

Projektová dokumentace pro provádění stavby

D.1.2 Stavebně konstrukční řešení

D.1.2 b) Podrobný statický výpočet

## OBLASTNÍ NEMOCNICE NÁCHOD

### II. ETAPA MODERNIZACE A DOSTAVBY

Stavebník: KRÁLOVÉHRADECKÝ KRAJ  
Pivovarské náměstí 1245  
500 03 Hradec Králové

Objednatel: DOMY, spol. s r.o.  
Politických vězňů 19  
110 00 Praha 1

Zpracovatel: RECOC, spol. s r.o.  
Seydlerova 2451/8  
Praha 13, 158 00

Projektant: Ing. Miloslav Smutek, Ph.D.

Tým: Ing. Milan Klášterka  
Ing. Michaela Blahová  
Ing. Jakub Vrzáň  
Ing. Ladislav Kubát

## Obsah

1	Soubor použitých norem a literatury	3
1.1	Řada norem ČSN	3
1.2	Zákony a vyhlášky	4
2	Použité podklady a literatura	4
3	Použité programy	4
4	Uvažovaná zatížení	5
5	Použité materiály	6
5.1	Betony podle ČSN EN 1992-1-1 (ČSN EN 206)	6
5.2	Měkká výztuž podle ČSN EN 1992-1-1	6
5.3	Konstrukční oceli podle ČSN EN 1993-1-1:2006 dle EN 10025-2; Třída oceli podle ČSN EN 10027	7
6	Charakteristika konstrukce	7
6.1	Zásahy do nosné konstrukce	7
6.1.1	1. Podzemní podlaží	7
6.1.2	1. Nadzemní podlaží	7
6.1.3	2. a 3. Nadzemní podlaží	8
6.1.4	4. Nadzemní podlaží	8
6.2	Nová základová konstrukce pod schodišťovou věží objektu C	8
7	Výpočtový	9
7.1	Výpočetní program	9
8	Výpočetní aparát – FEM výpočty	9
8.1	Program RENEX3D	9
8.1.1	Charakteristika programu	9
8.1.2	Použité prvky	9
8.1.3	Použití programu	10
8.1.4	Dělení na konečné prvky	10
8.1.5	Souřadnicové systémy	10
8.1.6	Interakce s podložím	13
8.1.7	Zatížení a jejich kombinace	13
8.1.8	Schéma uživatelsky definovaných průřezů	14
8.1.9	Hromadné posudky tyčových prvků	15
9	Zatěžovací stavy a jejich kombinace	16
9.1	Kombinace podle metodiky EN 1990:2004	16
9.2	Zatížení příčkami	17
9.3	Názvy zatěžovacích stavů a kombinací v programu RENEX 3D	18
9.4	Uživatelsky definované kombinace	18
10	Vyztužení styku železobetonová stěna deska	20
11	Posouzení konstrukce podle ČSN ISO 13822:2014, resp. 13822:2005	20
12	Komentář ke grafickým výstupům	21
12.1	Fyzikální vlastnosti	21
12.2	Zatížení	21
12.3	Výstupy – mezní stavy únosnosti (MSÚ)	21
12.4	Výstupy – mezní stavy použitelnosti	21
13	Závěr	22
	Seznam příloh	22

## 1 Soubor použitých norem a literatury

### 1.1 Řada norem ČSN

ČSN 73 0038:2014	Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí – Doplnující ustanovení
ČSN 73 1201:2010	Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb
ČSN 73 2401	Provádění a kontrola konstrukcí z předpjatého betonu – <a href="#">změny a, Z2, Z3, Z4</a>
ČSN EN 1536+A1	Provádění speciálních geotechnických prací – Vrtané piloty
ČSN EN 13670	Provádění betonových konstrukcí – oprava <a href="#">1</a>
ČSN EN 1990	Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí – <a href="#">oprava 1, 2, 3, 4; změny A1, Z1, Z2, Z3; NA ed. A; ed. 2</a>
ČSN EN 1991-1-1	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb – <a href="#">oprava 1; změny Z1, Z2; NA ed. A</a>
ČSN EN 1991-1-2	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-2: Obecná zatížení – Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru – oprava <a href="#">1, 2, 3; NA ed. A</a>
ČSN EN 1991-1-3	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem – <a href="#">oprava 1; změny A1, Z1, Z2, Z3, Z4, Z5; NA ed. A; ed. 2 - změna A1</a>
ČSN EN 1991-1-4	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem – <a href="#">oprava 1, 2, 3; změny Z1, Z2, Z3; NA ed. A, - změna A1; ed. 2</a>
ČSN EN 1991-1-5	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou – <a href="#">oprava 1, 2; změny Z1, Z2; NA ed. A</a>
ČSN EN 1991-1-6	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-6: Obecná zatížení – Zatížení během provádění – <a href="#">oprava 1, 2; změny Z1, Z2, Z3, Z4; NA ed. A</a>
ČSN EN 1991-1-7	Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-7: Obecná zatížení – Mimořádná zatížení – <a href="#">oprava 1; změny A1, Z1; NA ed. A</a>
ČSN EN 1992-1-1	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby – <a href="#">oprava 1, 2; změny A1, Z1, Z2, Z3; NA ed. A; ed. 2 - změna A1, Z1</a>
ČSN EN 1992-1-2	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-2: Obecná pravidla – Navrhování konstrukcí na účinky požáru – <a href="#">oprava 1; změna NA ed. A</a>
ČSN EN 1992-3	Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 3: Nádrže na kapaliny a zásobníky – <a href="#">změna A; NA ed. A</a>
ČSN EN 1993-1-1	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby – <a href="#">oprava 1, 2; změna A1, Z1, Z2, Z3; NA ed. A; ed. 2 - oprava 1, změna A1</a>
ČSN EN 1993-1-2	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-2: Obecná pravidla: Navrhování konstrukcí na účinky požáru – <a href="#">oprava 1; změna Z1; NA ed. A</a>
ČSN EN 1993-1-8	Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků – oprava <a href="#">1, 2 – změna Z1, Z2, Z3; NA ed. A; ed. 2</a>
ČSN EN 1996-1-1+A1:2013	Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce – <a href="#">NA ed. A</a>
ČSN EN 1996-1-2	Navrhování zděných konstrukcí. Část 1-2: Obecná pravidla – Navrhování konstrukcí na účinky požáru – <a href="#">oprava 1; změna Z1; NA ed. A; ed. 2</a>
ČSN EN 1996-2	Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí. Část 2: Volba materiálů, konstruování a provádění zdiva – <a href="#">oprava 1; změna Z1; NA ed. A</a>
ČSN EN 1996-3	Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí. Část 3: Zjednodušené metody výpočtu nevyztužených zděných konstrukcí – <a href="#">oprava 1; NA ed. A</a>
ČSN EN 1997-1	Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí. Část 1: Obecná pravidla – <a href="#">oprava 1; změna NA ed. A</a>
ČSN ISO 2394:2016	Obecné zásady spolehlivosti konstrukcí.

ČSN ISO 13822:2014 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí.

ČSN EN ISO 12944-05 Nátěrové hmoty – Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy – Část 5 – Ochranné nátěrové systémy

ČSN EN ISO 14713-1 Zinkové povlaky – Směrnice a doporučení pro ochranu ocelových a litinových konstrukcí proti korozi – Část 1: Obecné zásady pro navrhování a odolnost proti korozi

ČSN EN ISO 14713-2 Zinkové povlaky – Směrnice a doporučení pro ochranu ocelových a litinových konstrukcí proti korozi – Část 2: Žárové zinkování ponorem

## 1.2 Zákony a vyhlášky

Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu v platném znění –

Vyhláška č. 499/2006 Sb., Vyhláška o dokumentaci staveb, v platném znění (Vyhláška č. 405/2017 Sb., částka 144 ze 7. 12. 2017 o dokumentaci staveb ve znění Vyhlášky č. 62/2013 Sb. a vyhláška č. 169/2016 Sb.)

## 2 Použité podklady a literatura

- [ 01 ] Architektonicko-stavební řešení | DOMY, spol. s r.o., Politických vězňů 19, 110 00 Praha 1, Ing. arch. Michal Juha, Ing. arch. Jan Topinka, Ing. Roman Jarosil, Ing. Blanka Handrychová, 2024
- [ 02 ] Podrobný inženýrsko-geologický průzkum – pavilon K, J | CHEMCOMEX Praha, a.s., Elišky Přemyslovny 379, 156 00 Praha 5 – Zbraslav, RNDr. Pavel Polák, 2/2012
- [ 03 ] Dokumentace stávajících pavilonů B, C, D, E | DOMY, spol. s r.o., Politických vězňů 19, 110 00 Praha 1, archiv nemocnice
- [ 04 ] FEM, principy a praxe metody konečných prvků | Kolář V., Němec I., Kanický V. | a navazující manuály k programům NEXX.
- [ 05 ] ČSN P ENV 1992-1-1, část 1.1, čl. A 2.9, str. 334-338
- [ 06 ] Programy FINE – uživatelské manuály
- [ 07 ] Manuál k programu RENEX3D | RECOC, spol. s r.o., 2013
- [ 08 ] Manuál k programu SCIA ENGINEER | Nemetschek Scia s.r.o., 2013
- [ 09 ] Uživatelský a teoretický manuál programu RENEX3D, verze 7.01 | RECOC, spol. s r.o., 02.2019

## 3 Použité programy

Programy RENEX	© FEM consulting Brno s.r.o., RECOC, spol. s r.o.,
Preprocesory a postprocesory RECOC-BETON	© RECOC, spol. s r.o.,
FIN	© FINE s.r.o.
Tabulkové procesory Excel	© RECOC, spol. s r.o.
3D Atena	© Červenka Consultings.r.o.
SCIA ENGINEER	Nemetschek Scia s.r.o., 2013
Hilti Profis Anchor	© HILTI s.r.o.
IDEA StatiCa	IDEA StatiCa s.r.o.

## 4 Uvažovaná zatížení

Zatížení jsou převzata z norem ČSN EN 1991-1-1 až 1991-1-7.

Stálá zatížení byla vypočtena podle podkladů.

Užitná zatížení byla převzata normovými hodnotami z Tabulky 6.2(CZ), 6.8(CZ) a 6.10(CZ) ČSN EN 1991-1-1. Tíhy přemístitelných příček byly přidány do užitného plošného zatížení. Příčky, jejichž tíha na bm byla vyšší než normou stanovená hodnota, byly modelovány skutečnou tíhou liniovým zatížením. Konkrétně byly použity minimální hodnoty:

**Tabulka 6.2(CZ) – Užitná zatížení stropních konstrukcí, balkónů a schodišť pozemních staveb**

Kategorie zatěžovaných ploch	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]
<b>kategorie A</b>		
– stropní konstrukce	1,5	2,0
– schodiště	3,0	2,0
– balkóny	3,0	2,0
<b>kategorie B</b>	2,5	4,0
<b>kategorie C</b>		
– C1	3,0	3,0
– C2	4,0	4,0
– C3	5,0	4,0
– C4	5,0	7,0
– C5	5,0	4,5
<b>kategorie D</b>		
– D1	5,0	5,0
– D2	5,0	7,0

**Tabulka 6.8(CZ) – Užitná zatížení garáží a dopravních ploch pro vozidla**

Kategorie dopravních ploch	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]
<b>Kategorie F</b>		
Celková tíha vozidla: ≤ 30 kN	2,5	20
<b>Kategorie G</b>		
30 kN < celková tíha vozidla ≤ 160 kN	5,0	120

### NA.2.9 Článek 6.3.4.2 Střechy – Hodnoty zatížení, odstavec (1)

Pro stanovení užitných zatížení střeš category H se v ČR používají hodnoty z tabulky 6.10(CZ). Předpokládá se, že rovnoměrné zatížení  $q_k$  působí na ploše  $A = 10 \text{ m}^2$ . Viz také 3.3.2(1).

**Tabulka 6.10(CZ) – Užitná zatížení střeš category H**

Střeš	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]
<b>Kategorie H</b>	0,75	1,0

### NA.2.10 Článek 6.4 Vodorovná zatížení zábradlí a dělících stěn, odstavec (1) (tabulka 6.12)

Pro stanovení charakteristických hodnot přímkového zatížení  $q_k$  se v ČR používají hodnoty z tabulky 6.12(CZ).

**Tabulka 6.12(CZ) – Vodorovná zatížení zábradlí a dělících stěn**

Zatěžované plochy	$q_k$ [kN/m]
<b>Kategorie A</b>	0,5
<b>Kategorie B a C1</b>	1,0
<b>Kategorie C2 – C4 a D</b>	1,0
<b>Kategorie C5</b>	5,0
<b>Kategorie E</b>	2,0 <sup>1)</sup>
<b>Kategorie F</b>	viz příloha B
<b>Kategorie G</b>	viz příloha B

<sup>1)</sup> Tato hodnota se u užitných ploch category E považuje za hodnotu minimální, podle způsobu používání se zvyšuje.

Sněhová oblast je podle ČSN EN 1991-1-3:2006 V, tedy charakteristická hodnota zatížení sněhem  $s_k = 2,5 \text{ kPa}$ .

Větrná oblast je podle ČSN EN 1991-1-4:2007 II, tedy výchozí základní rychlost větru  $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$ .

Zatížení a jejich kombinace byly generovány dle platných norem ČSN EN 1990 a ČSN EN 1991:

- Stálé zatížení představuje vlastní tíha konstrukce automaticky generovaná programem z průřezových charakteristik a z průměrné objemové hmotnosti použitého materiálu.
- Ostatní stálé zatížení ve svislém směru je reprezentováno skladbami kompletačních konstrukcí pro objekt C a B bráno shodně  $2,0 \text{ kN/m}^2$  pro skladbu dvouplášťové střechy  $2,5 \text{ kN/m}^2$
- Proměnná zatížení jsou rozdělena na užitná a klimatická:
  - Celý areál se nachází podle klasifikace ČSN EN 1991-1-3 „Zatížení konstrukcí“ v V. sněhové oblasti, pro kterou platí normová hodnota  $s_k=2,5 \text{ kPa}$  (souč. expozice 1,0, tep. souč. 1,0, součinitel tvaru ploché střechy 0,8, tj. na střeších  $2,0 \text{ kN/m}^2$ ; souč. zatížení pro zatížení sněhem je  $\gamma = 1,5$ ).
  - Celý areál se nachází podle klasifikace ČSN EN 1991-1-4 „Zatížení konstrukcí“ z hlediska klimatických zatížení větrem je objekt zařazen do II. větrové oblasti s referenční rychlostí větru  $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$  a terénu kategorie III; součinitel zatížení pro zatížení větrem je u objektu  $\gamma = 1,5$ .
- užitná:
  - plošné zatížení v ordinacích a pokojích –  $2,5 \text{ kN/m}^2$  + od příček  $1,2 \text{ kN/m}^2$
  - na schodištích –  $3,0 \text{ kN/m}^2$
  - pochozí zatížení na střechy  $0,75 \text{ kN/m}^2$

## 5 Použité materiály

Ve výpočtech jsou použity následující fyzikálně mechanické vlastnosti materiálů. Moduly pružnosti jsou uvažovány tabulkovými hodnotami, pokud není ve výpočtu výslovně uvedeno jinak. Pokud by se na stavbě z libovolného důvodu nepodařilo těchto teoretických hodnot dosáhnout, je nutno informovat statika a s největší pravděpodobností provést přepočet s hodnotami garantovanými dodavatelem betonové směsi.

Při posuzování starých konstrukcí je postupováno podle normy ČSN ISO 13822:2005 Zásady navrhování – Hodnocení existujících konstrukcí, Tabulky NC.1 – NC.8. Norma byla nahrazena normou ČSN ISO 13822:2014, ve které však byly tyto tabulky vypuštěny.

### 5.1 Betony podle ČSN EN 1992-1-1 (ČSN EN 206)

Značka	EN 206	$f_{cm}$ [MPa]	$f_{ctm}$ [MPa]	$E_{cm}$ [GPa]	$\gamma$ [ $\text{kg/m}^3$ ]
C12/15	C12/15	20	1,6	27	2500
C16/20	C16/20	24	1,9	29	2500
C20/25	C20/25	28	2,2	30	2500
C25/30	C25/30	33	2,6	31	2500
C30/37	C30/37	38	2,9	33	2600
C35/45	C35/45	43	3,2	34	2600
C40/50	C40/50	48	3,2	35	2600
C50/60	C50/60	58	4,1	37	2600
C70/85	C70/85	78	4,6	41	2600
C80/95	C80/95	88	4,8	42	2600
Poissonova konstanta		0,2	Součinitel tepelné roztažnosti		$10,10^{-6} \text{ K}^{-1}$

### 5.2 Měkká výztuž podle ČSN EN 1992-1-1

Značka	$f_{yk}$ [MPa]	$F_{yd}$ [MPa]	$E_s$ [GPa]
B 500B	500	434,8	200
KARI	500	434,8	200
BSt 550	550	478,3	200

### 5.3 Konstrukční oceli podle ČSN EN 1993-1-1:2006 dle EN 10025-2; Třída oceli podle ČSN EN 10027

Třída oceli	$f_y$ [MPa]	$f_u$ [MPa]	$f_y$ [MPa]	$f_u$ [MPa]	$E_s$ [GPa]
Tloušťka [mm]	< 40		40–80		
S 235	235	360	215	360	210
S 275	275	430	255	410	210
S 355	355	490	335	470	210
S 450	440	550	410	550	210
Poissonova konstanta		0,3	Součinitel tepelné roztažnosti		$12,10^{-6}K$

## 6 Charakteristika konstrukce

Stávající objekt C je navržen jako podélný trojtrakt a je rozdělen na dva dilatační celky. První celek tvoří budova se čtyřmi nadzemními podlažími a jedním podlažím podzemním a objekt druhý dvoupodlažní pavilon o jednom podlaží nadzemním a jedním podzemním podlažím. Suterénní zdivo nad základy je ze železobetonu. Nosné obvodové konstrukce jsou ze zdiva tl. 500 mm systému CD-INA-A na maltu M25. Dle označení z původní technické zprávy. Stropní desky jsou tvořeny panely a deskami PZD. Panely vycházejí ze systému s označením MS-71. Stropní panely jsou osazeny na železobetonových věncích. Zastřešení je tvořeno dvoupláštovou střechou s vyzděnými spádovými klíny a druhou vrstvou konstrukce z keramických panelů.

K tomuto objektu nebyla k dispozici podrobná dokumentace původní konstrukční části. Musí být tedy před realizací proveden dostatečně podrobný stavebně technický průzkum s dostatečným počtem sond a detailů. Velkou roli mohou mít i nezdokumentované zásahy v minulosti.

### 6.1 Zásahy do nosné konstrukce

#### 6.1.1 1. Podzemní podlaží

V suterénu objektu C nedochází k žádnému masivnímu zásahu do nosné konstrukce. Pouze u stávající dvoupodlažní přístavby dochází k doplnění průchodu uvnitř objektu v nosné stěně tak, aby nové uložení nosníku schodiště, který tvoří jednu stranu nové chodby, byl uložen na spojitě konstrukci, která jde až na základovou desku v našem případě základový pas pod nosnou stěnou. Toto doplnění bude provedeno buď z cihel plných pálených a nebo může být shodně provedeno z prolitých tvarovek ztraceného bednění.

#### 6.1.2 1. Nadzemní podlaží

V tomto podlaží probíhá osazení ocelové konstrukce schodišťové věže na stávající střešní konstrukci dvoupodlažní přístavby. Předpokladem osazení ocelové konstrukce je odstranění atik a střešního souvrství v potřebném rozsahu. Atiky jsou zděné a nelze je použít pro ukotvení ocelového sloupu schodiště. Konstrukce pod atikou bude obnažena na nosnou konstrukci, a to buď železobetonovou desku a nebo věnec s uloženými panely. Následně bude vytvořen podkladní vyztužený betonový trámek sloužící jako roznášecí deska pro osazení ocelové konstrukce. minimální tl. podbetonování je 200 mm. Šířku podbetonování určí zvolené kotevní prostředky a jejich okrajové podmínky použití. V místě rozponu stropní konstrukce je pod svislé konstrukce schodiště vložen nosník ze dvou spojených U profilů. Tyto profily by měly být blíže popsány v části ocelových konstrukcí. Nosník bude osazen nad střešní konstrukcí v dostatečné výšce tak, aby jeho průhyb nezpůsobil přetížení stropní konstrukce. Na jedné straně bude nosník uložen v místě odbourané atiky a straně druhé bude nosník osazen do kapsy ve zdivu na podbetonávku tl. 150mm.

Pro střešní konstrukci platí, že nové zatížení od skladby podlahy chodby a užitné zatížení prostoru by nemělo přesáhnout současný stav. Ve stávající konstrukci má střecha užitné zatížení v podobě sněhu a skladby podlahy. Pokud by byla bilance na straně přetížení konstrukce, bude nutné navrhnout zesílení stropní konstrukce.



V přízemí objektu je naplánováno nové propojení skrze stěnu objektu C a skrze stěnu dvoupodlažní přístavby, které zajistí průchod z nové schodišťové věže do objektu C. Oba dva prostupy budou realizovány pomocí ocelovým nosníkům profilu IPE160 v počtu 6 kusů. Osazení proběhne symetricky po třech kusech. Nejprve bude osazena trojice nosníku z jedné strany, dozděna a obetonována a následně bude shodný postup aplikován ze strany druhé. Dalším obdobným zásahem je vytvoření nových prostupů pro VZT skrze obvodovou stěnu přiléhající směrem k objektu D. Zde budou použity shodné profily jako v předešlém případě. Osazení profilů bude probíhat na podbetonávku tl. 100mm a minimální délka uložení je 250mm.

V tomto podlaží dojde k zazdění několika okenních otvorů a dveřních prostupů. Dozdění bude tvořeno shodným materiálem nebo materiálem minimálně shodných parametrů jako je původní nosné zdivo. Ideálně za použití expanzní malty, tak aby bylo dosaženo aktivace zdiva v doplňovaných místech.

### 6.1.3 2. a 3. Nadzemní podlaží

V těchto dvou podlažích dochází k obdobnému zazdění okenních prostupů směrem k objektu D jako v podlaží 1.NP. Ve třetím podlaží dochází k prolomení nových otvorů pro VZT shodně jak v podlaží 1.NP. Budou zde použity překlady IPE 140 v počtu šesti kusů. Do prostor nové chodby skrze stávající nosnou stěnu budou realizovány nové prostupy pro dveře. Pravděpodobně bude postačovat ponechat stávající překlady v konstrukci. Pokud bude výška nebo skutečnost nesplňující předpoklady, pak budou navrženy překlady nové ocelové.

### 6.1.4 4. Nadzemní podlaží

Ve čtvrtém podlaží dochází k prolomení nového vstupního otvoru v obvodovém zdivu do schodišťové věže. Otvor bude mít světlou šířku 1300 mm a na jeho překlenutí budou použity překlady IPE 160 v počtu šesti kusů. Dále pak dochází opět k dozdění několika okenních a dveřních prostupů a prolomení nových prostupů pro VZT potrubí. Do šířky prostupu 300 mm a pozici přímo pod věncem není potřeba použít nosné překlady. Pokud bude potřeba prostup větších a nebo budou blíže jak 500mm u sebe, bude použito nových ocelových překladů.

Podstatným zásahem je osazení nových VZT jednotek na střechu objektu. Samotné přitížení objektu a vliv na založení je zanedbatelný. Ocelové výměny pro VZT jednotky jsou navrženy obecně z ocelových profilů HEA 180, IPE180, HEA220 A IPE 220. Výměny jsou navrženy jako rošt pod dané zařízení. Předpokládá se vždy osadí na obvodové a nebo vnitřní nosné zdivo. Na kratší rozpon středního traktu je navržena výměna z profilů výšky 180 mm a rozpon krajního traktu z profilů výšky 220 mm. Každý z roštů bude mít ocelové nohy, které budou kotveny do nosné stropní konstrukce a nebo pro ně bude vytvořen základový blok, například v případě, že bude konstrukce osazena v místě dutinového panelu, kde nebude možné provést kotvení. Toto řešení je zvoleno i z důvodu minimálního zásahu do střešní dvouplášťové konstrukce.

## 6.2 Nová základová konstrukce pod schodišťovou věží objektu C

Schodišťová věž je osazena na rovné základové desce tl. 350 mm, která je po obvodě lemována základovým pasem výšky 1000 mm o šířce 400 mm. Deska je na 4 místech podepřena velkopřůměrovými pilotami o průměru 600 mm a délce 10 m. Toto řešení je zvoleno z důvodu nehomogenního zásypu v oblasti podzemních stěn přístavby, kdy bychom plošně částečně zakládali do navážky, což je nepřípustné. Takto se také vyhneme negativnímu vliv, který by základová deska vnášela do přilehlé stěny suterénu. Konstrukce je vyztužena vázanou výztuží. Její dimenze a detaily jsou obsaženy ve výkresové dokumentaci. Deska má půdorysné rozměry 6,940 m x 3860 m, do desky se budou kotvit stojky schodiště pomocí chemických, či mechanických kotev. V základu není provedena žádná příprava pro její kotvení. Piloty i deska by spolu měly být provázány výztuží. Deska je navržena z betonu C30/37.



## 7 Výpočtový

### 7.1 Výpočetní program

Výpočty nosné konstrukce byly obecně prováděny metodou konečných prvků (Finite Element Method) programem RENEX3D.

Výpočty byly prováděny na výsecích a dílčích modelech konstrukcí. Byly použity 1D prvky (pro trámy a sloupy), 2D skořepinové prvky pro modelování stropních desek a stěn.

## 8 Výpočetní aparát – FEM výpočty

### 8.1 Program RENEX3D

#### 8.1.1 Charakteristika programu

Konstrukce jako celek, její dílčí části nebo části dané postupem výstavby jsou řešeny metodou konečných prvků, konkrétně programem RENEX3D. Program RENEX3D používá řešiče a matematický aparát vyvinutý prof. Dr. Ing. Vladimírem Kolářem DrSc., doc. Ing. Ivanem Němcem CSc. a řadou dalších staticů a matematiků v Dopravoprojektu Brno jako programy řady NEXX. Jeho vývoj v současné době pokračuje ve firmě FEM Consulting Brno. Řešiče jsou použity i v programech řady NEXIS, ESA a Dlubal Software. Vyznačují se značnou robustností a obrovskou numerickou stabilitou. Obstojí i ve srovnání s programy jako je ANSYS, DIANA a MARC, v lecčem je dokonce předčí. Metoda konečných prvků umožňuje řešení velkých a složitých konstrukcí s prakticky libovolnými okrajovými podmínkami mj. svojí stabilitou a robustností použitých řešičů. Model používá konečné prvky v deformační variantě. Obecně lze říci, že MKP je zobecněná Ritz-Galerkinova variační metoda, užívající báze funkcí s malým kompaktním nosičem, úzce spjatým se zvoleným rozdělením řešené oblasti na konečné prvky.

Ve výpočtu jsou použity plošné 2D prvky, které v sobě zahrnují membránový a ohybový stav namáhání. Použitý model umožňuje libovolnou kombinaci popsaných 2D prvků s prvky jednorozměrnými, ale i prostorovými. Jednorozměrné, tedy prutové prvky, mohou být připojovány excentricky ke střednicové rovině plošného prvku. Dále jdou použity i prvky prostorové, tzv. bricky.

#### 8.1.2 Použité prvky

Pro systém NEXX byl nejprve vyvinut vlastní trojúhelníkový prvek s maticí tuhosti řádu 27, mající v každém vrcholu všech 6 stupňů volnosti bodu Cosseratova 2D kontinua a ve středech stran po třech stupních volnosti. Průběhy rotací jsou podél stran linearizovány. K tomuto prvku byl vyvinut plně kompatibilní 1D prvek s maticí tuhosti řádu 15, což je přirozený důsledek 6 parametrů na obou koncích a 3 parametrů ve středu prvku. Lze je klasifikovat jako statické řešení Cosseratovského modelu plošné a prutové konstrukce. V dalším vývoji byly trojúhelníkové 2D prvky nahrazeny praktičtějšími čtyřúhelníkovými při zachování šíře báze funkcí. V určitých oblastech (určité okrajové podmínky, zahušťování sítě) jsou používány oba typy prvků. Systém NEXX pracuje s deformační variantou MKP a využívá výhradně kompatibilní elementy. Pro ohyb plošných i prutových prvků je možno použít jak Kirchhoffovu, tak Mindlinovu teorii. Prvky byly v poslední době doplněny o analogický prostorový prvek – brick, který je s popsanými 1D a 2D prvky plně kompatibilní.

Z hlediska fyzikálních vlastností materiálů modelovaných prvků jsou úlohy řešeny jako finitní, pomocí členů matice fyzikálních konstant lze vystihnout vazby mezi napětími a deformacemi (ortotropie apod.).

Pro modelování předpínací výztuže jsou použity speciální prutové prvky, které jsou k navazujícím plošným prvkům připojovány s excentricitami vyplývajícími z vertikálního trasování jednotlivých kabelů. Předpínací síla je vnášena jako poměrné přetvoření kabelu po odečtení krátkodobých ztrát (ztráty třením, pokluzem v kotvě a relaxací lana). Jsou automaticky generovány dva stavy, jeden po vnesení předpětí do konstrukce a druhý na konci uvažované životnosti konstrukce. Tím, že jsou tyto prvky pevně spjaty se zbytkem konstrukce, reagují na její deformace zvyšováním, resp. snižováním napětí v lanech. Dlouhodobé ztráty, zejména ztráty

dotvarováním betonu, jsou automaticky řešeny v nelineárních modulech zohledňujících nelineární pracovní diagramy betonu a oceli a vznik a rozvoj trhlin v betonu.

### 8.1.3 Použití programu

Program RENEX3D je použit pro veškeré lineární i nelineární (fyzikálně i geometricky) výpočty, dále pak pro dimenzování potřebných ploch výztuže pro 2D prvky, výpočet šířky trhliny atd. V případě použití předpínací výztuže jsou doplňkové (staticky neurčité) síly, které předpjetí na konstrukci vyvoluje, přenášeny přímo z grafických programů jako samostatné zatěžovací stavy. Byl implementován samostatný prutový prvek s excentrickým připojením, který pomocí poměrného přetvoření umožňuje řešit přesně spolupůsobení betonové konstrukce s přepínací výztuží. V případě nelineárního výpočtu i včetně ztrát přetvořením konstrukce, dotvarováním atd.

Kromě výpočtů lineárních umožňuje i lineárně a fyzikálně nelineární analýzu, dynamické a stabilitní výpočty. Do systému byl implementován modul vyvinutý v RECOC, který umožňuje řešení železobetonových skořepin s uvažováním fyzikálně nelineárního chování betonového průřezu včetně vlivu dotvarování. Dále byly implementovány prvky pro výpočet sendvičových konstrukcí včetně vzdušného bricku (modelování dvojskel apod.) a prvky pro modelování cihelného zdiva.

### 8.1.4 Dělení na konečné prvky

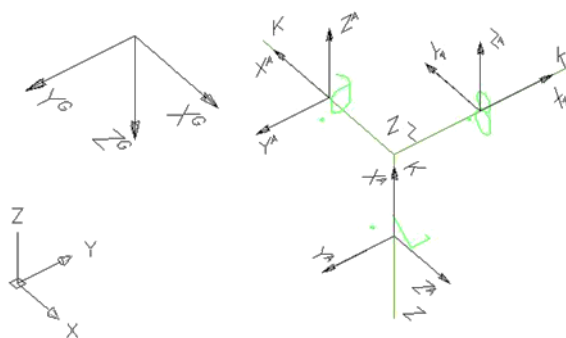
Dělení na konečné prvky se provádí automaticky generátorem. Ve výpočtech celků konstrukcí nebo jejich částí daných postupem výpočtu je základní velikost prvku jeden metr. V místech anomálií konstrukce program automaticky prvky přizpůsobuje geometrii, v místech předpokládaných lokálních zvýšení namáhání konstrukce jsou prvky zahuštěny.

Ve výpočtech subkonstrukcí a zejména konstrukcí dimenzovaných nebo řešených s ohledem na mezní stavy použitelnosti, odpovídá velikost dělení jedno až dvojnásobku tloušťky dotčených prvků. Stropní desky jsou dimenzovány na patrovém výseku. Vertikální nosné konstrukce pod i nad deskou jsou redukovány na polovinu jejich výšky a opatřeny na koncích kloubovými podporami. Jedná se pochopitelně o určité zjednodušení, ale ve většině praktických příkladů vnáší do výpočtu minimální chybu. Konstrukce, u nichž toto zjednodušení nelze použít, jsou řešeny na celkovém modelu s patřičně zjemnělou sítí konečných prvků. U patrových výseků jsou sloupy modelovány buďto pomocí bricků, nebo je do desky vložen deskový prvek půdorysných rozměrů rovných průřezu sloupu s výrazně zvýšenou tuhostí, tak aby byla potlačena teoretická konvergence vnitřních sil k nekonečnu v lomových bodech. Tyto makroprvky neprobíhají procesem dimenzování.

Pro odladění hustoty dělení byla firmou RECOC provedena celá řada kontrolních výpočtů.

### 8.1.5 Souřadnicové systémy

Konstrukce je modelována v globálním souřadnicovém systému –  $X^G, Y^G, Z^G$ .

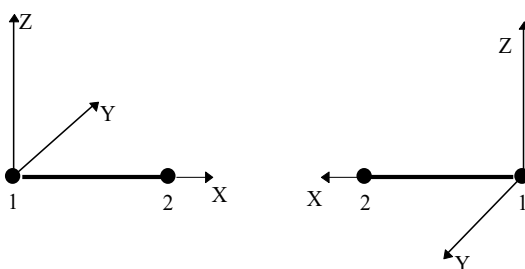


Obrázek 1

Globální souřadný systém

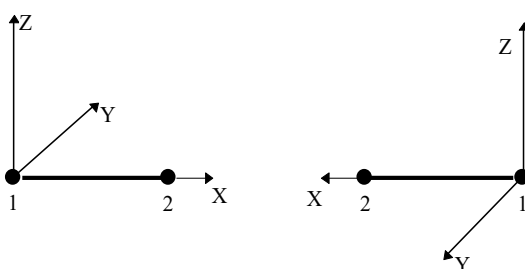
Pro každý prutový prvek je zaveden lokální souřadný systém –  $X^L$ ,  $Y^L$ ,  $Z^L$ . Ty jsou definovány následovně:

U vodorovného prutu rovnoběžného s globální osou X:



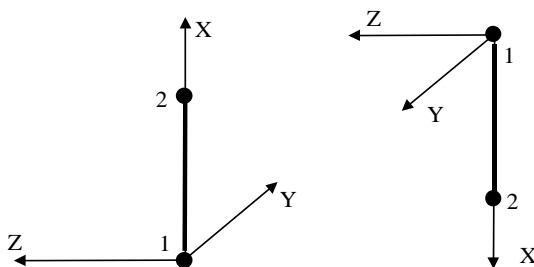
Obrázek 2 Axiální souřadný systém prutů

U vodorovného prutu rovnoběžného s globální osou Y:



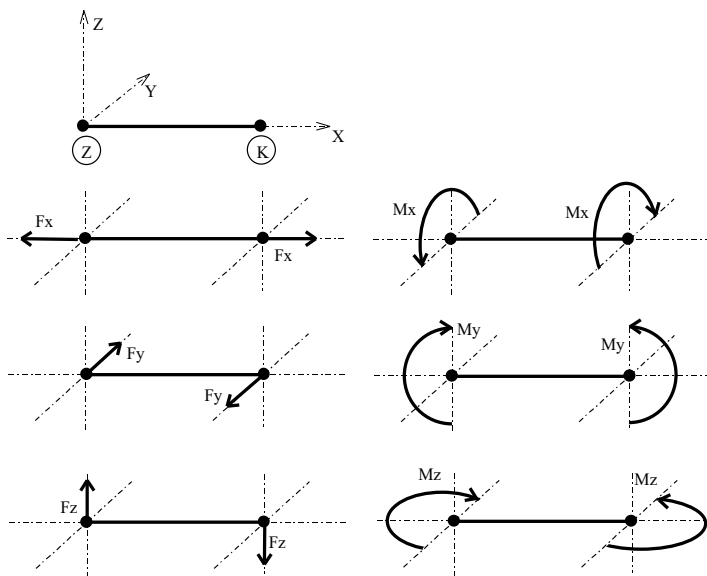
Obrázek 3 Axiální souřadný systém prutů

U svislého prutu rovnoběžného s globální osou Z:



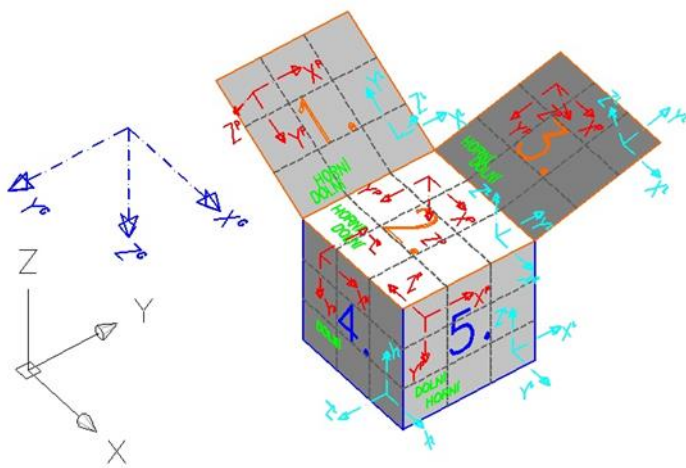
Obrázek 4 Axiální souřadný systém prutů

Z uvedeného vyplývají i konvence vnitřních sil na prutech:



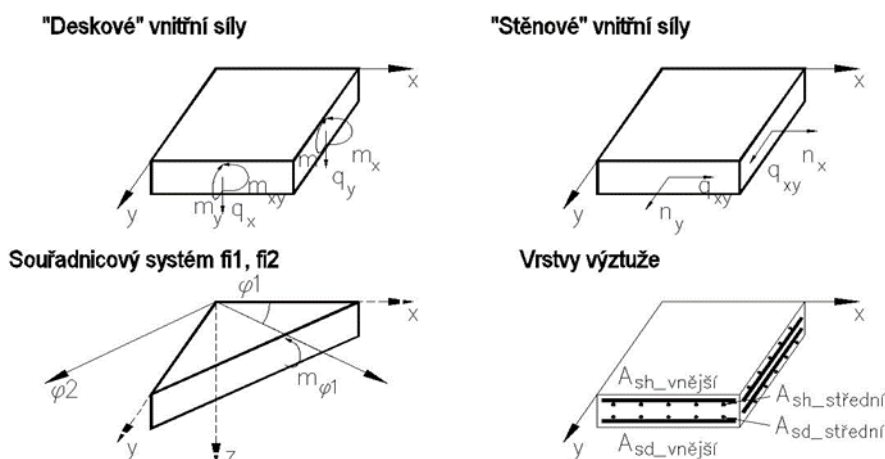
Obrázek 5 Konvence vnitřních sil na prutech

Plošné prvky mají také lokální souřadnicový systém, ten je však pomocný. Deskostěnové prvky mají další systém – planární –  $XP, YP, ZP$ , na obrázku vpravo. Definice a konvence jsou patrné z obrázku.



Obrázek 6 Souřadné systémy plošných deskostěnových prvků

Znaménková konvence a značení vnitřních sil a poloh výztuže je tato:



Obrázek 7 Konvence vnitřních sil na plošných prvcích

### 8.1.6 Interakce s podložím

Pro interakci se základovou půdou používá RENEX3D dvouparametrické Pasternakovo podloží. Hodnoty  $c_1$  a  $c_2$  jsou generovány pomocí iteračních výpočtů v souladu s postupy použitými v programu SOILIN. Bližší informace, případně manuál programu SOILIN. Pilotové základy jsou modelovány pomocí pérových konstant, daných výpočtem piloty s ohledem na její sedání. V některých případech jsou modelovány kloubovými podporami. Piloty, stejně jako další geotechnické konstrukce, jsou řešeny pomocí programů FINE.

### 8.1.7 Zatížení a jejich kombinace

Zatížení je buďto generováno automaticky – vlastní tíha konstrukce - (v provozních hodnotách) nebo zadáváno (v provozních nebo extrémních hodnotách). Hodnoty stálých zatížení jsou počítány v tabulkovém procesoru Excel, užitná nepodkročují příslušné normové hodnoty, jejich skutečná hodnota se řídí požadavky klienta a technologů. Zatížení je možné zadávat silové plošné konstantní velikosti nebo s lineárním nárůstem, liniové a bodové silové nebo momentové a zatížení poměrnými přetvořeními.

V patrových výsecích jsou z celoplošného užitného zatížení automaticky generovány dva systémy šachovnicového zatížení a čtyři systémy zatížení v pruzích.

Kombinace (obalové plochy zatěžovacích stavů) vystihují nejnepříznivější kombinace jednotlivých zatěžovacích stavů na konstrukci nebo její části podle účelu příslušného výpočtu.

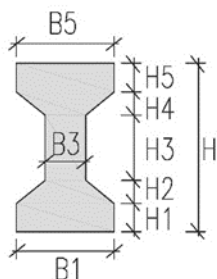
Dimenzovací programy pracují obecně s obalovou plochou kombinací.

Program umožňuje automatické generování kombinací zatěžovacích stavů definovaných symbolickými rovnicemi v EC. V ČSN EN 1990:2004, rovnice číslo (6,9a) až (6,12b) a (6,14a) až (6,16b). Bližší viz samostatná kapitola Zatěžovací stavy a jejich kombinace.

### 8.1.8 Schéma uživatelsky definovaných průřezů

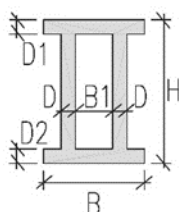
ÍČKO ZOBECNĚNÉ

$H/B_{\max}$  ( $H5;H4;H3;H2;H1/B5;B3;B1$ )



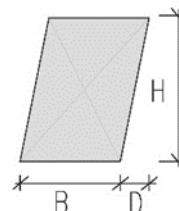
II-PROFIL

$B/H$  ( $D;B1;D1;D2$ )  
tenkostěnný průřez



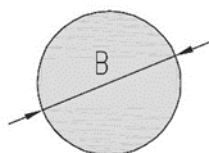
KOSODÉLNÍK

$B/H/D$



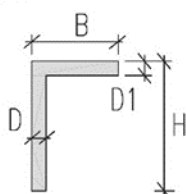
KRUH

$B$



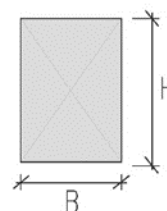
L-PROFIL

$B/H$  ( $D;D1$ )  
tenkostěnný průřez



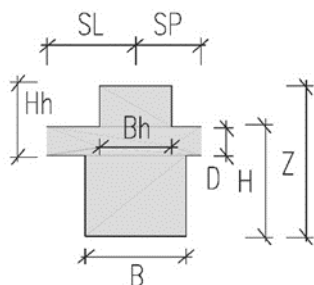
OBDÉLNÍK

$B/H$



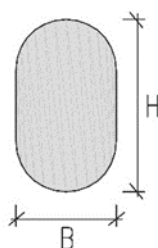
OBDÉLNÍK V DESCE

$B_{\max}/Z/D$  ( $B_h;B/H_h;H$ ) [SL/SP]



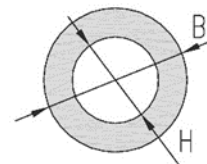
OVÁL

$B/H$



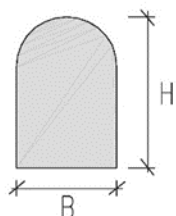
PRSTENEC

$B/H$



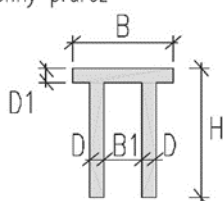
PŮLOVÁL

$B/H$



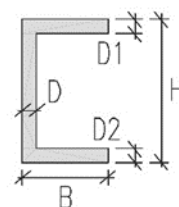
TT-PROFIL

$B/H$  ( $D;B1;D1$ )  
tenkostěnný průřez



U-PROFIL

$B/H$  ( $D;D1;D2$ )  
tenkostěnný průřez



Obrázek 8

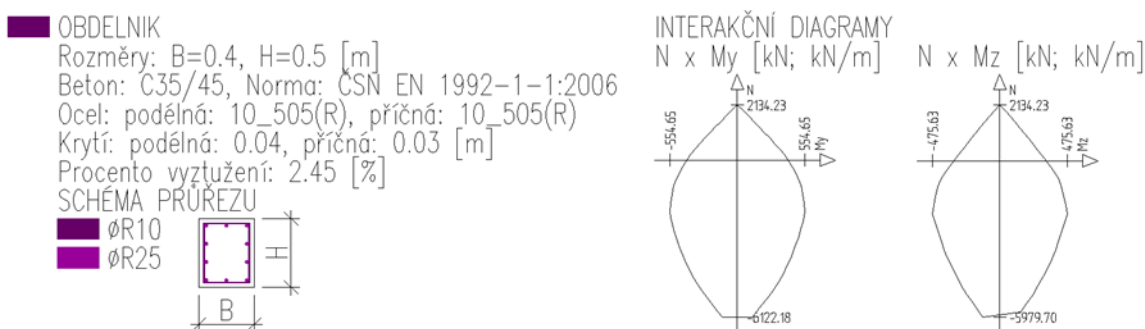
Uživatelsky tvořené průřezy



### 8.1.9 Hromadné posudky tyčových prvků

Železobetonové prutové prvky obdélníkového průřezu mohou být hromadně posuzovány na kombinaci vnitřních sil normálová síla + dva ohybové momenty nebo na kombinaci normálová síla a obě posouvající síly. Kromě geometrie průřezu a navrhovaného betonu jsou u těchto prvků vloženy i informace o podélné a příčné výztuži. Podle metodiky ČSN EN 1992-1-1:2006 jsou stanoveny interakční diagramy  $N \times M_y$  a  $N \times M_z$ . Tyto informace jsou vykresleny ve vstupních údajích. Pro příslušnou normálovou sílu je stanoven průvodič z bodu  $[0, 0, 0]$  bodem  $[N, M_y, M_z]$  a je vyšetřován jeho průsečík s plochou obalové 3D plochy ve vztahu k vnitřním silám. Poměr průvodiče z bodu  $[0, 0, 0]$  do bodu  $[N, M_y, M_z]$  a z bodu  $[0, 0, 0]$  do průsečíku s interakční plochou je vykreslován jako využití příslušné části tyčového prvku. Každý průřez prvku je testován na všechny možné kombinace závislých a nezávislých veličin pro veškeré stavy, které mohou nastat podle symbolických rovnic definujících jednotlivé kombinace podle ČSN EN 1990:2004, rovnice číslo (6.9a) až (6.12b) a (6.14a) až (6.16b). Využití průřezu je vykreslováno ve výstupech ze statického výpočtu, hodnota 1,00 odpovídá 100% využití. Ve výpočtu je zahrnut vzpěr.

Fyzikální vlastnosti: Interakční diagram [-]



Obrázek 9 Grafický výstup průřezu prutu

Výpočtové algoritmy jsou stejné, jaké jsou použity v programech FINE.

Numerické hodnoty je možno exportovat z výpočtu do souboru *definice\_kombinace.cvs*. Ty je možno načíst např. do procesoru Excel ve formátu:

cmp = číslo makroprvku				Kombinace: „TDSTR_A_00_MSU“			typBodu: 0 – krajní, 1 – vnitřní					jednotky: [kN, kNm]		
cmp	x	y	z	popis	$N_x$	$M_y$	$M_z$	typBodu	$N_{x1}$	$M_{y1}$	$M_{z1}$			
3896	36,44	93,05	-11,3	minNx	-4471,3	40,0	14,0	0	-3314,7	37,3	10,9			
3896	36,44	93,05	-11,3	maxNx	-2706,4	-13,7	-0,5	0	-2377,3	35,1	7,9			
3896	36,44	93,05	-11,3	minMy	-3203,6	-54,2	-2,1	0	-2708,7	8,1	6,8			
3896	36,44	93,05	-11,3	maxMy	-3953,1	103,9	19,6	0	-2983,3	64,3	12,0			
3896	36,44	93,05	-11,3	minMz	-3245,2	-50,4	-2,3	0	-2748,4	11,7	6,6			
3896	36,44	93,05	-11,3	maxMz	-3911,5	100,1	19,8	0	-2943,6	60,7	12,2			

V řádcích je uvedeno číslo markopravku; tři souřadnice průřezu; nezávislá vnitřní síla; na ní závislé zbývající vnitřní síly v návrhových hodnotách; typ průřezu (koncový nebo vnitřní průřez); tytéž vnitřní síly v charakteristických hodnotách. Každý konečný prvek prutu je posuzován ve dvou krajních a pěti vnitřních bodech (prvek je rozdělen na šestiny). Tento zápis slouží pouze jako opis vstupních hodnot do posouzení.

Soubor \*.cvs je možno načíst i do excelovského souboru, který provede stejné hromadné posouzení v numerických hodnotách. Je zde opis vstupních údajů průřezu a výpočet bodů interakčního diagramu s přihlédnutím k vlivu vzpěru. Dále následují posudky pro všechny stavy a průřezy uvedené výše.

## 9 Zatěžovací stavy a jejich kombinace

### 9.1 Kombinace podle metodiky EN 1990:2004

Kombinace pro ověřování mezních stavů únosnosti v trvalých a dočasných návrhových situacích dle NA ČSN EN 1990 čl. 2.4 a 2.5:

Složené závorky „{ }“ představují výběrovou množinu, z níž je do kombinace vybírán vždy nejvíce nepříznivý účinek požadované veličiny.

- a) EQU – ztráta statické rovnováhy konstrukce – tab. A1.2(A)(CZ)

$$\begin{aligned} &1,1G_{k,j,sup} + \{1,5Q_{k,1}; 0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \\ &0,9G_{k,j,inf} + \{1,51; 0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \end{aligned} \quad (\text{výraz 6.10})$$

- b) STR – porucha, o níž rozhoduje pevnost konstrukčního materiálu – tab. A1.2(B)(CZ)-1 (bez geotechnických zatížení)

$$1,35G_{k,j,sup} + \{1,5\psi_{0,1}Q_{k,1}; 0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \quad (\text{výraz 6.10a})$$

$$1,00G_{k,j,inf} + \{1,5\psi_{0,1}Q_{k,1}; 0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i}; 0\}$$

$$1,15G_{k,j,sup} + \{1,5Q_{k,1}; 0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \quad (\text{výraz 6.10b})$$

$$1,00G_{k,j,inf} + \{1,5Q_{k,1}; 0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i}; 0\}$$

- c) GEO – porucha, o níž rozhoduje odolnost základové půdy - tab. A1.2(B)(CZ), A1.2(C)(CZ) (obsahuje geotechnická zatížení)

$$1,00G_{k,j,sup/inf} + \{1,3Q_{k,1}; 0\} + \{1,3\psi_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \quad (\text{výraz 6.10})$$

$$1,35G_{k,j,sup} + \{1,5\psi_{0,1}Q_{k,1}; 0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \quad (\text{výraz 6.10a})$$

$$1,00G_{k,j,inf} + \{1,5\psi_{0,1}Q_{k,1}; 0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i}; 0\}$$

$$1,15G_{k,j,sup} + \{1,5Q_{k,1}; 0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i}; 0\} \quad (\text{výraz 6.10b})$$

$$1,00G_{k,j,inf} + \{1,5Q_{k,1}; 0\} + \{1,5\psi_{0,i}Q_{k,i}; 0\}$$

Kombinace pro ověřování mezních stavů únosnosti v seizmických návrhových situacích dle NA ČSN EN 1990 čl. 2.6:

$$G_{k,j,sup/inf} + \{\gamma_I A_{Ek}; A_{Ed}\} + \psi_{2,i}Q_{k,i} \quad (\text{výraz 6.12a/b})$$

Kombinace pro ověřování mezních stavů únosnosti v mimořádných návrhových situacích dle NA ČSN EN 1990 čl. 2.6:

$$\{G_{k,j,sup}; G_{k,j,inf}\} + A_d + \{\psi_{1,1}; \psi_{2,1}\}Q_{k,1} + \psi_{2,i}Q_{k,i} \quad (\text{výraz 6.11a/b})$$

Kombinace pro ověřování mezních stavů použitelnosti dle ČSN EN 1990 čl. A1.4, tabulka A1.4:

- a) Charakteristická

$$\{G_{k,j,sup}; G_{k,j,inf}\} + Q_{k,1} + \psi_{0,i}Q_{k,i} \quad (\text{výraz 6.14})$$

- b) Častá

$$\{G_{k,j,sup}; G_{k,j,inf}\} + \psi_{1,1}Q_{k,1} + \psi_{2,i}Q_{k,i} \quad (\text{výraz 6.15})$$

- c) Kvazistálá

$$\{G_{k,j,sup}; G_{k,j,inf}\} + \psi_{2,1}Q_{k,1} + \psi_{2,i}Q_{k,i} \quad (\text{výraz 6.16})$$

Zatížení je ve smyslu ČSN EN podle proměnnosti v čase klasifikováno takto:

$G$	stálá zatížení
$S$	geotechnicky stálá
$P$	zatížení od předpětí (stálá)
$Q$	proměnná zatížení
$A$	mimořádná zatížení
$G_{k,j,sup}$	horní charakteristická hodnota j-tého stálého zatížení (95% kvantil)
$G_{k,j,inf}$	dolní charakteristická hodnota j-tého stálého zatížení (5% kvantil)
$Q_{k,1}$	charakteristická hodnota hlavního proměnného zatížení
$Q_{k,i}$	charakteristická hodnota i-tého proměnného zatížení
$\psi_0$	součinitel pro kombinační hodnotu proměnného zatížení
$\psi_1$	součinitel pro častou hodnotu proměnného zatížení
$\psi_2$	součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení

Zatížení		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Kategorie A	obytné plochy	0,7	0,5	0,3
Kategorie B	kancelářské plochy	0,7	0,5	0,3
Kategorie C	shromažďovací plochy	0,7	0,7	0,6
Kategorie D	obchodní plochy	0,7	0,7	0,6
Kategorie E	skladovací plochy	1,0	0,9	0,8
Kategorie F	dopravní plochy; tíha vozidla $\leq 30$ kN	0,7	0,7	0,6
Kategorie G	dopravní plochy   tíha vozidla $\leq 160$ kN	0,7	0,5	0,3
Kategorie H	střechy	0,7	0,2	0,0
Zatížení sněhem	stavby umístění $H > 1000$ m n. m.	0,7	0,5	0,2
Zatížení sněhem	stavby umístění $H \leq 1000$ m n. m.	0,5	0,2	0,0
Zatížení větrem		0,6	0,2	0,0
Zatížení teplotou (ne od požáru)		0,6	0,5	0,0

## 9.2 Zatížení příčkami

Zatížení příčkami je zadané plošně podle ČSN EN 1991-1-1 6.3.1.2 (8) pro lehké přemístitelné příčky s vlastní tíhou

- do 1,0 kN/m včetně hodnotou 0,5 kN/m<sup>2</sup>
- do 2,0 kN/m včetně hodnotou 0,8 kN/m<sup>2</sup>
- do 3,0 kN/m včetně hodnotou 1,2 kN/m<sup>2</sup>

Plošné zatížení je připočteno k hodnotě užitého zatížení uvedeného v Tabulce 6.2, resp. Tab. 6.2(CZ).

Takže toto sečtené užité zatížení je společně redukováno podle Tab. A1.4 normy ČSN EN 1990.

Těžší příčky (třeba v bytech atd.) jsou zadávány podle ČSN EN 1991-1-1 6.3.1.2 (9) polohou a směrem, jinými slovy liniovým zatížením. Zatížení je uvažováno jako zatížení stálé.

V místech větší koncentrace příček např. v sociálních zázemích administrativních budov je spočtena celková tíha příček a podělena plochou a zadána jako plošné stálé zatížení.

Shora uvedené platí pro mezní stavy únosnosti, tedy rovnice EQU, STR a GEO (rovněž tak seismické a mimořádné návrhové kombinace).

Pro posouzení konstrukce podle mezních stavů použitelnosti je zatížení příčkami zadáno vždy jako zatížení stálé. Jedná se o rovnice pro charakteristickou, častou a kvazistálou návrhovou situaci.

### 9.3 Názvy zatěžovacích stavů a kombinací v programu RENEX 3D

Názvy zatěžovacích stavů jsou programem generovány s prefixem, který charakterizuje způsob automatického nakládání s příslušným zatěžovacím stavem v rámci symbolických rovnic podle ČSN EN.

Název zatěžovacího stavu má formát: ABBC\_jméno

A	typ zatížení podle EC (G – stálá zatížení, S – geotechnická stálá, P – zatížení od předpětí (stálá), Q – proměnná zatížení, A – mimořádná zatížení)
BB	pořadové číslo v typu zatížení A
C	kategorie proměnných zatížení podle výše uvedené tabulky
_	oddělovací znak
Jméno	uživatelé definovaný název zatěžovacího stavu

Kombinace jsou generovány automaticky podle uživatelem zvolené symbolické rovnice. Název kombinace má opět automaticky generovaný prefix, který umožňuje kontrolu, o jaký typ symbolické rovnice se jedná.

Název kombinace má formát: AABBB\_C\_jméno

AA	typ kombinace (pro MSÚ jsou to: TD – trvalá a dočasná, MI – mimořádná, SE – seismická; pro MSP jsou to: CH – charakteristická, CA – častá, KV – kvazistálá)
BBB	typ porušení dle 6.4.1 jen pro MSÚ (EQU – ztráta stability, STR – porucha, kde rozhoduje pevnost materiálů, GEO – porucha nebo nadměrná deformace základové půdy, FAT – není předmětem této normy, zadává se uživatelsky – viz následující odstavec
_C	postup výpočtu, používá se pouze při výpočtech pro MSÚ. U rovnic typu EQU se postupuje vždy podle tab. A1.2(A)(CZ), u kombinací typu STR_1 podle tab. A1.2(B)(CZ) výraz 6.10a a u STR_2 podle tab. A1.2(B)(CZ) výraz 6.10b, u kombinací typu GEO_1 podle tab. A1.2(C)(CZ), GEO_2 podle tab. A1.2(B)(CZ) výraz 6.10a, GEO_3 podle tab. A1.2(B)(CZ) výraz 6.10b, GEO_4 podle tab. A1.2(C)(CZ)+ A1.2(B)(CZ) výraz 6.10a. Hodnoty příslušných součinitelů $\gamma$ jsou uvedeny v následující tabulce. Kombinace typu MI__1 a MI__2 se liší použitím součinitelem $\psi_1$ nebo podle tab. A1.3(CZ) výraz 6.11a/b

U kombinací pro MSP jsou použity znaky \_\_\_\_.

_	oddělovací znak
Jméno	uživatelé definovaný název zatěžovacího stavu

	$\gamma_G -$	$\gamma_G +$	$\gamma_S -$	$\gamma_S +$	$\gamma_Q$	$\gamma_P$	$\gamma_A$
TDEQU__	1,100	0,900	1,100	0,900	1,050	1,200	-
TDSTR_1	1,350	1,000	1,350	1,000	1,500	1,200	-
TDSTR_2	1,148	1,000	1,148	1,000	1,500	1,200	-
TDGEO_1	1,000	1,000	1,000	1,000	1,300	1,100	-
TDGEO_2	1,350	1,000	1,350	1,000	1,500	1,200	-
TDGEO_3	1,148	1,000	1,148	1,000	1,000	1,000	-
TDGEO_4	1,350	1,000	1,000	1,000	1,5/1,3	1,000	-

Poznámka: symbol – značí nepříznivý účinek daného zatížení, + příznivý. Hodnota 1,148 je součinem 1,35\*0,85.

### 9.4 Uživatelem definované kombinace

Uživatelé definované kombinace mohou definovat kombinace libovolných zatěžovacích stavů a/nebo již dříve definovaných kombinací. Názvy zatěžovacích stavů

Kombinace jsou v opisu vstupních dat vypisovány v následujícím formátu (ilustrační příklad):

Výpis zatěžovacích stavů

U\_\_\_STALE1  
U\_\_\_STALE2  
U\_\_\_STALE3  
U\_\_\_STALE3  
U\_\_\_UZITNE1  
U\_\_\_UZITNE2  
U\_\_\_UZITNE3  
U\_\_\_UZITNE4  
U\_\_\_UZITNE5  
U\_\_\_UZITNE6

Výpis kombinací

Kombinace: KOMB 1

Zatěžovací stav	Součinitel	Typ	Skupina
G00 VLASTNÍ TÍHA	1,35	stálé	
U___STALE1	1,35	stálé	
U___STALE2	1,35	stálé	
U___STALE3	1,35	stálé	
U___STALE3	1,35	stálé	
U___UZITNE1	1,50	nahodilé	SKUPINA 1
U___UZITNE2	1,50	nahodilé	SKUPINA 1
U___UZITNE3	1,50	nahodilé	SKUPINA 2
U___UZITNE4	1,50	nahodilé	SKUPINA 2
U___UZITNE5	1,50	nahodilé	
U___UZITNE6	1,50	nahodilé	

*Poznámka: V příkladu je použit u zatěžovacích stavů prefix U\_\_\_ - tedy uživatelsky kombinovaný zatěžovací stav. Ten není zpracováván předpisy podle předchozího odstavce. I tyto zatěžovací stavy mohou být označeny podle předchozího odstavce – zvyšuje to přehlednost.*

**Ve výpisu popsaná kombinace znamená:**

Stavy označené jako stálé zatížení vstupují do kombinace vynásobené uvedeným součinitelem.

Stavy označené jako nahodilé zatížení a nezařazené do skupiny vstupují do kombinace vynásobené uvedeným součinitelem každý samostatně podle toho, zda působí nepříznivě pro definovanou veličinu – vnitřní sílu, deformaci atd.

Stavy označené jako nahodilé zatížení a zařazené do skupiny vstupují do kombinace vynásobené uvedeným součinitelem pouze tehdy, působí-li nejnepříznivěji pro definovanou veličinu – vnitřní sílu, deformaci atd. ze všech stavů ve stejné skupině. Do výsledků jde tedy maximálně jeden zatěžovací stav z definované skupiny.

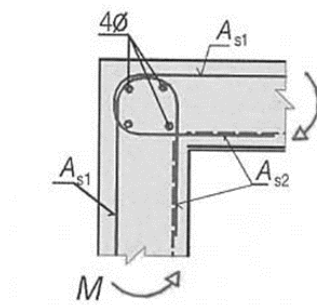
Symbolickou rovnicí lze tuto kombinaci zapsat následujícím způsobem:

$$\sum_1^3 1,3 * U\_STALE_i + 1,5 * \{U\_UZITNE1; U\_UZITNE2 ; 0\} + 1,5 * \{U\_UZITNE3; U\_UZITNE4; 0\} + 1,5 * \{U\_UZITNE5 ; 0\} + 1,5 * \{U\_UZITNE6; 0\}$$

*Poznámka: V příkladu je použit u zatěžovacích stavů prefix U\_\_\_ - tedy uživatelsky kombinovaný zatěžovací stav. Ten není zpracováván předpisy podle předchozího odstavce. I tyto zatěžovací stavy mohou být označeny podle předchozího odstavce – zvyšuje to přehlednost.*

## 10 Vyztužení styku železobetonová stěna deska

Rámové rohy monolitických železobetonových konstrukcí jsou vyztuženy v souladu s doporučeným postupem podle normy ČSN EN 1992-1-1 vycházejícím z nelineárních analýz, praktických zkušeností a závěru experimentů. Jak vlastních, tak s odkazem na příspěvek v odborném časopise BETON 5/2010 v sekci Věda a výzkum od autorů Ing. Jiřího Šmejkal, CSc. a prof. Ing. Jaroslava Procházky, CSc. na stranách 66-73.



Obrázek 10 Vyztužení rámového rohu

Vyztužení podle [Obrázek 10] je vhodné pro napojení stropní desky na železobetonovou stěnu. Spojení je vhodné pro stupeň vyztužení podélnou výztuží  $\rho_L \leq 0,4 \%$  s průměrem podélné výztuže  $\Phi_L \leq d/20$ , kde  $d$  je účinná výška průřezu desky.

## 11 Posouzení konstrukce podle ČSN ISO 13822:2014, resp. 13822:2005

Existující konstrukce se ze statického hlediska posuzují podle ČSN ISO 13822:2014 – Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí. Tato norma v části 8 Hodnocení na základě dřívější uspokojivé způsobilosti stanovuje podmínky, kdy starší konstrukci není nutno posuzovat podle současných technických norem, a to jak z hlediska bezpečnosti (mezni stavy únosnosti), tak provozuschopnosti (mezni stavy použitelnosti). Tyto hlavní předpoklady jsou následující:

- Pečlivou prohlídkou se neodhalí žádné známky významného poškození, přetížení, přetvoření nebo degradace
- Přezkoumá se konstrukční systém, prohlédnou kritické detaily
- Konstrukce vykazuje uspokojivou způsobilost v průběhu dostatečně dlouhého časového období
- Nenastanou změny v konstrukci nebo ve způsobu jejího užívání, které by mohly významně změnit zatížení, a to ani v další plánované životnosti.

Osobně byla za přítomnosti objednatele provedena vizuální kontrola konstrukce a bylo konstatováno, že první dvě podmínky jsou splněny. Rovněž tak je splněna podmínka třetí a lze se oprávněně domnívat, že bude splněna i podmínka poslední.

Podle ustanovení ČSN ISO 13822, čl. 8.1 a 8.2 lze tedy konstrukci považovat za bezpečnou a provozuschopnou pro budoucí provoz. Jinými slovy, není nutno ji posuzovat podle dnes platných technických norem. Je potřeba provést lokální sanace poškozených míst konstrukce.



## 12 Komentář ke grafickým výstupům

### 12.1 Fyzikální vlastnosti

Barevnými poli jsou zobrazeny příslušné vlastnosti. Příslušný rozměr (vlastnost) je uveden v paletě. Betony jsou uvedeny v záhlaví, ale všechny konstrukce jsou v PD deklarovány z betonu C30/37.

H	tloušťka prvku v m
Průřezy	je uveden geometrický tvar průřezu a rozměry v mm

### 12.2 Zatížení

Barevnými poli jsou zobrazeny příslušné intenzity zatížení pro dané oblasti nebo prvky v závislosti na zatěžovacích stavech. Pro každý zatěžovací stav je uvedeno samostatné schéma. Místa, kde se zatížení v daném zatěžovacím stavu nevyskytuje, jsou ponechána bez barevného označení. Velikost zatížení je uvedena v paletě v  $\text{kN/m}^2$ ,  $\text{kN/m}$  případně  $\text{kN}$ .

### 12.3 Výstupy – mezní stavy únosnosti (MSÚ)

Výsledky jsou generovány lineárními výpočty.

Deformace UzG	svislá deformace v globálním souřadném systému (osa Zg směřuje dolů), údaje v mm
Kontaktní napětí	svislé normálové napětí v základové spáře pod deskou, údaje v MPa
MxD(d)	dimenzovací moment Mx při dolním povrchu desky – viz algoritmus z odstavce 9.2.1, jsou uváděny vždy maximální a minimální hodnoty, údaje v $\text{kNm/m}$ . Myd(d), MxD(h) a Myd(h) analogicky ve směru My a obě hodnoty u horního povrchu
Horní vnější	staticky nutná plocha výztuže u horního líce desky ve směru číselných os, blíž k povrchu
Dolní vnější	staticky nutná plocha výztuže u dolního líce desky ve směru číselných os, blíž k povrchu
Horní střední	staticky nutná plocha výztuže u dolního líce desky ve směru písmenných os

Staticky nutná výztuž je vypočtena v závislosti na příslušném dimenzovacím momentu a analogicky určené dimenzovací normálové síle (má význam třeba při uvažování vlivu smršťování). Tato průřezová plochy výztuže zajišťuje, že průřez vyhoví z hlediska MSÚ na danou kombinaci zatížení.

V levé dolní části je vypsána kombinace zatížení včetně součinitelů zatížení a typu, pro kterou jsou výsledky publikovány.

### 12.4 Výstupy – mezní stavy použitelnosti

Výsledky jsou generovány nelineárními výpočty.

Deformace UzG

svislá deformace v globálním souřadném systému (osa Zg směřuje dolů), údaje v mm. Oproti hodnotě z lineárního výpočtu jsou zde zohledněny nelineární pracovní diagramy betonu v tahu a tlaku a výztuže a také vznik a rozvoj trhlin v betonu

*Poznámka: Podrobný statický výpočet byl proveden na uvedený výrobek a systém za použití software výrobce. Zhotovitel může použít obdobný výrobek, ale v tom případě je nutné provést nové podrobné posouzení nejen zaměněného výrobku, ale celého systému. Záměnu doporučujeme konzultovat se statikem.*

## 13 Závěr

Konstrukce jsou obecně navrženy v intencích souboru platných norem ČSN. V důležitých uzlech s přihlédnutím k normám evropským, ať existujícím, tak připravovaným (ČSN EN 1992-1 Eurocode 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby), tak jejich teoretickým zdrojům (CEB-FIP Model Code 1990). Dále jsou lokálně vzaty v úvahu další normy a doporučení CEB-FIP a FIB uvedené v kapitole 2. Z hlediska provádění betonových konstrukcí a jejich tolerancí je pak vycházeno z norem evropských (ČSN EN 206 Beton. Vlastnosti, výroba, ukládání a kritéria hodnocení a ČSN EN 13670-1 Provádění betonových konstrukcí – Část 1: Společná ustanovení).

Statický výpočet prokázal, že konstrukce, tak jak jsou navrženy, vyhovují ustanovení platných norem jak z hlediska mezních stavů únosnosti, tak z hlediska mezních stavů použitelnosti. Současně jsou navrženy s ohledem na maximální možnou hospodárnost a z toho vyplývajícího vlivu na životní prostředí.

Ing. Miloslav Smutek, Ph.D.

Autorizovaný inženýr pro statiku a dynamiku

ČKAIT 0003778

V Praze dne 13.12.2024

## Seznam příloh

Příloha 01 – Návrh a posouzení ocelové výměny pro VZT

Příloha 02 – Návrh a posouzení základové konstrukce schodiště

OBLASTNÍ NEMOCNICE NÁCHOD

## II. ETAPA MODERNIZACE A DOSTAVBY

Objekt ÚPRAVY OBJEKTU C

Příloha 01\_C - Návrh a posouzení ocelové výměny pro VZT

Zakázka	NEM_NACHOD	Datum	11.12.24
Výpočet	OBJEKT_C	Příloha	
Konstrukce	NÁVRH A POSOUZENÍ STROPNÍ VÝMĚNY	Strana	1 z 8



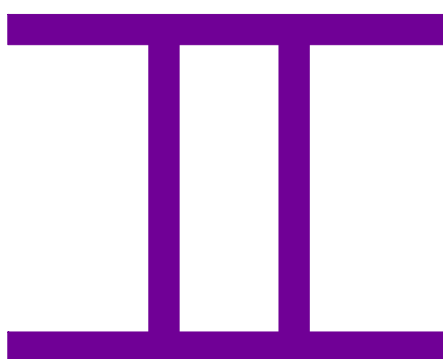
Fyzikální vlastnosti: Gama [kN/m<sup>3</sup>]  
Gama Min: 78.00, Max: 78.00

■ 78.00



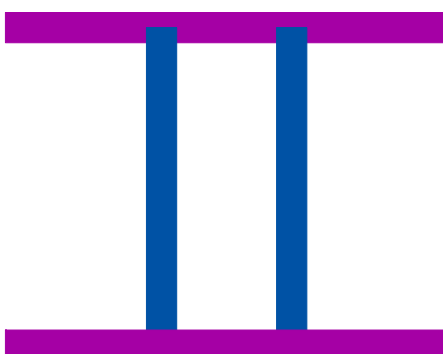
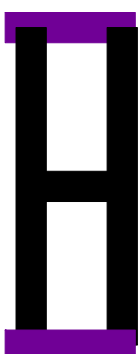
Fyzikální vlastnosti: MATERIÁL [–]

■ S235



Fyzikální vlastnosti: PRŮŘEZ [–]

■ HEA180  
■ HEA220  
■ IPE180  
■ IPE220

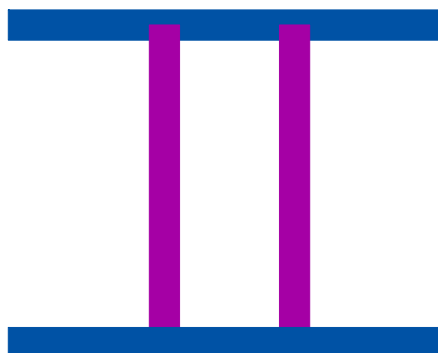


Zakázka	NEM_NACHOD	Datum	11.12.24
Výpočet	OBJEKT_C	Příloha	
Konstrukce	NÁVRH A POSOUZENÍ STROPNÍ VÝMĚNY	Strana	2 z 8



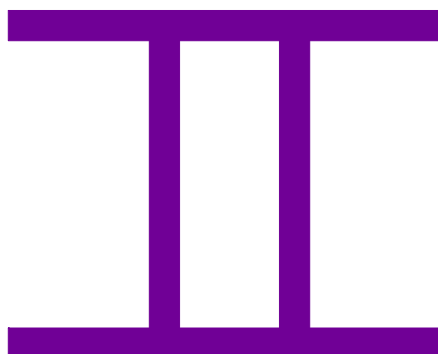
Zadané zatížení: "G00 VLASTNÍ TÍHA" – FZ [kN/m]  
FZ Min: 0.19, Max: 0.50

0.19  
0.26  
0.35  
0.50



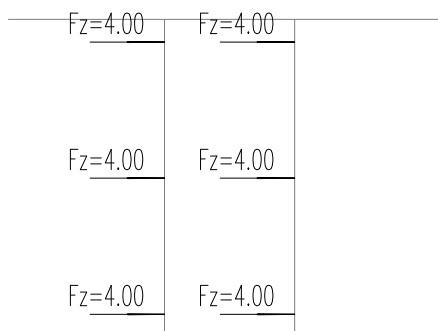
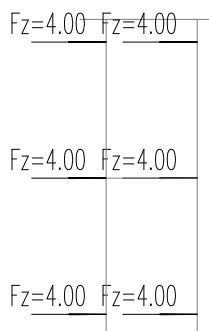
Zadané zatížení: "G01\_\_SKLADBA" – FZ [kN/m]  
FZ Min: 1.00, Max: 1.00

1.00



Zadané zatížení: "Q01A\_UZITNE" – Silové [kN,kN/m]

Sila  
Moment



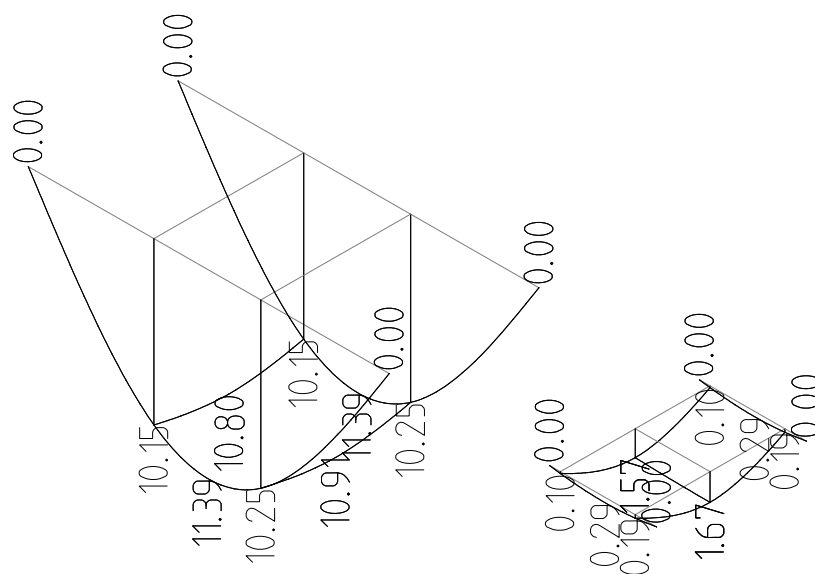




Zakázka	<b>NEM_NACHOD</b>	Datum	11.12.24
Výpočet	<b>OBJEKT_C</b>	Příloha	
Konstrukce	<b>NÁVRH A POSOUZENÍ STROPNÍ VÝMĚNY</b>	Strana	4 z 8



Kombinace: "MSP" – MIN & MAX UGlobL [mm]  
 UGlobL Min: 0.00, Max: 11.39

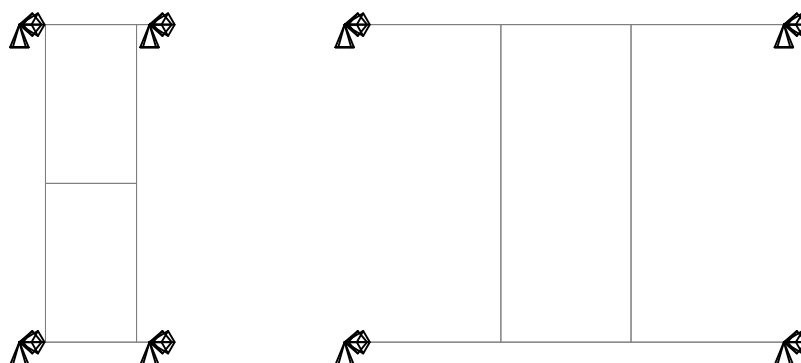


Zakázka	<b>NEM_NACHOD</b>	Datum	11.12.24
Výpočet	<b>OBJEKT_C</b>	Příloha	
Konstrukce	<b>NÁVRH A POSOUZENÍ STROPNÍ VÝMĚNY</b>	Strana	5 z 9

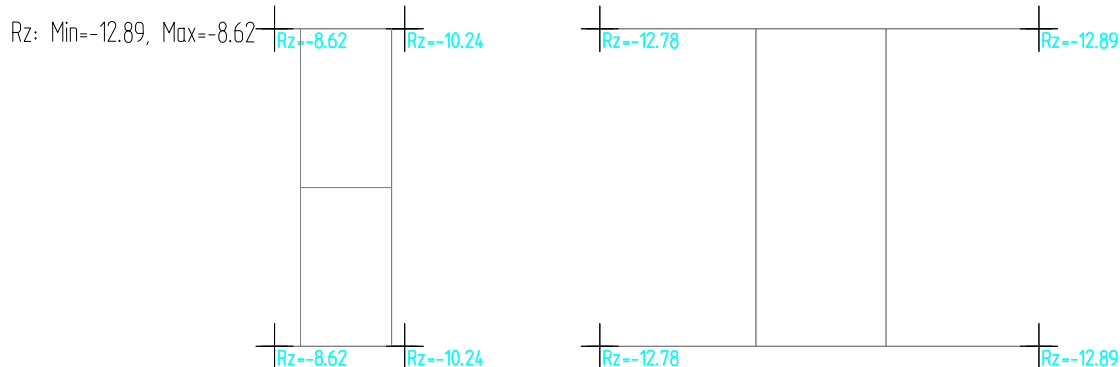


### Pevné podpory

- Posun
- Pootocení
- Posun i pootocení

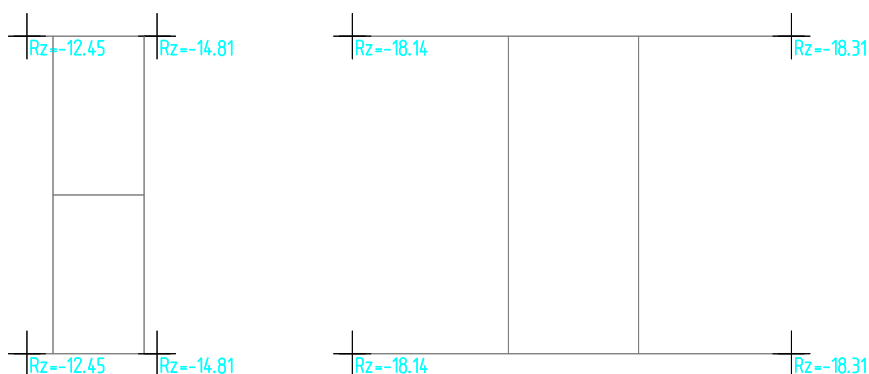


### Kombinace : "MSP" – MIN – Rz [kN]



### Kombinace : "MSU" – MIN – Rz [kN]

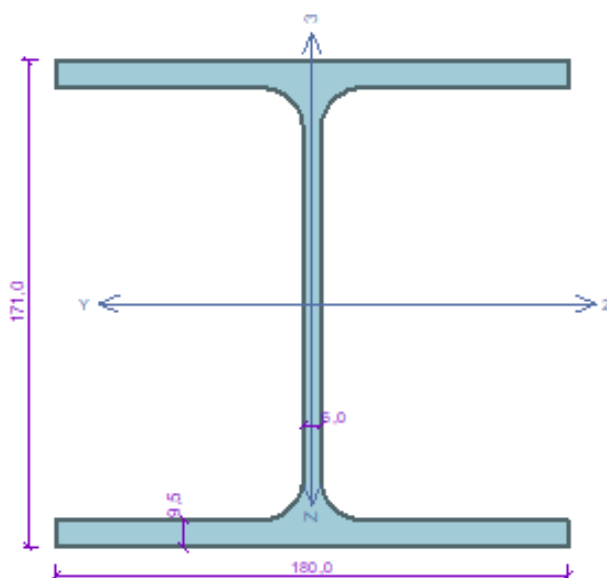
Rz: Min=-18.31, Max=-12.45



Zakázka	NEM_NACHOD	Datum	11.12.24
Výpočet	OBJEKT_C	Příloha	
Konstrukce	NÁVRH A POSOUZENÍ STROPNÍ VÝMĚNY	Strana	6 z 9



## HEA220



Norma EN 1993-1-1, EN 1993-1-3/Česko.

Únosnost průřezu	: $Y_{M0} = 1,000$
Únosnost průřezu při posuzování stability	: $Y_{M1} = 1,000$
Únosnost oslabeného průřezu	: $Y_{M2} = 1,250$

### Průřez HE 180 A

Průřezová plocha:  $A = 4,525E03 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště:

$y_T = 90,0 \text{ mm}$   $z_T = 85,5 \text{ mm}$

Momenty setrvačnosti:

$I_y = 2,510E07 \text{ mm}^4$   $I_z = 9,246E06 \text{ mm}^4$

Průřezové moduly:

$W_{y,1} = -2,936E05 \text{ mm}^3$   $W_{z,1} = 1,027E05 \text{ mm}^3$

$W_{y,2} = 2,936E05 \text{ mm}^3$   $W_{z,2} = -1,027E05 \text{ mm}^3$

Moment tuhosti v prostém kroucení:

$I_k = 1,480E05 \text{ mm}^4$

Výšečový moment setrvačnosti:

$I_w = 6,021E10 \text{ mm}^6$

Plastické průřezové moduly:

$W_{pl,y} = 3,249E05 \text{ mm}^3$   $W_{pl,z} = 1,565E05 \text{ mm}^3$

### Materiál: S 235

#### Materiálové charakteristiky:

Mez kluzu  $f_y : 235,0 \text{ MPa}$

Mez pevnosti  $f_u : 360,0 \text{ MPa}$

Modul pružnosti  $E : 210000 \text{ MPa}$

Modul pružnosti ve smyku  $G : 81000 \text{ MPa}$

### Vnitřní síly v souřadném systému průřezu

Zatěžovací případ s největším využitím

MSU\_8\_maxMy

$N = 0,000 \text{ kN}$

$V_z = -0,034 \text{ kN}$

$V_y = 0,000 \text{ kN}$

$T_t = 0,000 \text{ kNm}$

$T_w = 0,000 \text{ kNm}$

$M_y = 38,581 \text{ kNm}$

$M_z = 0,000 \text{ kNm}$

$B = 0,000 \text{ kNm}^2$

### Parametry vzpěru

Délka dílce: 6,500 m

Se vzpěrem se nepočítá

### Parametry klopení

Součinitele uložení konců:  $k_y = -$   $k_z = 1,0$   $k_w = 1,0$

$l_1 = 3,000 \text{ m}$   $M_y$ : Tvar č.4  $z_p = 1,0$

$l_1 = \text{Nezadáno}$   $M_z$ : Tvar není

### Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: MSU\_8\_maxMy; Třída průřezu: 1

#### Posudek smyku od posouvající síly $V_z$ :

$0,034 \text{ kN} < 196,325 \text{ kN}$  **Vyhovuje**

Vnitřní síly:  $N = 0,000 \text{ kN}$ ;  $M_y = 38,581 \text{ kNm}$ ;  $M_z = 0,000 \text{ kNm}$

#### Posudek nejnepriznivější kombinace prostého tahu a ohybu:

Únosnosti:  $M_{y,R} = 66,770 \text{ kNm}$

$|0,0 + 0,578 + 0,0| = |0,578| < 1$  **Vyhovuje**

Štíhlost dílce: 143,8

**Průřez vyhovuje**

**VYHOVUJE**

Zakázka	NEM_NACHOD	Datum	11.12.24
Výpočet	OBJEKT_C	Příloha	
Konstrukce	NÁVRH A POSOUZENÍ STROPNÍ VÝMĚNY	Strana	7 z 9

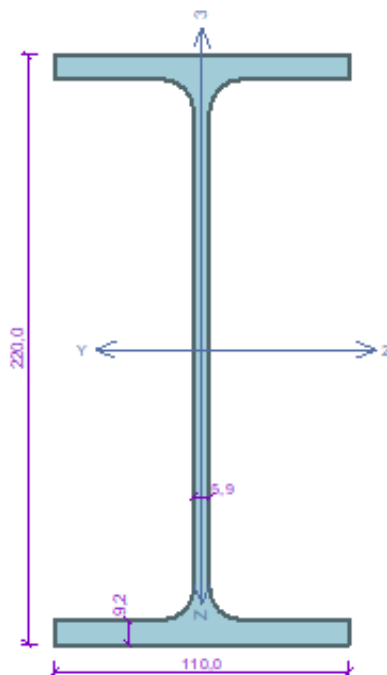


HEA180										
	<p>Norma EN 1993-1-1, EN 1993-1-3/Česko.</p> <p>Únosnost průřezu : <math>\gamma_{M0} = 1,000</math>  Únosnost průřezu při posuzování stability : <math>\gamma_{M1} = 1,000</math>  Únosnost oslabeného průřezu : <math>\gamma_{M2} = 1,250</math></p> <p><b>Průřez HE 180 A</b>  Průřezová plocha: <math>A = 4,525E03 \text{ mm}^2</math>  Poloha těžiště:  <math>y_T = 90,0 \text{ mm}</math> <math>z_T = 85,5 \text{ mm}</math>  Momenty setrvačnosti:  <math>I_y = 2,510E07 \text{ mm}^4</math> <math>I_z = 9,246E06 \text{ mm}^4</math>  Průřezové moduly:  <math>W_{y,1} = -2,936E05 \text{ mm}^3</math> <math>W_{z,1} = 1,027E05 \text{ mm}^3</math>  <math>W_{y,2} = 2,936E05 \text{ mm}^3</math> <math>W_{z,2} = -1,027E05 \text{ mm}^3</math>  Moment tuhosti v prostém kroucení:  <math>I_k = 1,480E05 \text{ mm}^4</math>  Výšečový moment setrvačnosti:  <math>I_w = 6,021E10 \text{ mm}^6</math>  Plastické průřezové moduly:  <math>W_{pl,y} = 3,249E05 \text{ mm}^3</math> <math>W_{pl,z} = 1,565E05 \text{ mm}^3</math></p> <p><b>Materiál: S 235</b>  <b>Materiálové charakteristiky:</b>  Mez kluzu <math>f_y : 235,0 \text{ MPa}</math>  Mez pevnosti <math>f_u : 360,0 \text{ MPa}</math>  Modul pružnosti <math>E : 210000 \text{ MPa}</math>  Modul pružnosti ve smyku <math>G : 81000 \text{ MPa}</math></p>									
	<p><b>Vnitřní síly v souřadném systému průřezu</b>  Zatěžovací případ s největším využitím  MSU_3_minFz</p> <table> <tr> <td><math>N = 0,000 \text{ kN}</math></td><td><math>M_y = 0,000 \text{ kNm}</math></td></tr> <tr> <td><math>V_z = -14,811 \text{ kN}</math></td><td><math>M_z = 0,000 \text{ kNm}</math></td></tr> <tr> <td><math>V_y = 0,000 \text{ kN}</math></td><td><math>B = 0,000 \text{ kNm}^2</math></td></tr> <tr> <td><math>T_t = 0,000 \text{ kNm}</math></td><td></td></tr> <tr> <td><math>T_w = 0,000 \text{ kNm}</math></td><td></td></tr> </table>	$N = 0,000 \text{ kN}$	$M_y = 0,000 \text{ kNm}$	$V_z = -14,811 \text{ kN}$	$M_z = 0,000 \text{ kNm}$	$V_y = 0,000 \text{ kN}$	$B = 0,000 \text{ kNm}^2$	$T_t = 0,000 \text{ kNm}$		$T_w = 0,000 \text{ kNm}$
$N = 0,000 \text{ kN}$	$M_y = 0,000 \text{ kNm}$									
$V_z = -14,811 \text{ kN}$	$M_z = 0,000 \text{ kNm}$									
$V_y = 0,000 \text{ kN}$	$B = 0,000 \text{ kNm}^2$									
$T_t = 0,000 \text{ kNm}$										
$T_w = 0,000 \text{ kNm}$										
<p><b>Parametry vzpěru</b>  Délka dílce: 6,500 m  Se vzpěrem se nepočítá</p>	<p><b>Parametry klopení</b>  Součinitele uložení konců: <math>k_y = -</math> <math>k_z = 1,0</math> <math>k_w = 1,0</math>  <math>l_1 = 3,000 \text{ m}</math> <math>M_y</math>: Tvar č.4 <math>z_p = 1,0</math>  <math>l_{y1} = \text{Nezadáno}</math> <math>M_z</math>: Tvar není</p>									
<p><b>Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: MSU_3_minFz; Třída průřezu: 1</b>  <b>Posudek smyku od posouvající síly <math>V_z</math>:</b>  <math>14,811 \text{ kN} &lt; 196,325 \text{ kN}</math> <b>Vyhovuje</b>  Štíhlost dílce: 143,8</p> <p><b>Průřez vyhovuje</b></p>										
<p style="text-align: right;"><b>YHOVUJE</b></p>										

Zakázka	NEM_NACHOD	Datum	11.12.24
Výpočet	OBJEKT_C	Příloha	
Konstrukce	NÁVRH A POSOUZENÍ STROPNÍ VÝMĚNY	Strana	8 z 9



## IPE220



Norma EN 1993-1-1, EN 1993-1-3/Česko.

Únosnost průřezu	: $\gamma_{M0} = 1,000$
Únosnost průřezu při posuzování stability	: $\gamma_{M1} = 1,000$
Únosnost oslabeného průřezu	: $\gamma_{M2} = 1,250$

### Průřez IPE 220

Průřezová plocha:  $A = 3,337E03 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště:

$y_T = 55,0 \text{ mm}$   $z_T = 110,0 \text{ mm}$

Momenty setrvačnosti:

$I_y = 2,772E07 \text{ mm}^4$   $I_z = 2,049E06 \text{ mm}^4$

Průřezové moduly:

$W_{y,1} = -2,520E05 \text{ mm}^3$   $W_{z,1} = 3,725E04 \text{ mm}^3$

$W_{y,2} = 2,520E05 \text{ mm}^3$   $W_{z,2} = -3,725E04 \text{ mm}^3$

Moment tuhosti v prostém kroucení:

$I_k = 9,070E04 \text{ mm}^4$

Výsečový moment setrvačnosti:

$I_w = 2,267E10 \text{ mm}^6$

Plastické průřezové moduly:

$W_{pl,y} = 2,854E05 \text{ mm}^3$   $W_{pl,z} = 5,811E04 \text{ mm}^3$

### Materiál: S 235

#### Materiálové charakteristiky:

Mez kluzu	$f_y$	: 235,0 MPa
Mez pevnosti	$f_u$	: 360,0 MPa
Modul pružnosti	$E$	: 210000 MPa
Modul pružnosti ve smyku	$G$	: 81000 MPa

### Vnitřní síly v souřadném systému průřezu

Zatěžovací případ s největším využitím

MSU\_6\_maxMy

$N = 0,000 \text{ kN}$	$M_y = 7,067 \text{ kNm}$
$V_z = 3,000 \text{ kN}$	$M_z = 0,000 \text{ kNm}$
$V_y = 0,000 \text{ kN}$	
$T_t = 0,000 \text{ kNm}$	
$T_w = 0,000 \text{ kNm}$	$B = 0,000 \text{ kNm}^2$

### Parametry vzpěru

Délka dílce: 3,000 m

Se vzpěrem se nepočítá

### Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: MSU\_6\_maxMy; Třída průřezu: 1

Posudek smyku od posouvající síly  $V_z$ :

$3,000 \text{ kN} < 215,466 \text{ kN}$  **Vyhovuje**

Vnitřní síly:  $N = 0,000 \text{ kN}$ ;  $M_y = 7,067 \text{ kNm}$ ;  $M_z = 0,000 \text{ kNm}$

Posudek nejnepriznivější kombinace prostého tahu a ohybu:

Únosnosti:  $M_{y,R} = 67,069 \text{ kNm}$

$|0,0 + 0,105 + 0,0| = |0,105| < 1$  **Vyhovuje**

Štíhlost dílce: 121,1

**Průřez vyhovuje**

**VYHOVUJE**

Zakázka	NEM_NACHOD	Datum	11.12.24
Výpočet	OBJEKT_C	Příloha	
Konstrukce	NÁVRH A POSOUZENÍ STROPNÍ VÝMĚNY	Strana	9 z 9



IPE180	
	<p><b>Norma EN 1993-1-1, EN 1993-1-3/Česko.</b></p> <p>Únosnost průřezu : <math>Y_{M0} = 1,000</math>  Únosnost průřezu při posuzování stability : <math>Y_{M1} = 1,000</math>  Únosnost oslabeného průřezu : <math>Y_{M2} = 1,250</math></p> <p><b>Průřez IPE 180</b>  Průřezová plocha: <math>A = 2,395E03 \text{ mm}^2</math>  Poloha těžiště:  <math>y_T = 45,5 \text{ mm}</math> <math>z_T = 90,0 \text{ mm}</math>  Momenty setrvačnosti:  <math>I_y = 1,317E07 \text{ mm}^4</math> <math>I_z = 1,009E06 \text{ mm}^4</math>  Průřezové moduly:  <math>W_{y,1} = -1,463E05 \text{ mm}^3</math> <math>W_{z,1} = 2,216E04 \text{ mm}^3</math>  <math>W_{y,2} = 1,463E05 \text{ mm}^3</math> <math>W_{z,2} = -2,216E04 \text{ mm}^3</math>  Moment tuhosti v prostém kroucení:  <math>I_k = 4,790E04 \text{ mm}^4</math>  Výsečový moment setrvačnosti:  <math>I_w = 7,430E09 \text{ mm}^6</math>  Plastické průřezové moduly:  <math>W_{pl,y} = 1,664E05 \text{ mm}^3</math> <math>W_{pl,z} = 3,460E04 \text{ mm}^3</math></p> <p><b>Materiál: S 235</b>  <b>Materiálové charakteristiky:</b>  Mez kluzu <math>f_y : 235,0 \text{ MPa}</math>  Mez pevnosti <math>f_u : 360,0 \text{ MPa}</math>  Modul pružnosti <math>E : 210000 \text{ MPa}</math>  Modul pružnosti ve smyku <math>G : 81000 \text{ MPa}</math></p>
	<p><b>Vnitřní síly v souřadném systému průřezu</b>  Zatěžovací případ s největším využitím  MSU_1_maxMy  <math>N = 0,000 \text{ kN}</math>  <math>V_z = 3,561 \text{ kN}</math> <math>M_y = 7,755 \text{ kNm}</math>  <math>V_y = 0,000 \text{ kN}</math> <math>M_z = 0,000 \text{ kNm}</math>  <math>T_t = 0,000 \text{ kNm}</math>  <math>T_w = 0,000 \text{ kNm}</math> <math>B = 0,000 \text{ kNm}^2</math></p>
<p><b>Parametry vzpěru</b>  Délka dílce: 6,500 m  Se vzpěrem se nepočítá</p>	<p><b>Parametry klopení</b>  Součinitele uložení konců: <math>k_y = -</math> <math>k_z = 1,0</math> <math>k_w = 1,0</math>  <math>l_{k1} = 3,000 \text{ m}</math> <math>M_y</math>: Tvar č.4 <math>z_p = 1,0</math>  <math>l_{k1}</math>: Nežadáno <math>M_z</math>: Tvar není</p>
<p><b>Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: MSU_1_maxMy, Třída průřezu: 1</b>  <b>Posudek smyku od posouvající síly <math>V_z</math>:</b>  <math>3,561 \text{ kN} &lt; 152,691 \text{ kN}</math> <b>Vyhovuje</b>  Vnitřní síly: <math>N = 0,000 \text{ kN}</math>; <math>M_y = 7,755 \text{ kNm}</math>; <math>M_z = 0,000 \text{ kNm}</math>  <b>Posudek nejnepriznivější kombinace prostého tahu a ohybu:</b>  Únosnosti: <math>M_{y,R} = 22,827 \text{ kNm}</math>  <math> 0,0 + 0,34 + 0,0  =  0,34  &lt; 1</math> <b>Vyhovuje</b>  Štíhlost dílce: 316,7</p> <p><b>Průřez vyhovuje</b></p>	
<b>VYHOVUJE</b>	



RECOC

statická kancelář & Autodesk developer



[www.recoc.cz](http://www.recoc.cz)

RECOC s.r.o. - PRAHA  
Seydlerova 2451/8  
158 00 Praha 5

tel.: (+420) 251 624 661  
IČO 43 00 10 84  
DIČ CZ43001084

e-mail: [recoc@recoc.cz](mailto:recoc@recoc.cz)  
bankovní spojení: KB Praha 5  
číslo účtu 315146071/0100

OBLASTNÍ NEMOCNICE NÁCHOD

## II. ETAPA MODERNIZACE A DOSTAVBY

Objekt ÚPRAVY OBJEKTU C

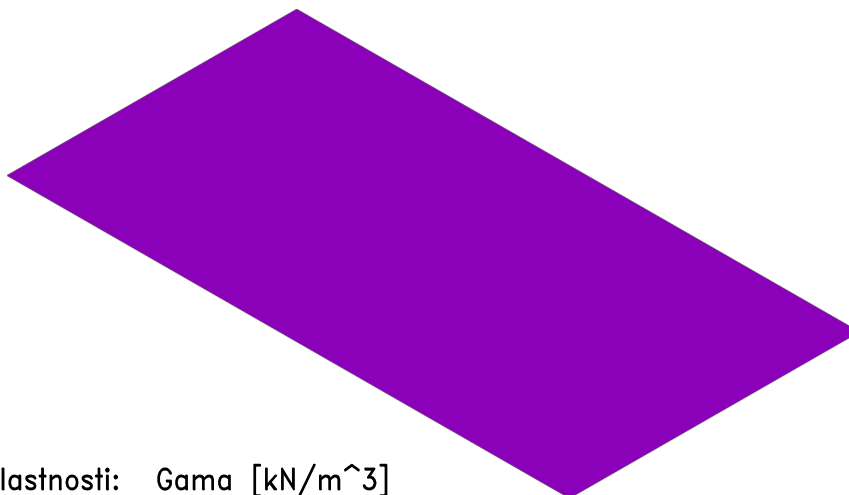
Příloha 02\_C - Návrh a posouzení základové konstrukce schodiště

Zakázka	NEM_NACHOD	Datum	11.12.24
Výpočet	ZAKLAD_SCHODISTE	Příloha	
Konstrukce	NÁVRH A POSOUZENÍ ZÁKLADU SCHODIŠTĚ	Strana	1 z 12



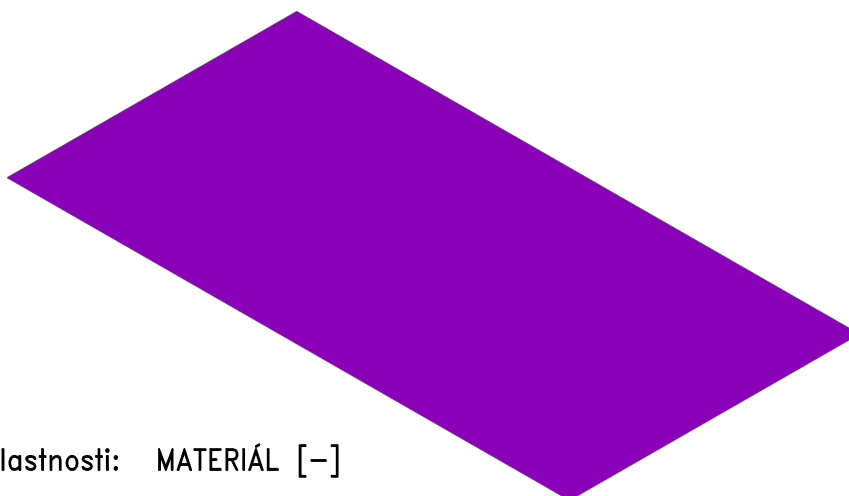
Fyzikální vlastnosti: H [m]

0.35



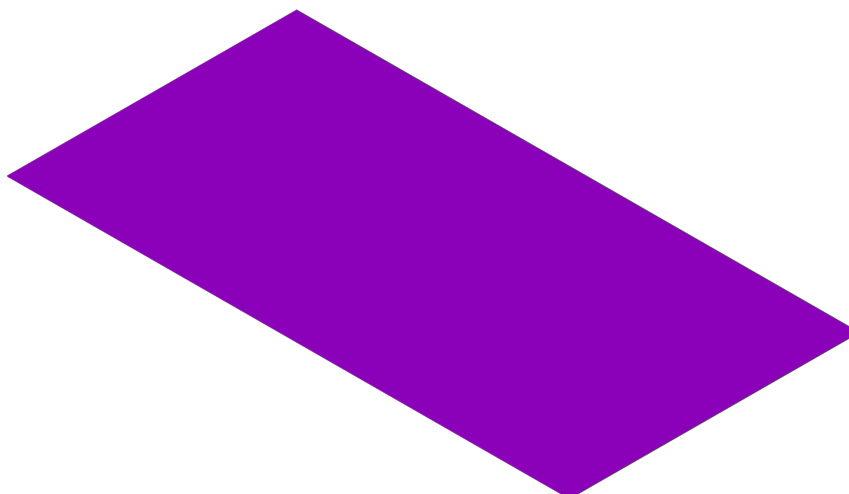
Fyzikální vlastnosti: Gama [kN/m<sup>3</sup>]

26.00



Fyzikální vlastnosti: MATERIÁL [-]

C30/37

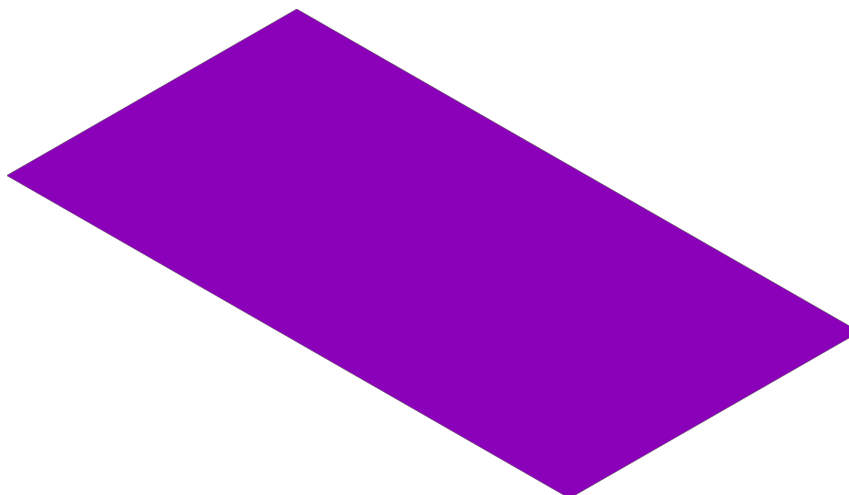


Zakázka	NEM_NACHOD	Datum	11.12.24
Výpočet	ZAKLAD_SCHODISTE	Příloha	
Konstrukce	NÁVRH A POSOUZENÍ ZÁKLADU SCHODIŠTĚ	Strana	2 z 12



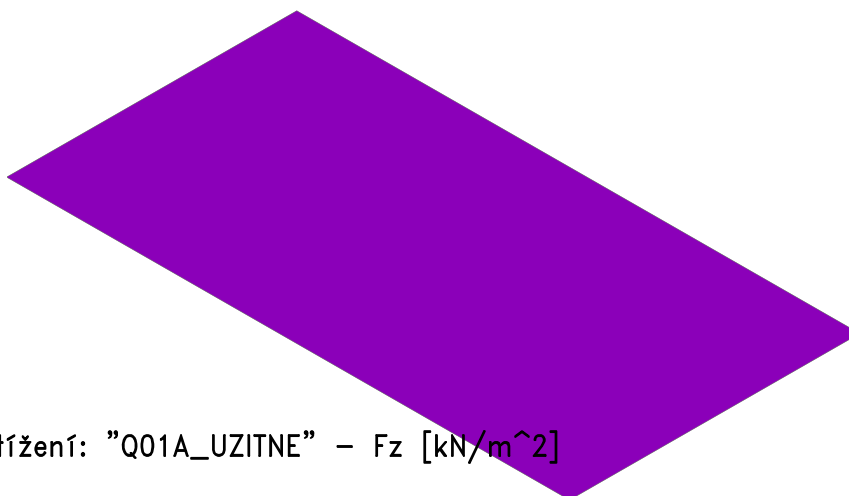
Zadané zatížení: "G00 VLASTNÍ TÍHA" –  $F_z$  [kN/m<sup>2</sup>]

■ 9.10



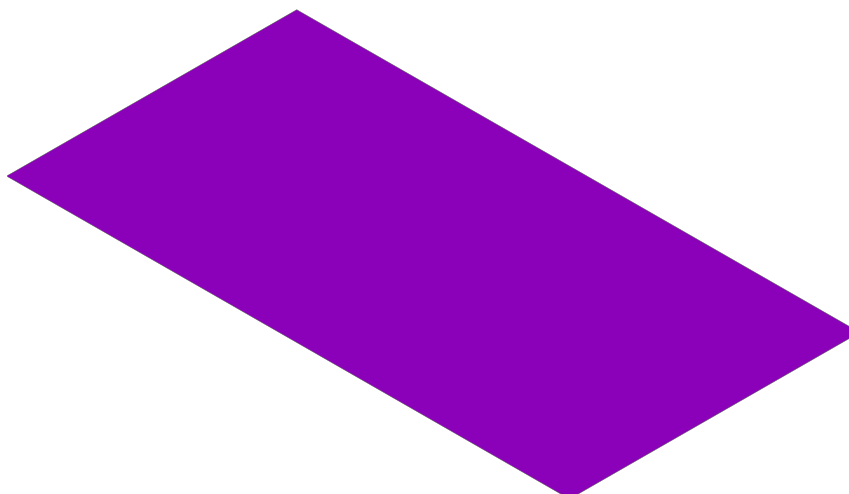
Zadané zatížení: "G01\_\_SKLADBA" –  $F_z$  [kN/m<sup>2</sup>]

■ 2.00



Zadané zatížení: "Q01A\_UZITNE" –  $F_z$  [kN/m<sup>2</sup>]

■ 5.00

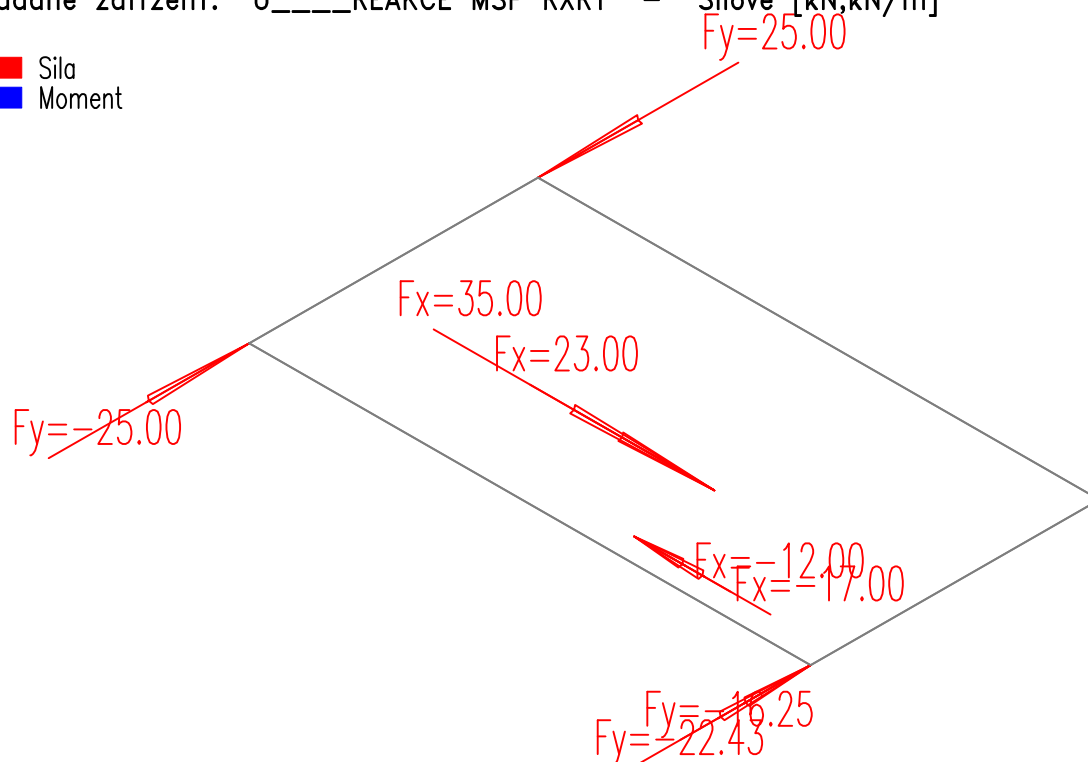


Zakázka	NEM_NACHOD	Datum	11.12.24
Výpočet	ZAKLAD_SCHODISTE	Příloha	
Konstrukce	NÁVRH A POSOUZENÍ ZÁKLADU SCHODIŠTĚ	Strana	3 z 12



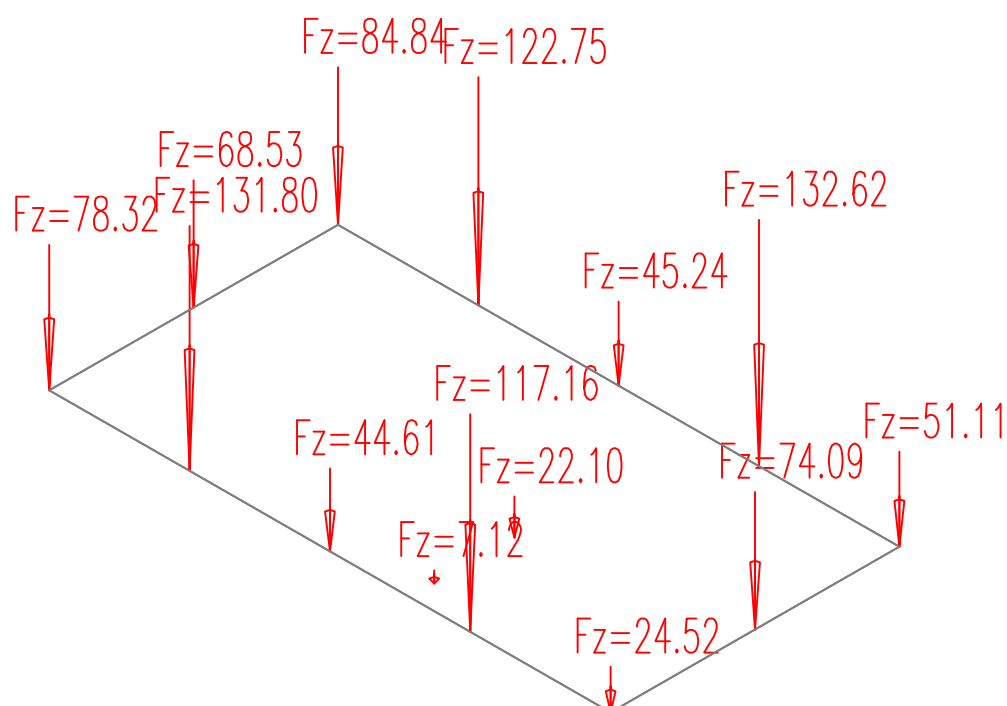
Zadané zatížení: "U\_\_\_\_\_REAKCE MSP RXRY" – Silové [kN,kN/m]

■ Sila  
■ Moment



Zadané zatížení: "U\_\_\_\_\_REAKCE MSP RZ" – Silové [kN,kN/m]

■ Sila  
■ Moment

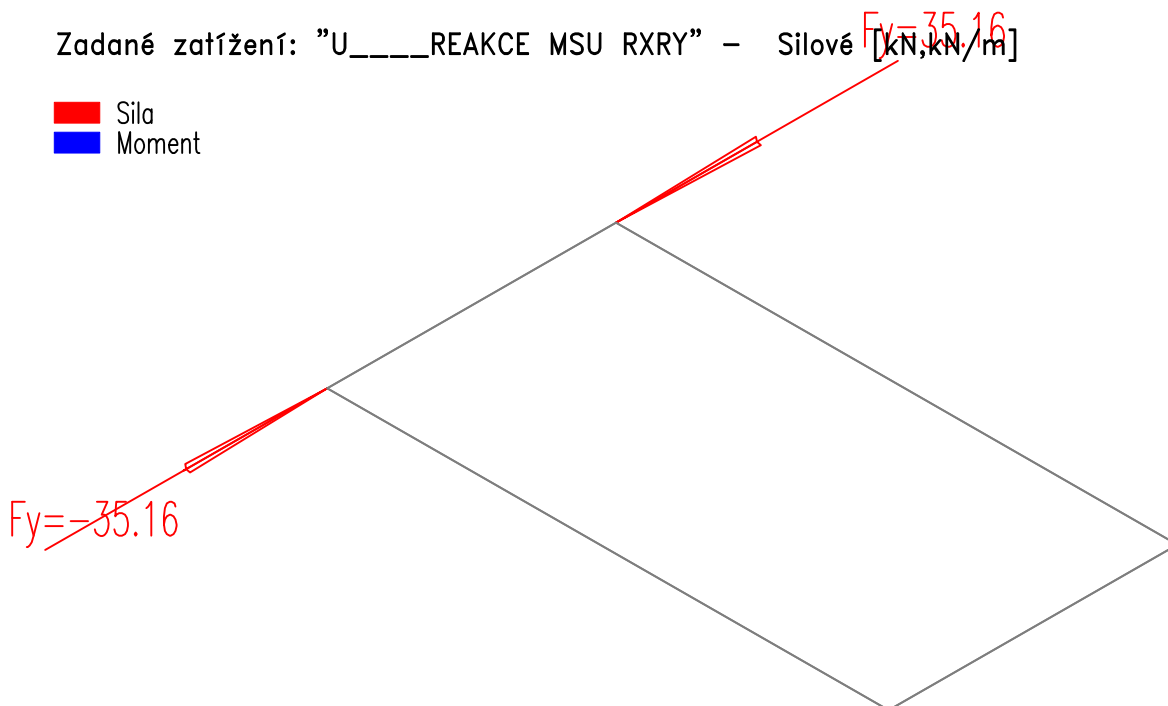


Zakázka	<b>NEM_NACHOD</b>	Datum	11.12.24
Výpočet	<b>ZAKLAD_SCHODISTE</b>	Příloha	
Konstrukce	<b>NÁVRH A POSOUZENÍ ZÁKLADU SCHODIŠTĚ</b>	Strana	4 z 12



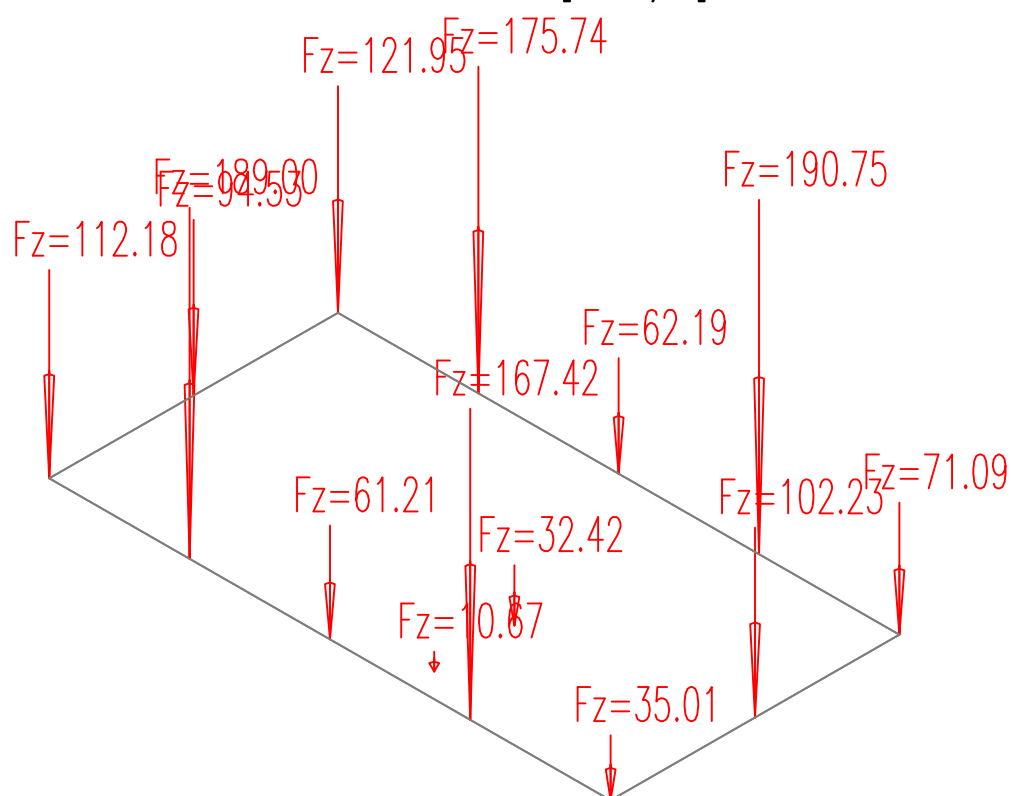
Zadané zatížení: "U\_\_\_\_\_REAKCE MSU RXRY" – Silové [kN,kN/m]

■ Sila  
■ Moment



Zadané zatížení: "U\_\_\_\_\_REAKCE MSU RZ" – Silové [kN,kN/m]

■ Sila  
■ Moment

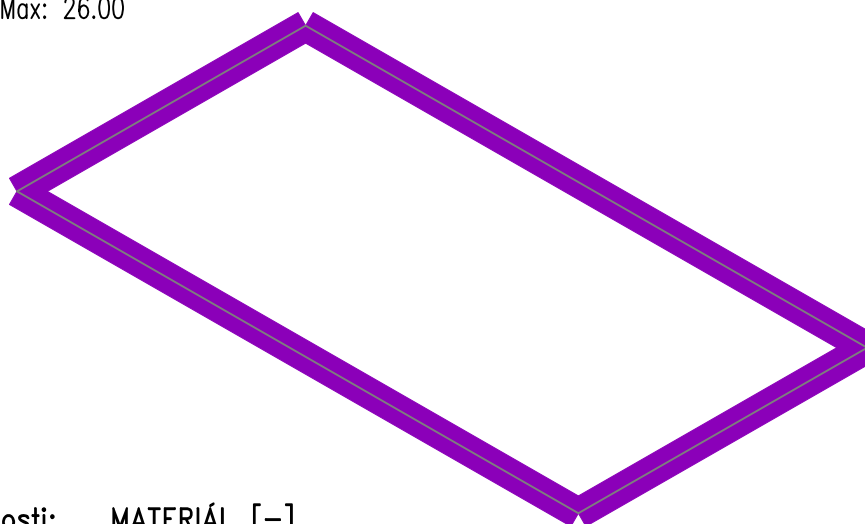


Zakázka	NEM_NACHOD	Datum	11.12.24
Výpočet	ZAKLAD_SCHODISTE	Příloha	
Konstrukce	NÁVRH A POSOUZENÍ ZÁKLADU SCHODIŠTĚ	Strana	5 z 12



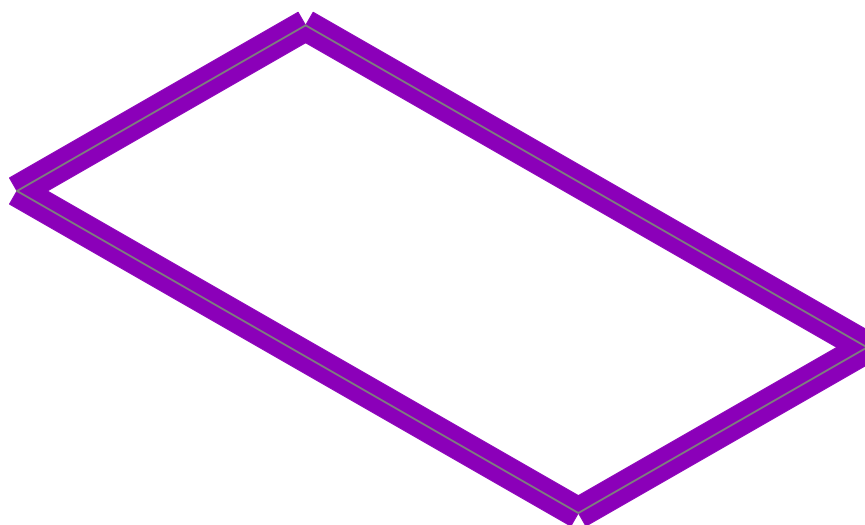
Fyzikální vlastnosti: Gama [ $\text{kN/m}^3$ ]  
Gama Min: 26.00, Max: 26.00

■ 26.00



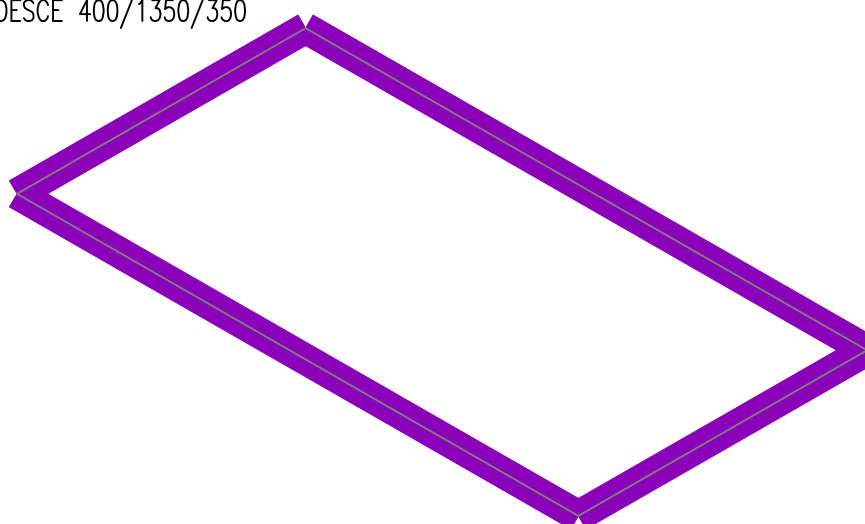
Fyzikální vlastnosti: MATERIÁL [–]

■ C30/37



Fyzikální vlastnosti: PRŮŘEZ [–]

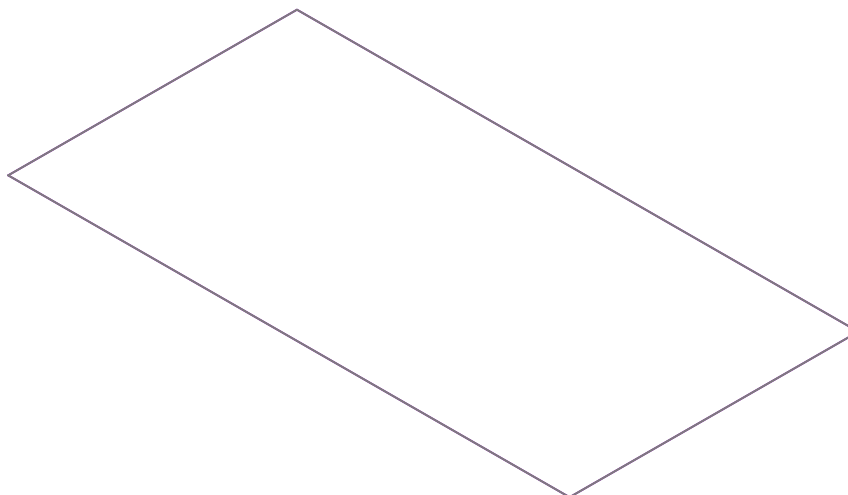
■ OBDELNIK V DESCE 400/1350/350



Zakázka	<b>NEM_NACHOD</b>	Datum	11.12.24
Výpočet	<b>ZAKLAD_SCHODISTE</b>	Příloha	
Konstrukce	<b>NÁVRH A POSOUZENÍ ZÁKLADU SCHODIŠTĚ</b>	Strana	6 z 12

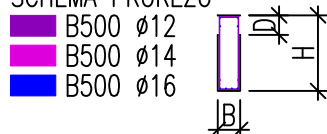


Fyzikální vlastnosti: Interakční diagram [-]



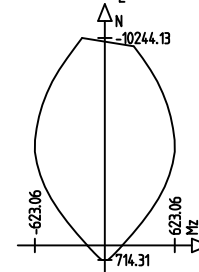
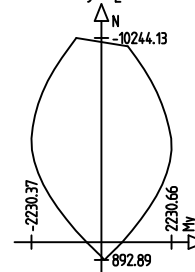
**OBDELNIK V DESCE**  
Rozměry:  $B=0.4$ ,  $H=1.35$ ,  $D=0.35$  [m]  
Beton: C30/37, Norma: ČSN EN 1992-1-1:2011  
Ocel: podélná: B500, příčná: B500  
Krytí: podélná: 0.037, příčná: 0.025 [m]  
Procento vyztužení: 0.35 [%]

**SCHEMA PRŮŘEZU**



**INTERAKČNÍ DIAGRAMY**

$N \times My$  [kN; kNm]     $N \times Mz$  [kN; kNm]

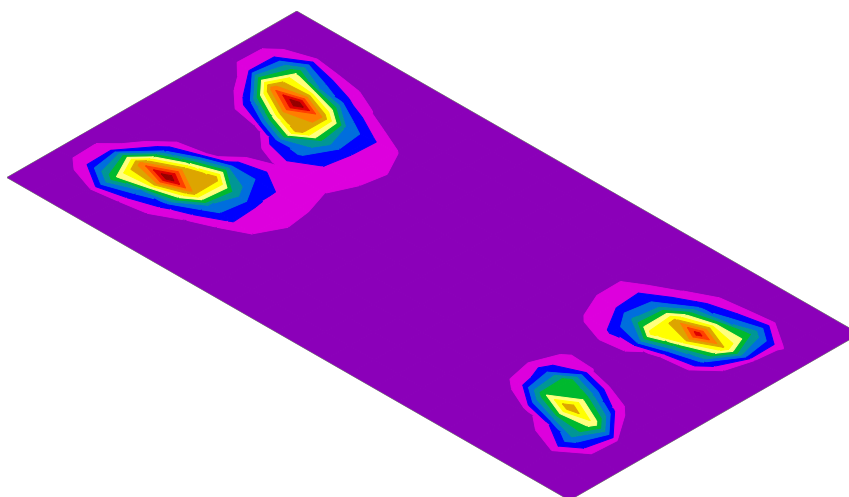
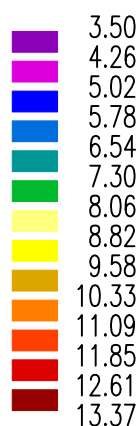




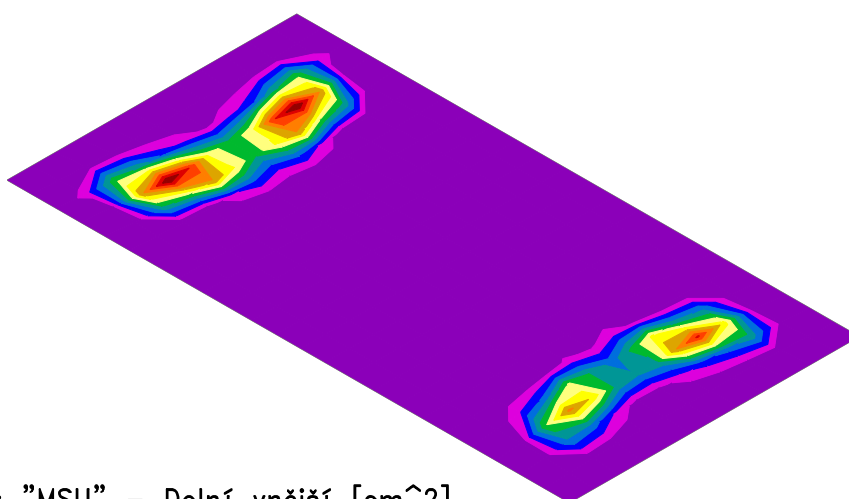
Zakázka	NEM_NACHOD	Datum	11.12.24
Výpočet	ZAKLAD_SCHODISTE	Příloha	
Konstrukce	NÁVRH A POSOUZENÍ ZÁKLADU SCHODIŠTĚ	Strana	7 z 12



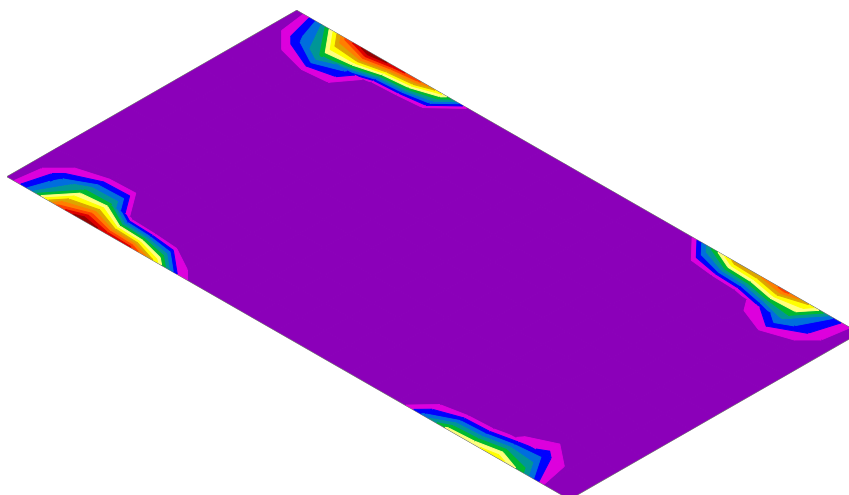
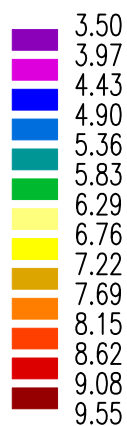
Kombinace: "MSU" – Horní vnější [cm<sup>2</sup>]



Kombinace: "MSU" – Horní střední [cm<sup>2</sup>]



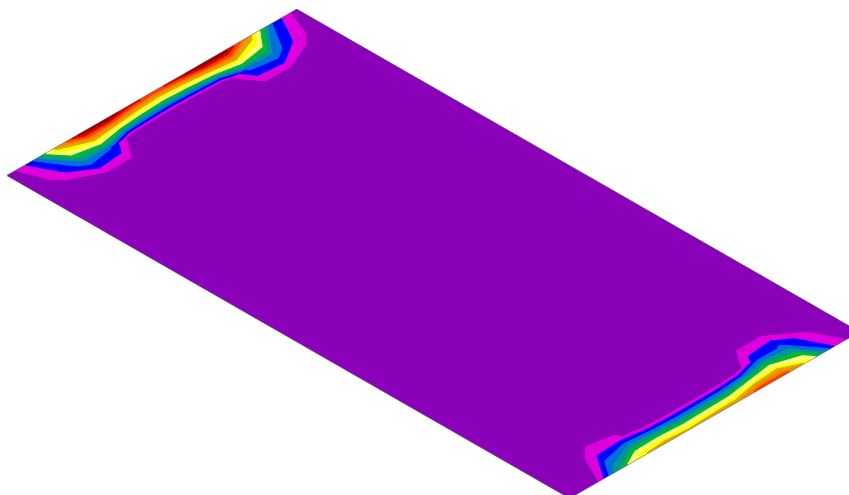
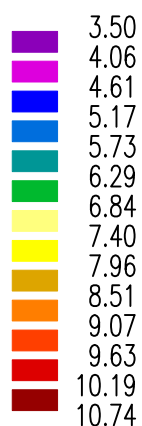
Kombinace: "MSU" – Dolní vnější [cm<sup>2</sup>]



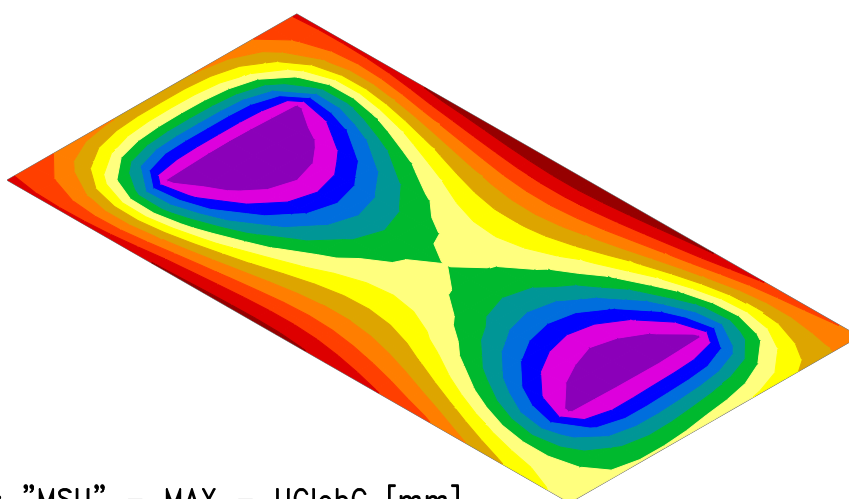
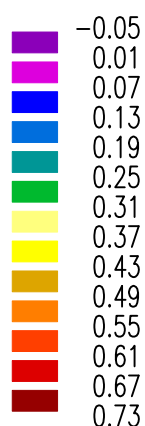
Zakázka	NEM_NACHOD	Datum	11.12.24
Výpočet	ZAKLAD_SCHODISTE	Příloha	
Konstrukce	NÁVRH A POSOUZENÍ ZÁKLADU SCHODIŠTĚ	Strana	8 z 12



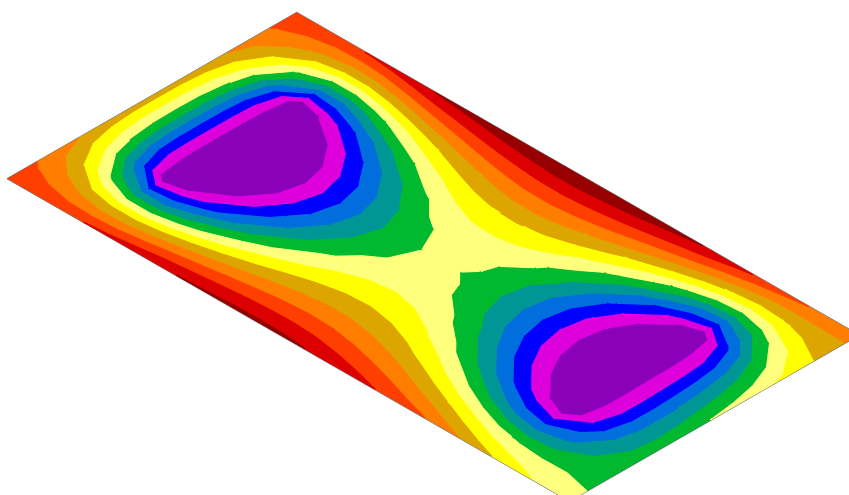
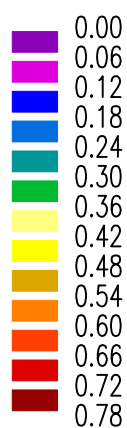
Kombinace: "MSU" – Dolní střední [ $\text{cm}^2$ ]



Kombinace: "MSP" – MAX – UzG [mm]



Kombinace: "MSU" – MAX – UGlobG [mm]

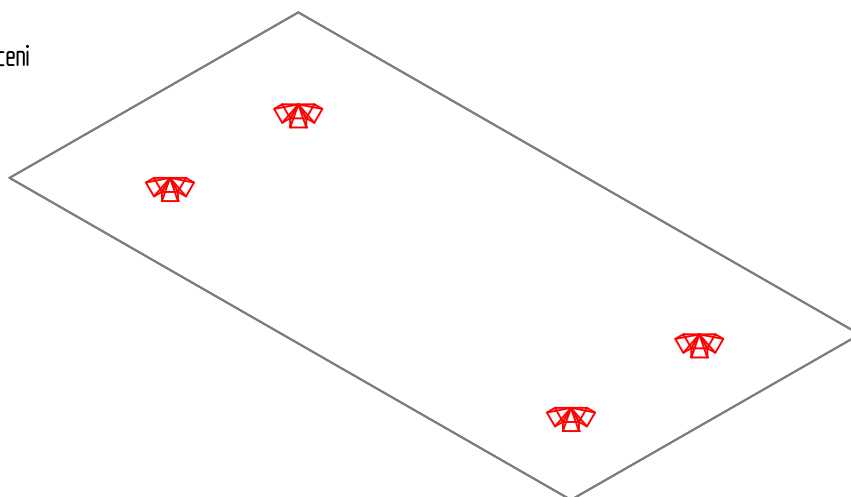


Zakázka	NEM_NACHOD	Datum	11.12.24
Výpočet	ZAKLAD_SCHODISTE	Příloha	
Konstrukce	NÁVRH A POSOUZENÍ ZÁKLADU SCHODIŠTĚ	Strana	9 z 12



### Pevné podpory

- Posun
- Pootoceni
- Posun i pootoceni

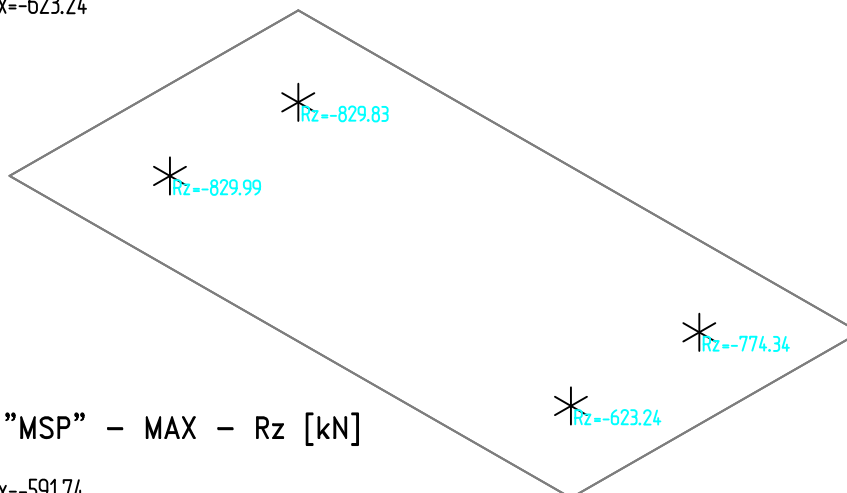


Zakázka	<b>NEM_NACHOD</b>	Datum	11.12.24
Výpočet	<b>ZAKLAD_SCHODISTE</b>	Příloha	
Konstrukce	<b>NÁVRH A POSOUZENÍ ZÁKLADU SCHODIŠTĚ</b>	Strana	10 z 12



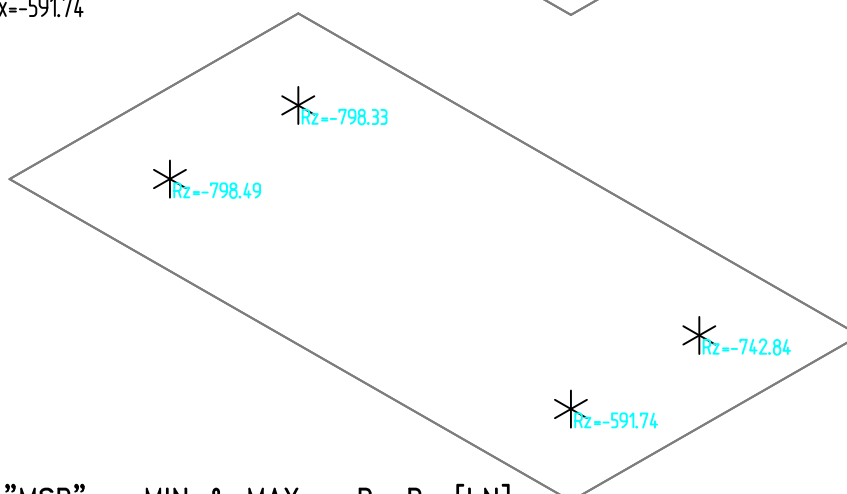
Kombinace : "MSP" – MIN – Rz [kN]

Rz: Min=-829.99, Max=-623.24



Kombinace : "MSP" – MAX – Rz [kN]

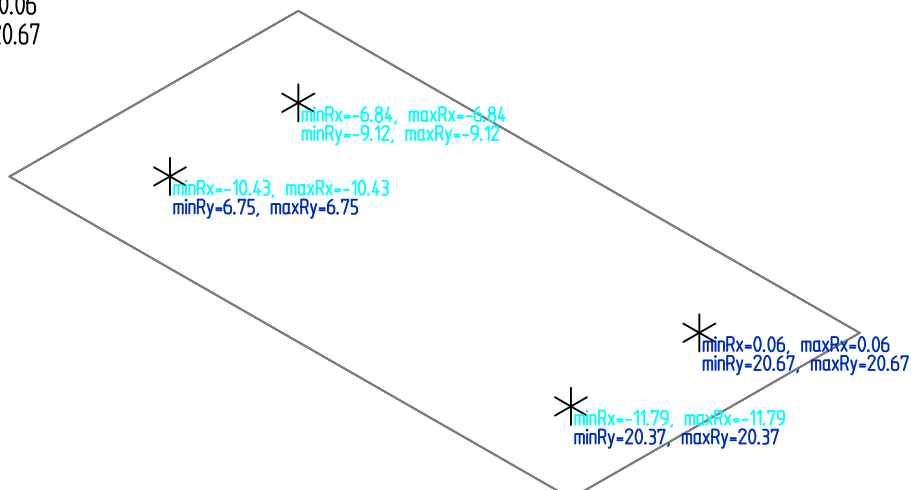
Rz: Min=-798.49, Max=-591.74



Kombinace : "MSP" – MIN & MAX – Rx Ry [kN]

Rx: Min=-11.79, Max=0.06

Ry: Min=-9.12, Max=20.67

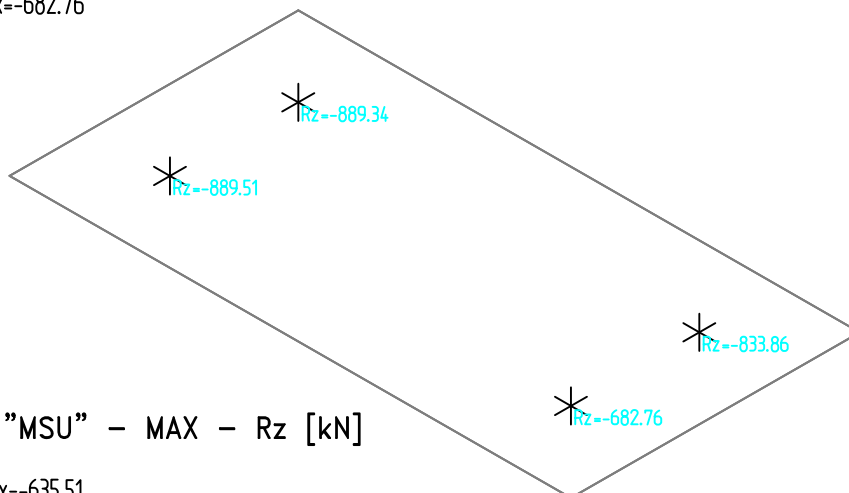


Zakázka	<b>NEM_NACHOD</b>	Datum	11.12.24
Výpočet	<b>ZAKLAD_SCHODISTE</b>	Příloha	
Konstrukce	<b>NÁVRH A POSOUZENÍ ZÁKLADU SCHODIŠTĚ</b>	Strana	11 z 12



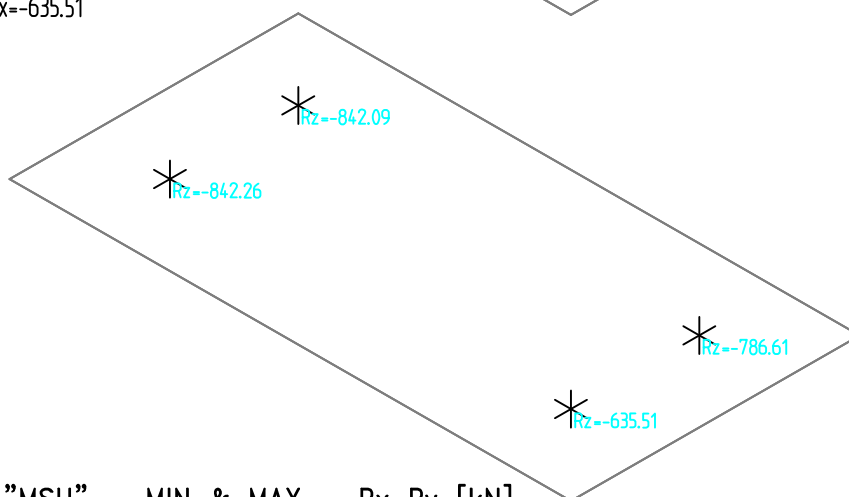
Kombinace : "MSU" – MIN – Rz [kN]

Rz: Min=-889.51, Max=-682.76



Kombinace : "MSU" – MAX – Rz [kN]

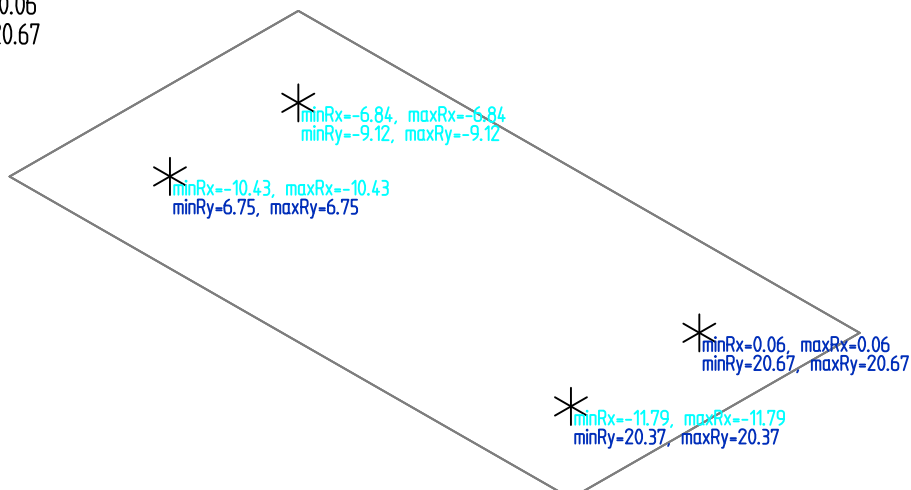
Rz: Min=-842.26, Max=-635.51



Kombinace : "MSU" – MIN & MAX – Rx Ry [kN]

Rx: Min=-11.79, Max=0.06

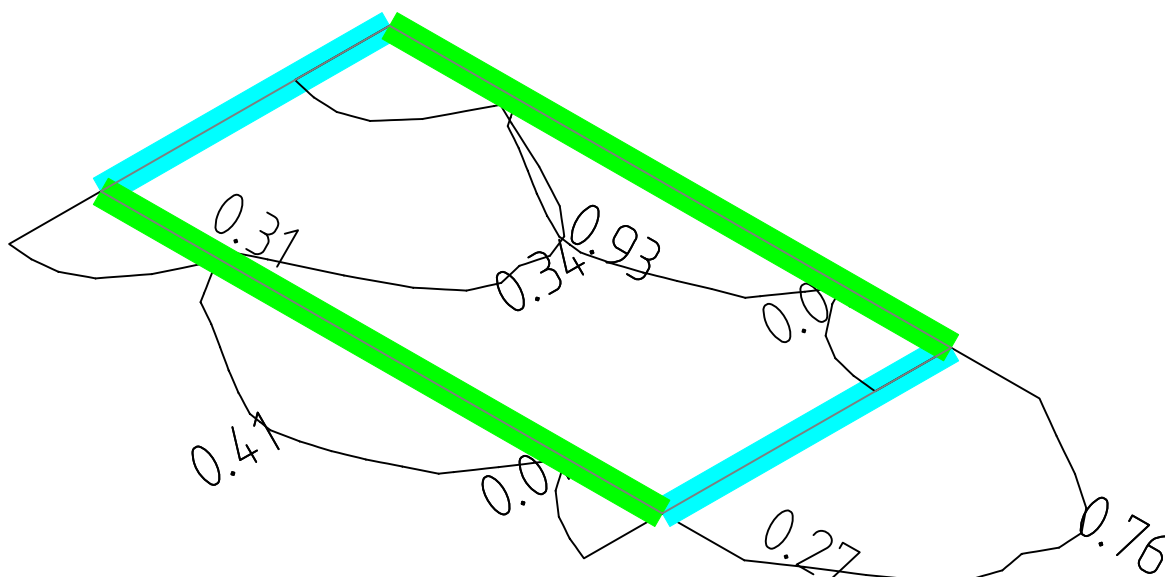
Ry: Min=-9.12, Max=20.67



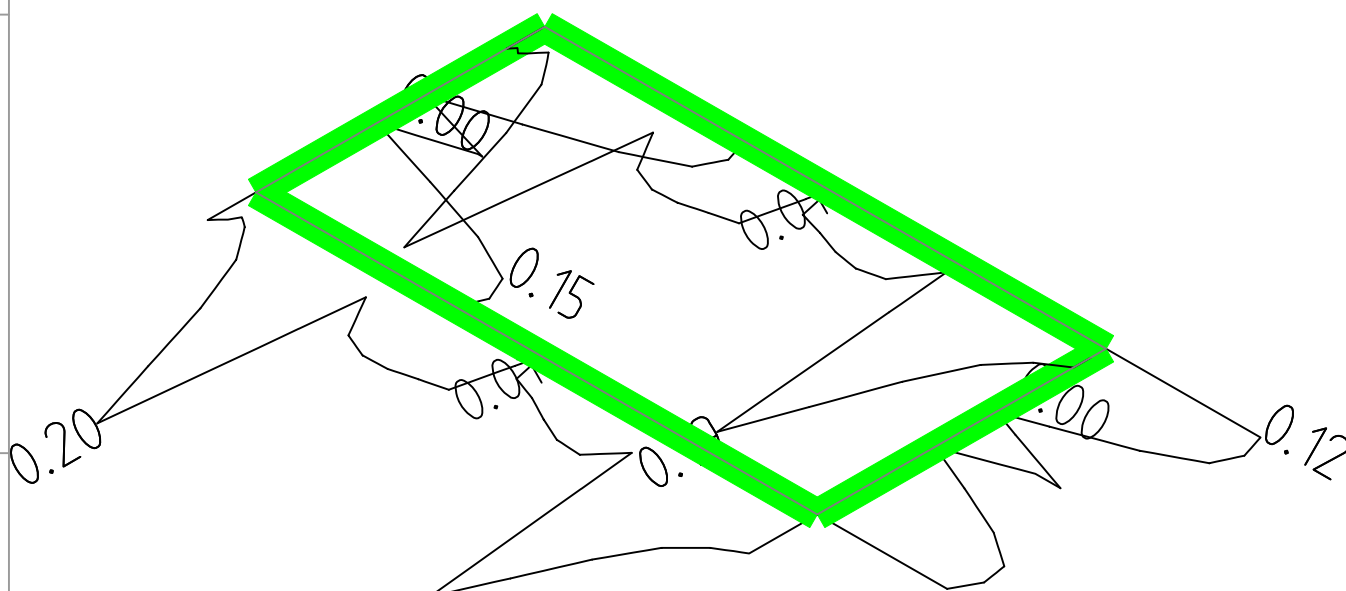
Zakázka	<b>NEM_NACHOD</b>	Datum	11.12.24
Výpočet	<b>ZAKLAD_SCHODISTE</b>	Příloha	
Konstrukce	<b>NÁVRH A POSOUZENÍ ZÁKLADU SCHODIŠTĚ</b>	Strana	12 z 12



Kombinace: "MSU" – MIN & MAX Ohybový posudek [–]  
Ohybový posudek Min: 0.01, Max: 0.93

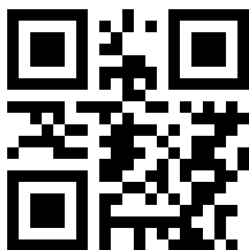


Kombinace: "MSU" – MIN & MAX Smykový posudek [–]  
Smykový posudek Min: 0.00, Max: 0.20



RECOC

statická kancelář & Autodesk developer



[www.recoc.cz](http://www.recoc.cz)

RECOC s.r.o. - PRAHA  
Seydlerova 2451/8  
158 00 Praha 5

tel.: (+420) 251 624 661  
IČO 43 00 10 84  
DIČ CZ43001084

e-mail: [recoc@recoc.cz](mailto:recoc@recoc.cz)  
bankovní spojení: KB Praha 5  
číslo účtu 315146071/0100