			JKSO																	
Název objektu	1.1 Model A deska konstantní tloušťky			EČO																	
Objednatel				Misto																	
Projektant				IČ		DIČ															
Zhotovitel																					
Zpracoval	Bc. Jakub Válek																				
	Rozpočet číslo	JV 001		Dne	10.01.2014																
Měrné a účelové jednotky																					
Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.																
0	0,00	0	0,00	0	0,00																
Rozpočtové náklady v CZK																					
A	Základní rozp. náklady	B	Doplňkové náklady	C	Náklady na umístění stavby																
1	HSV Dodávky 2 598 545,71	8	Práce přesčas 0,00	13	Zařízení staveniště 0,00																
2	Montáž 1 532 019,02	9	Bez pevné podl. 0,00	14	Projektové práce 0,00																
3	PSV Dodávky 0,00	10	Kulturní památka 0,00	15	Územní vlivy 0,00																
4	Montáž 0,00	11		16	Provozní vlivy 0,00																
5	"M" Dodávky 0,00			17	Jiné VRN 0,00																
6	Montáž 0,00			18	VRN z rozpočtu 0,00																
7	ZRN (ř. 1-6) 4 130 564,73	12	DN (ř. 8-11)	19	VRN (ř. 13-18) 0,00																
20	HZS 0,00	21	Kompl. činnost 0,00	22	Ostatní náklady 0,00																
Projektant, Zhotovitel, Objednatel				<b>D Celkem bez DPH 4 130 564,73</b>																	
				<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 10%;">DPH</th> <th style="width: 10%;">%</th> <th style="width: 30%;">Základ daně</th> <th style="width: 50%;">DPH celkem</th> </tr> <tr> <td>snižená</td> <td>15,0</td> <td style="text-align: right;">0,00</td> <td style="text-align: right;">0,00</td> </tr> <tr> <td>základní</td> <td>21,0</td> <td style="text-align: right;">4 130 564,73</td> <td style="text-align: right;">867 418,60</td> </tr> <tr> <td colspan="3"><b>Cena s DPH</b></td> <td style="text-align: right;"><b>4 997 983,33</b></td> </tr> </table>		DPH	%	Základ daně	DPH celkem	snižená	15,0	0,00	0,00	základní	21,0	4 130 564,73	867 418,60	<b>Cena s DPH</b>			<b>4 997 983,33</b>
				DPH	%	Základ daně	DPH celkem														
				snižená	15,0	0,00	0,00														
základní	21,0	4 130 564,73	867 418,60																		
<b>Cena s DPH</b>			<b>4 997 983,33</b>																		
<b>E Přípočty a odpočty</b>																					
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">Dodá zadavatel</td> <td style="text-align: right;">0,00</td> </tr> <tr> <td>Klouzavá doložka</td> <td style="text-align: right;">0,00</td> </tr> <tr> <td>Zvýhodnění</td> <td style="text-align: right;">0,00</td> </tr> </table>		Dodá zadavatel	0,00	Klouzavá doložka	0,00	Zvýhodnění	0,00														
Dodá zadavatel	0,00																				
Klouzavá doložka	0,00																				
Zvýhodnění	0,00																				

## ROZPOČET

Stavba: EKONOMICKÝ NÁVRH BETONOVÉ STROPNÍ DESKY ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY

Objekt: 1.1 Model A deska konstantní tloušťky

Objednatel:

Zhotovitel:

Místo:

Zpracoval: Bc. Jakub Válek

Datum: 10. 1. 2014

Č.	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Cena celkem	Hmotnost celkem
<b>HSV</b>		<b>Práce a dodávky HSV</b>				<b>4 130 564,73</b>	<b>1 109,877</b>
<b>4</b>		<b>Vodorovné konstrukce</b>				<b>3 869 743,63</b>	<b>1 109,877</b>
1	411321616	Stropy deskové ze ŽB tř. C 30/37	m3	430,590	3 120,00	1 343 440,80	1 056,422
2	411351101	Zřízení bednění stropů deskových	m2	1 656,120	360,00	596 203,20	3,561
3	411351102	Odstranění bednění stropů deskových	m2	1 656,120	105,00	173 892,60	0,000
4	411354173	Zřízení podpěrné konstrukce stropů v do 4 m pro zatížení do 12 kPa	m2	1 656,120	160,00	264 979,20	8,678
5	411354174	Odstranění podpěrné konstrukce stropů v do 4 m pro zatížení do 12 kPa	m2	1 656,120	33,60	55 645,63	0,000
6	411361821	Výztuž stropů betonářskou ocelí 10 505	t	35,454	38 500,00	1 364 979,00	37,410
7	411362112	Osazení smykové lišty	ks	144,000	125,00	18 000,00	0,759
8	548794170	Smyková lišta HDB 12/215-3/480	kus	144,000	365,30	52 603,20	3,047
<b>9</b>		<b>Ostatní konstrukce a práce-bourání</b>				<b>260 821,10</b>	<b>0,000</b>
<b>99</b>		<b>Přesuny hmot a sutí</b>				<b>260 821,10</b>	<b>0,000</b>
9	998011002	Přesun hmot pro budovy zděné v do 12 m	t	1 109,877	235,00	260 821,10	0,000
<b>Celkem</b>						<b>4 130 564,73</b>	<b>1 109,877</b>

## 7.2 Rozpočet: Model B – Deska se zesílenými hlavicemi

KRYCÍ LIST ROZPOČTU						
Název stavby	EKONOMICKÝ NÁVRH BETONOVÉ STROPNÍ DESKY ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY			JKSO		
Název objektu	1.2 Model B deska se zesílenými hlavicemi			EČO		
				Místo		
				IČ	DIČ	
Objednatel						
Projektant						
Zhotovitel						
Zpracoval	Bc. Jakub Válek					
	Rozpočet číslo	JV 002		Dne	10.01.2014	
Měrné a účelové jednotky						
Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.	
0	0,00	0	0,00	0	0,00	
Rozpočtové náklady v CZK						
A	Základní rozp. náklady	B	Doplňkové náklady	C	Náklady na umístění stavby	
1	HSV Dodávky	2 383 945,55	8 Práce přesčas	0,00	13 Zařízení staveniště	0,00
2	Montáž	1 625 696,21	9 Bez pevné podl.	0,00	14 Projektové práce	0,00
3	PSV Dodávky	0,00	10 Kulturní památka	0,00	15 Územní vlivy	0,00
4	Montáž	0,00	11	0,00	16 Provozní vlivy	0,00
5	"M" Dodávky	0,00			17 Jiné VRN	0,00
6	Montáž	0,00			18 VRN z rozpočtu	0,00
7	ZRN (ř. 1-6)	4 009 641,76	12 DN (ř. 8-11)		19 VRN (ř. 13-18)	0,00
20	HZS	0,00	21 Kompl. činnost	0,00	22 Ostatní náklady	0,00
Projektant, Zhotovitel, Objednatel				<b>D Celkem bez DPH</b>		<b>4 009 641,76</b>
				DPH %	Základ daně	DPH celkem
				snížená 15,0	0,00	0,00
				základní 21,0	4 009 641,76	842 024,80
				<b>Cena s DPH</b>		<b>4 851 666,56</b>
				<b>E Přípočty a odpočty</b>		
				Dodá zadavatel		0,00
				Klouzavá doložka		0,00
				Zvýhodnění		0,00



## ROZPOČET

**Stavba:** EKONOMICKÝ NÁVRH BETONOVÉ STROPNÍ DESKY ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY

**Objekt:** 1.2 Model B deska se zesílenými hlavicemi

Objednatel:

Zhotovitel:

Místo:

Zpracoval: Bc. Jakub Válek

Datum: 10. 1. 2014

Č.	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Cena celkem	Hmotnost celkem
<b>HSV</b>		<b>Práce a dodávky HSV</b>				<b>4 009 641,76</b>	<b>991,078</b>
<b>4</b>		<b>Vodorovné konstrukce</b>				<b>3 776 738,43</b>	<b>991,078</b>
1	411322626	Stropy trámové, kazetové nebo hřibové ze ŽB tř. C 30/37	m3	383,786	3 190,00	1 224 277,34	941,592
2	411351105	Zřízení bednění stropů trámových, kazetových nebo hřibových	m2	1 682,040	390,00	655 995,60	3,566
3	411351106	Odstranění bednění stropů trámových, kazetových nebo hřibových	m2	1 682,040	129,00	216 983,16	0,000
4	411354173	Zřízení podpěrné konstrukce stropů v do 4 m pro zatížení do 12 kPa	m2	1 656,120	160,00	264 979,20	8,678
5	411354174	Odstranění podpěrné konstrukce stropů v do 4 m pro zatížení do 12 kPa	m2	1 656,120	33,60	55 645,63	0,000
6	411361821	Výztuž stropů betonářskou ocelí 10 505	t	35,295	38 500,00	1 358 857,50	37,242
<b>9</b>		<b>Ostatní konstrukce a práce-bourání</b>				<b>232 903,33</b>	<b>0,000</b>
<b>99</b>		<b>Přesuny hmot a sutí</b>				<b>232 903,33</b>	<b>0,000</b>
7	998011002	Přesun hmot pro budovy zděné v do 12 m	t	991,078	235,00	232 903,33	0,000
<b>Celkem</b>						<b>4 009 641,76</b>	<b>991,078</b>

### 7.3 Rozpočet: Model C – Deska vylehčená plastovými vložkami

<b>KRYCÍ LIST ROZPOČTU</b>																					
Název stavby	EKONOMICKÝ NÁVRH BETONOVÉ STROPNÍ DESKY ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY			JKSO																	
Název objektu	1.3 Model C deska vylehčená plastovými dílci U-BOOT			EČO																	
				Místo																	
				IČ	DIČ																
Objednatel																					
Projektant																					
Zhotovitel																					
Zpracoval				Bc. Jakub Válek																	
	Rozpočet číslo	JV 003		Dne	10.01.2014																
Měrné a účelové jednotky																					
Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.	Počet	Náklady / 1 m.j.																
0	0,00	0	0,00	0	0,00																
Rozpočtové náklady v CZK																					
A	Základní rozp. náklady	B	Doplnkové náklady	C	Náklady na umístění stavby																
1	HSV Dodávky	3 063 344,75	8 Práce přesčas	0,00	13 Zařízení staveniště	0,00															
2	Montáž	1 171 678,40	9 Bez pevné podl.	0,00	14 Projektové práce	0,00															
3	PSV Dodávky	0,00	10 Kulturní památka	0,00	15 Územní vlivy	0,00															
4	Montáž	0,00	11	0,00	16 Provozní vlivy	0,00															
5	"M" Dodávky	0,00			17 Jiné VRN	0,00															
6	Montáž	0,00			18 VRN z rozpočtu	0,00															
7	ZRN (ř. 1-6)	4 235 023,15	12 DN (ř. 8-11)		19 VRN (ř. 13-18)	0,00															
20	HZS	0,00	21 Kompl. činnost	0,00	22 Ostatní náklady	0,00															
Projektant, Zhotovitel, Objednatel				<b>D Celkem bez DPH</b>		<b>4 201 027,65</b>															
				<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">DPH</td> <td style="width: 10%;">%</td> <td style="width: 20%;">Základ daně</td> <td style="width: 20%;">DPH celkem</td> </tr> <tr> <td>snížená</td> <td>15,0</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>základní</td> <td>21,0</td> <td>4 201 027,65</td> <td>882 215,80</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="border-top: 1px solid black;"><b>Cena s DPH</b></td> <td style="border-top: 1px solid black;"><b>5 083 243,46</b></td> </tr> </table>		DPH	%	Základ daně	DPH celkem	snížená	15,0	0,00	0,00	základní	21,0	4 201 027,65	882 215,80	<b>Cena s DPH</b>			<b>5 083 243,46</b>
DPH	%	Základ daně	DPH celkem																		
snížená	15,0	0,00	0,00																		
základní	21,0	4 201 027,65	882 215,80																		
<b>Cena s DPH</b>			<b>5 083 243,46</b>																		
				<b>E Přípočty a odpočty</b>																	
				Dodá zadavatel		0,00															
				Klouzavá doložka		0,00															
				Zvýhodnění		0,00															

## ROZPOČET

Stavba: EKONOMICKÝ NÁVRH BETONOVÉ STROPNÍ DESKY ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY

Objekt: 1.3 Model C deska vylehčená plastovými dílci U-BOOT

Objednatel:

Zhotovitel:

Místo:

Zpracoval: Bc. Jakub Válek

Datum: 10. 1. 2014

Č.	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Cena celkem	Hmotnost celkem
----	-------------	-------	----	-----------------	-----------------	-------------	-----------------

**HSV Práce a dodávky HSV 4 201 027,65 1 013,469**

**4 Vodorovné konstrukce 3 962 856,43 1 013,469**

1	411322626	Stropy trámové, kazetové nebo hříbové ze ŽB tř. C 30/37	m3	346,290	3 190,00	1 104 665,10	849,598
2	411354173	Zřízení podpěrné konstrukce stropů v do 4 m pro zatížení do 12 kPa	m2	1 656,120	160,00	264 979,20	8,678
3	411354174	Odstranění podpěrné konstrukce stropů v do 4 m pro zatížení do 12 kPa	m2	1 656,120	33,60	55 645,63	0,000
4	411354211	Bednění stropů ztracené z truhlíků nebo bedniček	m2	1 656,120	450,00	745 254,00	56,971
5	590101520	Bednička U-BOOT - vložka ztraceného bednění	kus	3 095,000	107,00	331 165,00	55,710
6	411361821	Výztuž stropů betonářskou ocelí 10 505	t	35,663	38 500,00	1 373 025,50	35,663
7	411362112	Osazení smykové lišty	ks	144,000	125,00	18 000,00	0,759
8	548794175	Smyková lišta HDB 12/225-2/320	kus	144,000	487,00	70 128,00	3,191

**9 Ostatní konstrukce a práce-bourání 238 165,22 0,000**

**99 Přesuny hmot a sutí 238 165,22 0,000**

9	998011002	Přesun hmot pro budovy zděné v do 12 m	t	1 013,469	235,00	238 165,22	0,000
---	-----------	--	---	-----------	--------	------------	-------

**Celkem 4 201 027,65 1 013,469**

## 8 EKOMICKÉ ZHODNOCENÍ

### 8.1 Zhodnocení z hlediska množství materiálu

Množství materiálu	Model A	Model B	Model C
Beton $m^3$	430,56	387,786	346,290
Výztuž $k_g$	35454	35295	35,663
Smykové lišty $ks$	144	-	144
U-BOOT	-	-	3095

### 8.2 Zhodnocení z hlediska ceny množství materiálu

Cena materiálu	Model A	Model B	Model C
Beton $m^3$	1 343 440,80	1 224 277,34	1 104 665,10
Výztuž $k_g$	1 364 979,00	1 358 857,50	1 373 025,50
Smykové lišty $ks$	52 603,20	-	70 128,00
U-BOOT	-	-	331 165,00
<b>CELKEM Kč</b>	<b>2 761 023,00 Kč</b>	<b>2 583 134,84 Kč</b>	<b>2 878 983,6</b>

### 8.3 Zhodnocení z hlediska ceny práce

Cena materiálu	Model A	Model B	Model C
Bednění zřízení	596 203,20	655 995,60	745 254,00
Bednění odstranění	173 892,60	216 983,16	173 892,60
Podpěrná konstrukce zřízení	264 979,20	264 979,20	264 979,20
Podpěrná konstrukce odstranění	55 645,63	55 645,63	55 645,63
Osazení smykové lišty	18 000	-	18 000
<b>CELKEM Kč</b>	<b>1 108 720,43 Kč</b>	<b>1 193 603,59 Kč</b>	<b>1 257 771,43</b>

### 8.4 Zhodnocení celkové ceny + přesun hmot

Cena materiálu	Model A	Model B	Model C
Cena	4 130 564,73	4 009 641,76	4 201 027,65
Základní DPH 21%	867 418,60	842 024,80	882 215,8
<b>CELKEM Kč</b>	<b>4 997 983,33 Kč</b>	<b>4 851 666,56 Kč</b>	<b>5 083 243,46 Kč</b>

## 9 ZÁVĚR

*Ekonomika* je v posledních letech hlavním kritériem při výběrovém řízení nových staveb. Vliv na cenu stavby má mnoho faktorů. Jedním z hlavních faktorů je volba konstrukčního systému a využitelnost konstrukce. Na ceně konstrukce se jistým vlivem podílí rezervy v konstrukci. Pro určení využitelnosti konstrukce slouží dle mého názoru druhý mezní stav. Při výpočtu deformací jednotlivých variant nastal problém s využitelností konstrukce, která ovlivnila tloušťky jednotlivých modelů. To vedlo k návratu na začátek výpočtu a snížení tloušťky desky. Snahou bylo srovnat velikosti deformací na podobnou hodnotu. Toto se však nepovedlo u modelu B, který by byl při stejné hodnotě průhybu ekonomicky nevýhodný. Při výpočtu modelu B se podařilo najít téměř limitní hodnotu průhybu. Využitelnost desky zesílenými hlavicemi je 95%, a to se určitě podílí i na ekonomické stránce této varianty. Další dvě možnosti mají téměř identickou velikost deformace. Využitelnost desky konstantní tloušťky je 62 % a využitelnost desky vylehčenou plastovými vložkami U – BOOT je 63 %. Myslím si, že je velice důležité tento výpočet neopomenout, protože dá jasnou představu projektantovi o možnostech konstrukce.

Množství materiálu je další faktor, který má vliv na cenu konstrukce. Každý konstrukční systém má jinou spotřebu materiálu, ale i jiné položky, které je nutné zahrnout do ceny konstrukce. Dané tři varianty se liší ve spotřebě materiálu i v množství položek. Stejně položky jsou spotřeba betonu a množství výztuže. Deska s konstantní tloušťkou má největší spotřebu betonu  $430,56 \text{ m}^3$ . Model B zesílený hlavicemi má množství  $42 \text{ m}^3$  méně. Nejmenší spotřebu betonu má vylehčená deska plastovými vložkami. Tam se množství spotřebovaného betonu dostalo na číslo  $346,29 \text{ m}^3$ . Což je o  $84,27 \text{ m}^3$  méně než model A. Rozdíl mezi modelem B a modelem C  $41,496 \text{ m}^3$ .

Množství ocele použitých ve všech variantách je přibližně stejné. Je jen třeba zdůraznit, že u modelu C je v tomto množství započítána i smyková výztuž, která v ostatních dvou možnostech není.

Další položkou, která ovlivnila cenu jednotlivých variant, jsou smykové lišty. Tento prvek zabráňující protlačení je navržen u desky s konstantní tloušťkou a u vylehčené desky. Tento prvek je prvním rozdílem v množství položek. Dalším rozdílem je použití plastových vložek u modelu C. Tato položka s cenou 331 165 Kč je rozhodujícím faktorem v ceně z hlediska množství materiálu a označila model C za nejdražší. Nejlevnější v rámci tohoto kritéria je Model B. Dílčím faktorem je minimální množství položek.

Cenu dále ovlivňuje pracnost jednotlivých konstrukčních systémů. Zde jsou vybrány jen rozdílné položky, protože armovací práce a betonáž je zahrnuta již v ceně materiálu a je u všech tří variant stejná. Do tohoto hlediska jsou zahrnuty montáž bednění a nosného systému. Dále osazení jednotlivých položek a demontáž bednění a podpůrného systému. Z hlediska pracnosti je nejlevnější model A. Zde se projevila jednoduchost ve výstavbě bednění. Nejdražší variantou je vylehčená deska. Cenu ovlivnila pracnost bednění konkrétně rozestavení plastových vložek.

Dílčí ceny jsou uvedeny v položkových rozpočtech a jsou porovnávány v odstavci 8 ekonomické zhodnocení.

Nejlevnější varianta je deska se zesilující hlavicí s cenou 4 851 666,56 Kč. Další možností je deska s konstantní tloušťkou s cenou 4 997 983,33 Kč. Nejdražší je vylehčená deska plastovými vložkami s cenou 5 083 243,46 Kč. Rozdíl mezi nejdražší a nejlevnější variantou je 231 576,9 Kč.

Vítězný model B má nejvyšší využitelnost a tento fakt ho zvyhodňuje. Na druhou stranu při stejném procentu využití by byla tloušťka desky 240 *mm* a tato varianta by nebyla moc ekonomická. Model C jako nejdražší je znevýhodněn cenou plastových vložek. Domnívám se, že při větším zatížení konstrukce, tím pádem větších rozměrů desek, bude úspora betonu markantně větší. Nespornou výhodou modelu C je váha konstrukce desky. Tento fakt může řádně ovlivnit cenu založení stavby. Tím i ovlivnit cenu celé stavby.

Dle mého názoru je pro investora dobré, když projektant prokáže ekonomickou úsporu stavebního díla. Je však otázkou, jestli cenová politika dovolí projektantovi tvořit takto časově náročné projekty.

## 10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ČSN EN 1990. *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [2] 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.
- [3] ČSN EN 1992-1-1. *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí: Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [4] ČSN 73 1201. *Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb*. Praha: Český normalizační institut, 2010.
- [5] BAŽANT, Zdeněk. *BETONOVÉ KONSTRUKCE I: Betonové konstrukce plošné - část 1*. Brno. VUT v Brně, 2005
- [6] BAŽANT, Zdeněk. *BETONOVÉ KONSTRUKCE I: Betonové konstrukce plošné- část 2*. Brno. VUT v Brně, 2005
- [7] R-FEM společnosti Dlubal
- [8] Autocad 2013
- [9] Microsoft Office Word 2007
- [10] Microsoft Office Excel 2007

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

$g_k$	-charakteristická hodnota stálého zatížení
$q_k$	- charakteristická hodnota užitečného zatížení
$g_d$	- nahodilá hodnota stálého zatížení
$q_d$	- nahodilá hodnota užitečného zatížení
$h_s$	- tloušťka desky
$l$	- osová rozpětí
$l_n$	- světlé rozpětí
$V_{ed}$	- posouvající síla
$f_{yk}$	- charakteristická hodnota meze kluzu
$f_{yd}$	- návrhová hodnota meze kluzu
$f_{ywd,eff}$	-návrhová hodnota meze kluzu smykové výztuže
$f_{ck}$	- charakteristická hodnota pevnosti betonu v tlaku
$f_{cd}$	- návrhová hodnota pevnosti betonu v tlaku
$f_{ctm}$	- střední hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu
$\epsilon_{cu}$	- mezní poměrné přetvoření betonu v tlaku
$\epsilon_s$	- poměrné přetvoření betonářské výztuže
$E$	- modul pružnosti daného materiálu
$k$	- ohybová tuhost prvku
$c_{nom}$	- krytí výztuže vrstvou betonu
$A_{st}$	- plocha navržené betonářské výztuže
$A_{st,min}$	- minimální možná plocha betonářské výztuže
$A_{st,max}$	- maximální možná plocha betonářské výztuže
$A_{st,req}$	- nutná plocha betonářské výztuže
$b$	- šířka průřezu
$d$	- účinná výška průřezu
$x$	- poloha neutrální osy
$x_{lim}$	- limitní poloha neutrální osy
$z$	- rameno vnitřních sil
$M_{rd}$	- moment na mezi únosnosti
$v_{Ed}$	- maximální smykové napětí
$v_{Ed,0}$	- omezení smykové odolnosti těsně kolem sloupu
$v_{Rd,c}$	- smyková únosnost prvku bez smykové výztuže
$v_{Rd,cs}$	- smyková únosnost prvku se smykovou výztuží
$\rho$	- stupeň vyztužení
$\gamma_c$	- dílčí součinitel betonu dle EN 1992-1-1
$\gamma_s$	- dílčí součinitel betonářské výztuže dle EN 1992-1-1



## 11 SEZNAM PŘÍLOH

- P1 – Statický výpočet Model A – deska konstantní tloušťky
- P2 – Statický výpočet Model B – deska zesílená hlavicemi
- P3 – Statický výpočet Model C – deska vylehčená plastovými vložkami U - BOOT
- P4 – Výkres tvaru Model A
- P5 – Schéma dolní výztuže Model A
- P6 – Schéma horní výztuže Model A
- P7 – Výkres tvaru Model B
- P8 – Schéma dolní výztuže Model B
- P9 – Schéma horní výztuže Model B
- P10 – Výkres tvaru Model C
- P11 – Schéma dolní výztuže Model C
- P12 – Schéma horní výztuže Model C