

PRŮZKUMY * ZAMĚŘENÍ * PROJEKTY

ul. 28. října 66/201

709 00 Ostrava - Mariánské Hory



ZPRÁVA

**O PROVEDENÍ STAVEBNĚ – TECHNICKÉHO
PRŮZKUMU A STATICKÉM POSOUZENÍ**

STROPU NAD 4.NP PAVILONU E,

OBJEKTU SŠ PROF. ZDEŇKA MATĚJČKA,

17. LISTOPADU 1123/70, OSTRAVA-PORUBA

ZA ÚČELEM POSOUZENÍ MOŽNOSTI UMÍSTĚNÍ FVE NA STŘECHU OBJEKTU

Vypracovali:

Ing. Radan Sležka

Robin Wondra

Adam Číž

Statické posouzení :

Ing. Martin Sležka

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to Ing. Martin Sležka, positioned to the right of the text 'Ing. Martin Sležka'.

OBSAH

1	ÚVOD	2
1.1	Objekt	2
1.2	Objednatel	2
1.3	Vlastník	2
1.4	Popis a rozsah prací	2
1.5	Situace	3
1.6	Označení sond v přiložené výkresové dokumentaci:	4
2	VODOROVNÉ NOSNÉ KONSTRUKCE	5
2.1	Typy stropních konstrukcí	5
2.2	Kvalita výztuže (dle ČSN 73 0038)	5
2.3	Kvalita betonu	6
2.3.1	Metodika nedestruktivních zkoušek pomocí tvrdoměru Schmidt	6
2.3.2	Karbonatace betonu	6
2.3.3	Výsledky nedestruktivních zkoušek pevnosti betonu na žb průvlaku	7
2.4	Schémata sond	7
3	STATICKÝ POSUDEK	11
3.1	Zatížení	11
3.2	Posudek	11
4	ZÁVĚR	13
4.1	Vodorovné nosné konstrukce	13
4.2	Statický posudek	14
4.3	Závěrečná rekapitulace a závěry vyplývající se statického posudku	14

Seznam příloh

Příloha č. I	Seznam použitých podkladů, norem a literatury	(1 x A4)
Příloha č. II	Půdorysné schéma podlaží – zakreslení sond	(1 x A4)
Příloha č. III	Kalibrační protokol Schmidtova tvrdoměru LIVE	(1 x A4)
Příloha č. IV	Fotodokumentace	(2 x A4)
Příloha č. V	Statický posudek	(23 x A4)
č. V.1	zatížení střechy	(2x A4)
č. V.2	žb prvky (zatížení prvků, vnitřní síly)	(11x A4)
č. V.2a	žb prvky (zatížení prvků, vnitřní síly)	(3x A4)
č. V.2b	žb průvlak (vnitřní síly– Scia Engineer)	(8x A4)
č. V.3	žb prvky (posudek - FINE-Beton)	(10x A4)

1 ÚVOD

1.1 Objekt

obec: Ostrava [554821]
ulice: 17. listopadu
č.p.: 1123
č.o.: 70
parc.č.: 1988/1
k.ú.: Poruba-sever [715221]
účel stavby: stavba občanského vybavení
stáří objektu: cca 65 let

1.2 Objednatel

Střední škola prof. Zdeňka Matějčka,
17. listopadu 1123/70
Ostrava-Poruba, 70800

1.3 Vlastník

Moravskoslezský kraj,
28. října 2771/117,
Moravská Ostrava, 70200

1.4 Popis a rozsah prací

Na základě místního šetření a nabídky ze dne 23.10.2023 a objednávky ze dne 24.10.2023 na provedení „Stavebně technický průzkum pavilonu E v objektu Střední školy prof. Zdeňka Matějčka, byl dohodnutý následující rozsah prací:

KONSTRUKCE	ANO	NE	POZNÁMKA
IG průzkum		X	
Základové konstrukce		X	
Svislé konstrukce		X	
Vodorovné konstrukce	X		Tvar a typy stropů, charakteristika nosných prvků: dimenze apod.,
Mykologické posouzení		X	
Konstrukce krovu		X	
Konstrukce střechy	X		Skladba konstrukce střechy
Vlhkost zdiva		X	
Salinita zdiva		X	
Statické posouzení		X	
Ostatní konstrukce a práce		X	

Terénní práce průzkumu na objektu byly prováděny dne 27.10. 2023.

Pro zakreslení umístění sond ve 4. NP bylo použito kopie mapy z *Katastru nemovitostí*.

1.5 Situace



Obr. č. 1: Mapa katastrálního území-(bez měřítka)

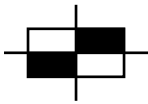
Zdroj: www.cuzk.cz



Obr. č. 2: Mapa – letecký snímek-(bez měřítka)

Zdroj: www.mapy.cz

1.6 Označení sond v příložené výkresové dokumentaci:



- sondy do vodorovných nosných konstrukcí
skladby, nosné prvky, dimenze,
NV 1, NV 2, ...nedestruktivní

2 VODOROVNÉ NOSNÉ KONSTRUKCE

Průzkum vodorovných nosných konstrukcí v objektu byl zaměřen na zjištění informací o způsobu provedení stropních konstrukcí nad 4. nadzemním podlaží, určení hlavních nosných prvků, jejich tvaru apod.

Průzkum byl realizován za účelem vyhotovení statického přepočtu z důvodu požadavků na ověření možnosti umístění fotovoltaické elektrárny (FVE) na střechu pavilonu E.

Za tímto účelem byly provedeny celkem 3 sondy, které jsou označené NV1 až NV3. Dvě sondy byly provedeny do železobetonových dutinových stropních panelů a jedna sonda do železobetonového průvlastku - příčle. Sondy byly provedeny zespod a byly jimi zjištěny i skladby střešního pláště.

Umístění sond je zakresleno v půdorysném schématu v příloze č. II.

2.1 Typy stropních konstrukcí

Průzkumem bylo zjištěno, že stropní konstrukce nad 4.NP je provedena jako konstrukce železobetonová, stropní rovina je řešená jako montovaná z železobetonových dutinových panelů, které jsou osazeny na železobetonové průvlaky – příčle.

Z poskytnutých podkladů a ze zjištění provedeným průzkumem se s největší pravděpodobností jedná o „H“ rámy systému BPO – Báňské projekty Ostrava.

2.2 Kvalita výztuže (dle ČSN 73 0038)

Pro zjištění polohy ocelových výztužných vložek v železobetonových prvcích bylo použito přístroje Profometr 4, který je založen na principu elektromagnetické indukce. Profily a kvalita oceli pak byly zjišťovány po odstranění krycích vrstev betonu. Profily byly měřeny pomocí posuvného měřítka (šuplery), kvalita oceli byla určena podle ČSN 73 0038 čl. 6.3, tab. 6.2. dle stáří konstrukce a tab. 6.8 dle tvaru jejího povrchu.

Základní orientační charakteristiky oceli jsou následující:

- **ocel hladká 10 216 (E)** – návrhová hodnota pevnosti pro betony C 12/15 a vyšší – v tahu a v tlaku je **190 MPa**, mez kluzu je **206 MPa**, mez pevnosti se neuvádí, svařitelnost dobrá.

- **ocel žebírková 10 335 (J)** – návrhová hodnota pevnosti pro betony C 12/15 a vyšší – v tahu a v tlaku je **300 MPa**, mez kluzu je **325 MPa**, mez pevnosti **471 MPa**, svařitelnost zaručená.

- **ocel žebírková 10 425 (V)** – návrhová hodnota pevnosti pro betony: C 12/15– v tahu a v tlaku je **340 MPa**, pro C 16/20 a vyšší – v tahu a v tlaku je **375 MPa**, mez kluzu je **410 MPa**, mez pevnosti **569 MPa**, svařitelnost zaručená.

- **ocel hladká s podélným výstupkem 10 452** – návrhová hodnota pevnosti pro betony C 12/15 a vyšší – v tahu a v tlaku je **230 MPa**, mez kluzu je **270 MPa**, mez pevnosti **se neuvádí**, svařitelnost obtížná.

2.3 Kvalita betonu

Pro stanovení pevnosti betonu v sondě **NV 3** byly provedeny nedestruktivní zkoušky. V sondách **NV 1** a **NV 2** nebylo možno zkoušky provést.

2.3.1 Metodika nedestruktivních zkoušek pomocí tvrdoměru Schmidt

Pevnostní zkoušky betonu byly provedeny nedestruktivně pomocí přístroje "tvrdoměrné kladívko Schmidt typ Live", výrobní číslo SL01-002-0049, jehož výrobcem je firma Proceq. Tento přístroj byl ověřen dle Metrologického předpisu pro ověřování tvrdoměrů na beton, protokol o kalibraci č. 090-059155, ze dne 22.05.2023, je uveden v příloze této zprávy.

Zkušební místa připravené na konstrukci pro tvrdoměrnou metodu musí vyhovovat podmínkách pro provádění nedestruktivních zkoušek touto metodou, které stanovuje ČSN 73 1373, množství zkoušek a další podmínky byly stanoveny dle ČSN 73 2011 a dle ČSN EN 12504-2.

Na každém zkušebním místě bylo provedeno celkem deset měření (úderů kladívkem), z nich byla nejnižší a nejvyšší hodnota vyloučena. Ve výpočtu pevnosti pro jedno zkušební místo se tedy uvažuje s osmi platnými údery. Pro vyhodnocení zkoušek pevnosti betonu bylo použito obecného kalibračního vztahu dle ČSN 73 1373. Výsledkem měření jsou hodnoty pevnosti betonu v tlaku s nezaručenou přesností.

Výsledky nedestruktivních zkoušek pevnosti betonu jsou uvedeny v následující tabulce. Poloha Schmidtova tvrdoměru je uvedena ve stupních a značí odchylku od vodorovné polohy (0^0 vodorovně, -90^0 svisle dolů, $+90^0$ svisle vzhůru).

2.3.2 Karbonatace betonu

Při zkoušení betonu byly v místech nedestruktivních zkoušek provedeny rovněž zkoušky karbonatace betonu, a to dle fenolftaleinové (kolorimetrické) metody. Pomocí roztoku fenolftaleinu příslušné koncentrace byla zjištěna hloubka zkarbonatovaného betonu, dle hloubky a míry karbonatace pak byly buďto upraveny zkušební místa nebo zaveden vliv karbonatace do výpočtu stanovení výsledné pevnosti betonu.

Na povrchu připraveného místa v místě zkoušek **NVB1** (sonda **NV 3**) došlo na povrchu k mírné reakci, zkoušený povrch je tedy částečně zkarbonatován.

Do výpočtu byl zaveden koeficient karbonatace $c = 0,20$.

2.3.3 Výsledky nedestruktivních zkoušek pevnosti betonu na žb průvlatku

Bylo provedeno celkem 7 zkoušek nedestruktivního měření na železobetonovém průvlatku sondy **NV 3**. Nedestruktivní měření je označeno jako **NVB 1** a bylo provedeno z boku. V tabulce č. 1 jsou vyhodnoceny naměřené hodnoty nedestruktivní zkoušky betonu.

Vyhodnocení pevnosti betonu dle tvrdoměru Schmidt Live

Tabulka č.1

označení měření	poloha tvrdom.	Odprysk tvrdoměru								Q [průměr]	R _{bei} [N.mm ⁻²]
		Q(i)									
NV3											
NVB 1/1	0°	32	33	35	33	36	30	36	36	34	30
NVB 1/2	0°	35	34	39	36	40	37	41	34	37	35
NVB 1/3	0°	33	33	39	36	39	34	37	36	36	33
NVB 1/4	0°	41	38	36	37	36	41	40	36	38	37
NVB 1/5	0°	38	41	38	37	40	36	36	37	38	37
NVB 1/6	0°	33	37	37	38	38	39	35	37	37	35
NVB 1/7	0°	35	41	37	39	41	37	41	36	38	37

$$\text{průměr } R_{be}^{\circ} = 34,86$$

$$\text{směrodatná odchylka } s_x = 2,61$$

$$\text{variační koeficient } V_x = 0,07$$

$$\text{součinitel pro stanovení 5\% kvantilu (pro 7 měření) (dle tab.4.2) } k_n = 2,09$$

$$R_{be}' = R_{be}^{\circ} \cdot (1 - k \cdot V_x)$$

$$R_{be}' = 29,40 \text{ MPa}$$

$$\text{součinitel stáří betonu dle ČSN 731373, čl.35. } a_t = 0,90$$

$$\text{součinitel vlhkosti betonu dle ČSN 731373, čl.36. } a_w = 1,00$$

$$R_{be} = R_{be}' \cdot a_t \cdot a_w$$

$$R_{be} = 26,46 \text{ MPa}$$

$$\text{součinitel míru karbonatice betonu } c = 0,2 \text{ pro míru karbonatice } 20\%$$

$$R_{bec} = (1-c) \cdot R_{be}$$

$$R_{bec} = 21,17 \text{ MPa} \Rightarrow 21,2 \text{ MPa}$$

Výsledkem vyhodnocení je beton odpovídající pevnostní třídě **C 16/20**.

2.4 Schémata sond

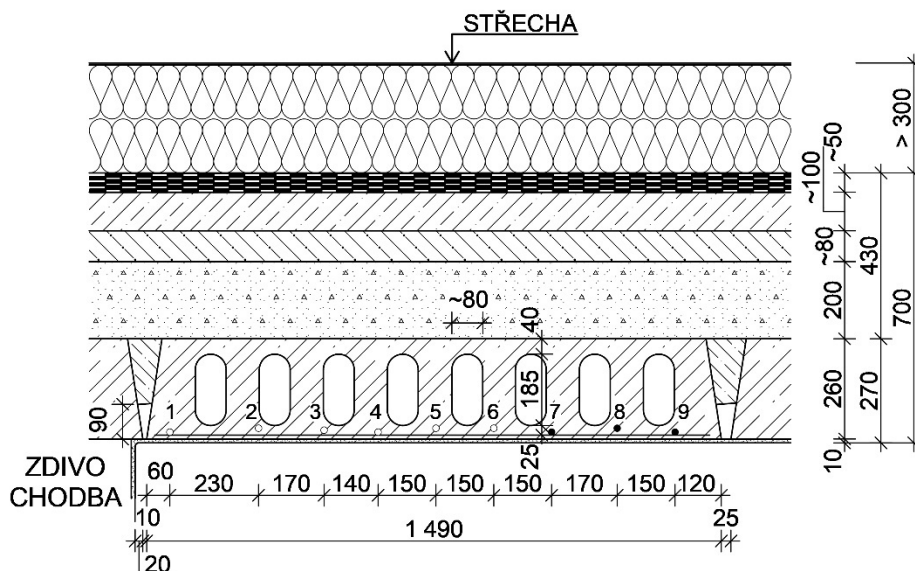
Zakreslení tvaru konstrukce, dimenzí, skladeb apod. je patrné z následujících schémat.

STROPNÍ DUTINOVÝ PANEL

Sonda č.: NV 1

Umístění: 4.NP

Schéma sondy



Skladba konstrukce:

- krytina – pravděp. kaučuková fólie
- tepelná izolace – polystyrén >300 mm
- souvrství asfaltových lepenek ~50 mm
- betonová mazanina ~100 mm
- pórobeton ~80 mm
- násyp (škvára) 200 mm
- dutinový panel 260 mm
- vápenná omítka 10 mm

Poznámka

$L_0 = 5,60$ m (v omítkách).

Hlavní výztuž (č. 7-9): o \varnothing 16 mm, ocel žebírková 10 425 (V), krytí 10-20 mm, osy v poli: 140-230 mm.

Rozdělovací výztuž: ocel hladká 10 216 (E) o \varnothing 6 mm, krytí 10 mm.

Ověřeny osekáním byly výztuže (č. 7-9), ostatní výztuže ověřeny Profometrem.

Hlavní výztuže s mírnou povrchovou korozi bez oslabení.

Beton : pevný, dobře zatečený, bez kavern, kompaktní.

Pod dutinami byly zjištěny výztuže z oceli hladké 10 216 (E) o \varnothing 4 mm s krytím 5-10 mm.

V souvrství střešního pláště nebylo možné přesně určit všechny vrstvy a tloušťky, neboť sonda byla provedena zespod přes násyp z důvodu nové PVC krytiny.

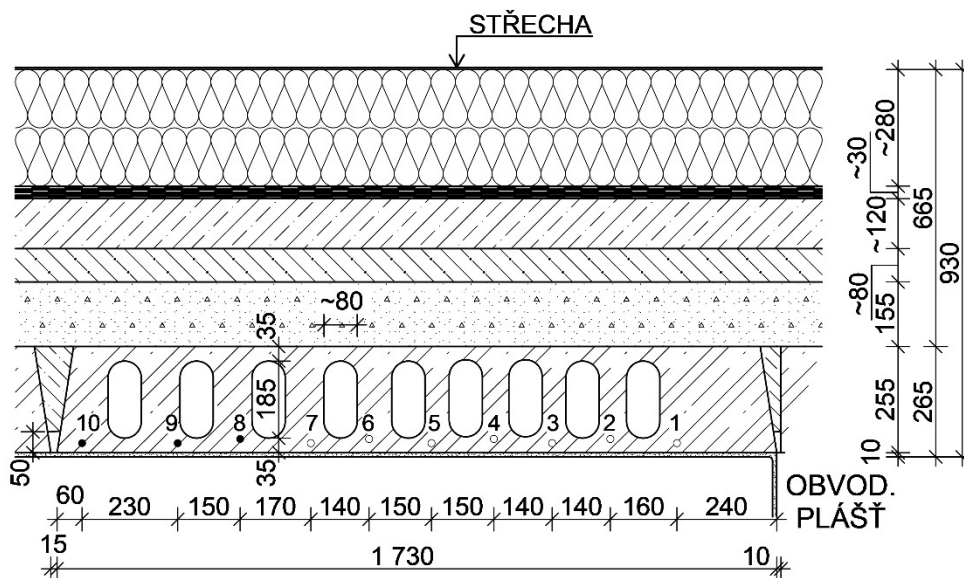
Mezi panely, byla zjištěna betonová zálivka, která začíná 90 mm od spodní hrany panelu.

STROPNÍ DUTINOVÝ PANEL

Sonda č.: NV 2

Umístění: 4.NP

Schéma sondy



Skladba konstrukce:

- krytina – pravděp. kaučuková fólie
- tepelná izolace – polystyrén ~280 mm
- souvrství asfaltových lepenek ~30 mm
- betonová mazanina ~120 mm
- pórobeton ~80 mm
- násyp (škvára) 155 mm
- dutinový panel 255 mm
- vápenná omítka 10 mm

Poznámka

$L_0 = 5,60$ m (v omítkách).

Hlavní výztuž (č. 8-10): o \varnothing 16 mm, ocel žebírková 10 335 (J), krytí 15-25 mm, osy v poli: 140-230 mm.

Ověřeny byly výztuže (č. 8-10), ostatní výztuže ověřeny Profometrem.

Hlavní výztuže s mírnou povrchovou korozí bez oslabení.

Beton : pevný, dobře zatečený, bez kavern, kompaktní.

Pod dutinami byly zjištěny výztuže z oceli hladké 10 216 (E) o \varnothing 4 mm s krytím 5-10 mm.

V souvrství střešního pláště nebylo možné přesně určit všechny vrstvy a tloušťky, neboť sonda byla provedena zespod přes násyp z důvodu nové PVC krytiny.

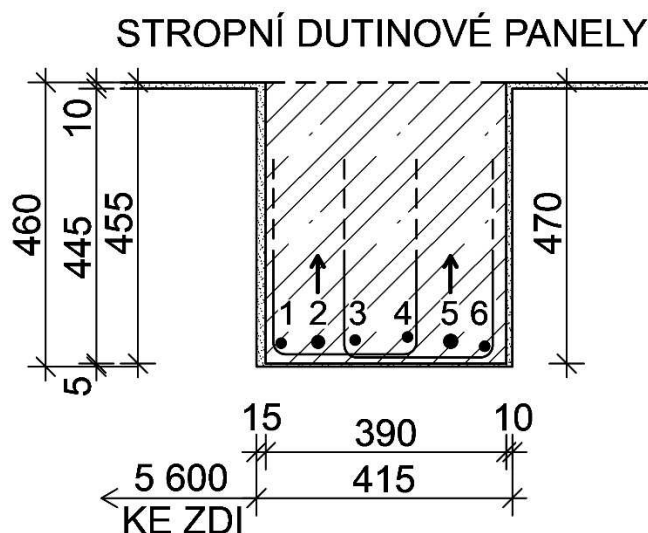
Mezi panely, byla zjištěna betonová zálivka, která začíná 50 mm od spodní hrany panelu.

ŽB STROPNÍ PRŮVLAK

Sonda č.: NV 3

Umístění: 4.NP

Schéma sondy



Skladba konstrukce:

- železobetonový stropní průvlak455-470 mm
- vápenná omítka 5 mm

Poznámka

$L_0 = 5,60$ m (v omítkách).

Výpis výztuže – viz tabulka, ocel žebírková 10 425 (V).

Vložka	1	2	3	4	5	6
Profil ϕ [mm]	16	20	16	16	22	16
Krytí [mm]	25	25	30	35	25	20
Osy [mm] od kraje panelu	25	85	145	230	330	355

Třmínková výztuž: ocel hladká s podélným výstupkem 10 452 o ϕ 8 mm, krytí 10-15 mm, osy od podpory po: 20, 230, 230, 230, 190 200, 220, 230, 220, 250, 220, 240, 300, 100, 280, 210, 230, 220 mm.

Třmínky jsou čtyřstřížné.

Do podpory procházejí všechny výztuže kromě výztuží č. 2 a 5, které se ohýbají směrem nahoru.

Hlavní výztuže s mírnou povrchovou korozi bez oslabení.

Beton v sondě dobře zatečený okolo výztuží, kompaktní, bez kavern.

Orientační pevnost betonu plného panelu byla určena na základě nedestruktivních zkoušek NVB1 a odpovídá třídě betonu C 16/20.

3 STATICKÝ POSUDEK

Předmětem tohoto statického výpočtu je posouzení žb prvků střechy na uvažované přídavné zatížení od FVE panelů.

3.1 Zatížení

Zatížení vč. součinitelů zatížení a kombinačních součinitelů stanovena dle platné normy ČSN EN 1990 a ČSN EN 1991.

Pro stanovení celkového zatížení posuzovaných prvků byly komplexně řešeny navazující konstrukce v základní kombinaci nejnepříznivějšího zatížení, případně jako reakce navazujících konstrukcí.

Zatížení stálé:

- součinitel stálého zatížení (nepříznivá situace): $\gamma_G = 1,35$
- tíha střešního pláště (NV1) bez PZD: $g_{k,1} = 6,45 \text{ kN/m}^2$;
- tíha střešního pláště (NV2) bez PZD: $g_{k,1} = 6,27 \text{ kN/m}^2$;
- tíha FVE panelů vč. pomocné k-ce: $g_{k,FVE} = 0,50 \text{ kN/m}^2$;

Zatížení nahodilé: - součinitel nahodilého zatížení (nepříznivá situace): $\gamma_Q = 1,50$

Užitné zatížení:

- kat. H (střecha nepochozí, tzn. údržba): $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$;
($s_k > q_{k(H)}$, zatížení $q_{k(H)}$ nebude uvažováno)

Klimatické zatížení:

- sníh - II. oblast: $s_k = 1,05 \text{ kN/m}^2$, tvarový součinitel $\mu_1 = 0,80$, tvarový součinitel s uvažováním návěje $\mu_2 = 1,50$;
- vítr – 2. oblast; kat. ter. III: $q_p = 0,782 \text{ kN/m}^2$;

Stanovení zatížení viz příloha č. V.1 a V.2.

3.2 Posudek

Posudek nosných konstrukcí je proveden podle současně platných norem a předpisů ČSN uvedených v seznamu použité literatury a norem. Při výpočtech a posudcích bylo využito ručně algoritmizovaného výpočtu v programu MS excel, dále softwaru Scia Engineer 20.0 a výpočetního softwaru společnosti Fine s.r.o. (Fin10 - BETON).

Posudek je proveden na stav s přitížením 50 kg/m^2 od FVE a dále na návěje sněhu, které díky konstrukci pro FVE na střeše vzniknou!

Předpokladem statického posudku je bezvadností konstrukce!

NV1_PZD (prostě uložená žb prefa. dutinová deska), B/H/L₀ = 1,50/0,26/5,64 m

- deska zatížena plošně skladbou střešního pláště vč. omítek a FVE + sněhem (vč. návěje);
- dle mezního stavu únosnosti MSÚ – **vyhoví** (využití $\mu = 85\%$)
- *podrobné stanovení vnitřních sil viz příloha č. V.2a*
- *podrobný posudek viz příloha č. V.3.*

NV2_PZD (prostě uložená žb prefa. dutinová deska), B/H/L₀ = 1,50/0,26/5,64 m

- deska zatížena plošně skladbou střešního pláště vč. omítek a FVE + sněhem (vč. návěje);

- dle mezního stavu únosnosti MSÚ – **vyhoví** (využití $\mu = 96\%$)
- podrobné stanovení vnitřních sil viz příloha č. V.2a
- podrobný posudek viz příloha č. V.3.

NV3_P (žb průvlak jako příčle rámu s převislým koncem 1,5 m), $B/H/L_0 = 0,39/0,455/5,64$ m

- průvlak zatížen polem 6,0 m, zatížení skladbou střešního pláště vč. omítek a FVE + sníh (vč. návěje);
- dle mezního stavu únosnosti MSÚ – **NEvyhoví** (využití $\mu = 124\%$)
(poznámka: průvlak byl posouzen pouze v poli, tzn. na kladný ohybový moment)
- podrobné stanovení vnitřních sil viz příloha č. V.2b
- podrobný posudek viz příloha č. V.3.

Z výše provedené statické analýzy plyne, že střešní panely **PZD jsou vyhovující** na uvažované zatížení od FVE panelů, ale **průvlak je nevyhovující**.

Aby **průvlak** vyhověl, bude **nutné** jej **zesílit** (např. vlepovanými podélnými výztužemi, případně uhlíkovými lamelami).

4 ZÁVĚR

Práce stavebně technického průzkumu výše uvedeného objektu se zabývaly zjištěním informací pro ověření způsobu provedení stropních konstrukcí nad 4.NP a skladby střešního pláště, za účelem vyhotovení statického přepočtu z důvodu umístění FVE.

Podrobný popis všech zjištěných údajů je uveden v kapitole této zprávy.

Níže je pouze stručný popis informací.

4.1 Vodorovné nosné konstrukce

Celkem byly provedeny 3 sondy, které jsou označené **NV1** až **NV3**. Dvě sondy byly provedeny do železobetonových dutinových panelů a jedna sonda do železobetonového průvzlaku - příčle. Sondy byly provedeny zespod a byly jimi zjištěny i skladby střešního pláště.

Průzkumem bylo zjištěno, že stropní konstrukce nad 4.NP je provedena jako konstrukce železobetonová, stropní rovina je řešená jako montovaná z železobetonových dutinových panelů, které jsou osazeny na železobetonové průvzlaky – příčle. Pravděpodobně se jedná o „H“ rámy systému BPO – Báňské projekty Ostrava.

Základní orientační charakteristiky oceli jsou následující:

- **ocel hladká 10 216 (E)** – návrhová hodnota pevnosti pro betony C 12/15 a vyšší – v tahu a v tlaku je **190 MPa**, mez kluzu je **206 MPa**, mez pevnosti se neuvádí, svařitelnost dobrá.

- **ocel žebírková 10 335 (J)** – návrhová hodnota pevnosti pro betony C 12/15 a vyšší – v tahu a v tlaku je **300 MPa**, mez kluzu je **325 MPa**, mez pevnosti **471 MPa**, svařitelnost zaručená.

- **ocel žebírková 10 425 (V)** – návrhová hodnota pevnosti pro betony C 12/15 a vyšší – v tahu a v tlaku je **340 MPa**, mez kluzu je **410 MPa**, mez pevnosti **569 MPa**, svařitelnost zaručená.

- **ocel hladká s podélným výstupkem 10 452** – návrhová hodnota pevnosti pro betony C 12/15 a vyšší – v tahu a v tlaku je **230 MPa**, mez kluzu je **270 MPa**, mez pevnosti **se neuvádí**, svařitelnost obtížná.

Orientační nezaručená pevnost betonu určená pomocí nedestruktivních zkoušek odpovídá různým třídám betonu a to:

- zkoušky **NVB 1** **R_{bec} = 21,2 MPa**, tj. beton třídy **C 16/20**

Bližší popis vyhodnocení a informace jsou uvedeny v kapitole 2.

V Ostravě 31.10.2023

vypracoval: Robin Wondra

4.2 Statický posudek

Z výše provedené statické analýzy plyne, že střešní panely **PZD jsou vyhovující** na uvažované zatížení od FVE panelů, ale **průvlak je nevyhovující**.

Aby **průvlak** vyhověl, bude **nutné jej zesílit při spodním povrchu** (např. vlepovanými podélnými výztužemi, případně uhlíkovými lamelami).

Výpočet byl proveden pro bezvadnou konstrukci!

4.3 Závěrečná rekapitulace a závěry vyplývající se statického posudku

Statický výpočet byl proveden za účelem ověření možnosti instalace fotovoltaické elektrárny na střechu objektu pavilonu E .

Nosná konstrukce objektu je řešená z rámu BPO, typů NRZ 5 – 750/420 (se zkrácenou výškou na 360 cm) – viz poskytnutá PD [1]. Jde o rámy složené ze dvou sloupů s osovou vzdáleností 6,0 a příčle s jednostranně vyloženou konzolou z osy sloupu o dl. 1,5 m.

Dle [3] lze konstrukčně řešit těmito rámy trojpolové skelety o modulech 6+3+6 m a případně 6+6+6 m, kdy do středního traktu byly na konzoly vložené pole o délce cca 3,0 m.

Konzola je tedy řešená tak, aby přenesla dané přetížení vloženým polem, takže v současném stavu vykazuje konzola rezervu.

Z výše uvedeného popisu nosné konstrukce, prostudování podkladů a závěrů včetně statického posudku vyplývá, že v současné době nelze konstrukci střechy přetížit FVE na krajních modulech o šířky 6,0 m, zatímco na středním poli o šířce 3,0 m je FVE možno řešit bez opatření.

V případě požadavku na celoplošné využití střechy pro FVE, je nutno řešit zesílení příčlí v krajních polích o délce 6,0 m.

V Ostravě dne 09.11.2023

vypracoval: Ing. Martin Sležka



Příloha č. I - SEZNAM POUŽITÝCH NOREM A LEGISLATIVY

ČSN ISO 13822 (73 0038) - Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí.

ČSN ISO 73 0038 – Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí – Doplnující ustanovení průřezu kruhového, průřezu čtvercového a lan.

Operating Instructions - Concrete Test Hammer Types N and NR - PROCEQ, Zurich 1989

Zjišťování mechanických vlastností betonu v hotových konstrukcích - ing. Dr. Karel Waitzmann, Praha, SNTL 1956

Průzkumy a opravy stavebních konstrukcí - Pume, Čermák a kolektiv, ABF, ARCH Praha, 1993

Technický průvodce, Statické tabulky sv.19/II - akad.Fr.Klokner, Praha SNTL 1959

Použité a poskytnuté podklady :

[1] – v.č. BP -14-1-8109- Střecha I, II, Strop nad III. a IV.P, - Výstavba OKD Vít. Únor – hornické učiliště – II.etapa, obj. č.1 – škola, Báňské projekty Ostrava, 7/1961

[2] – v.č. BP -14-1-8102- IV. A V. patro, Střecha I, II, - Vít. Únor – hornické učiliště pro doly V. únor., Urx, Stachanov a Šverma, obj. č.1 – škola, Báňské projekty Ostrava, 7/1961

[3] – Konstrukční systém BPO – HSV 1966-1970 – Podrobný statický výpočet, Báňské projekty Ostrava 1965 , tisk BPO

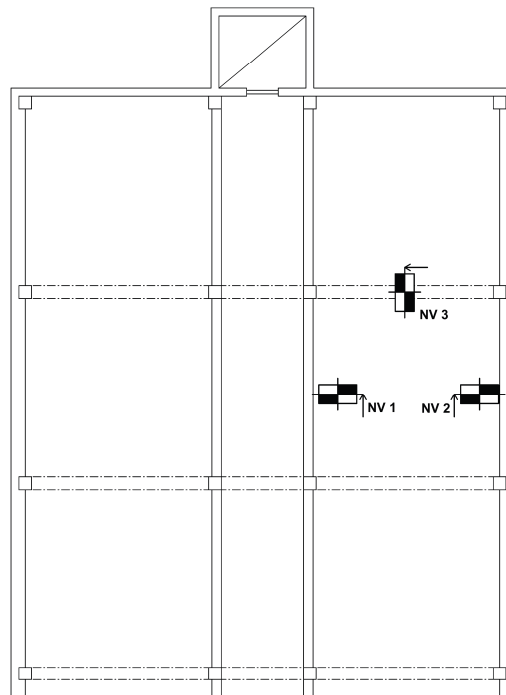
Příloha č. II – ZAKRESLENÍ ROZMÍSTĚNÍ SOND



Zájmová oblast

Mapa katastrálního území-(bez měřítka)

Zdroj: www.cuzk.cz



Půdorysné schéma části 4.NP

Zakreslení sond

(bez měřítka)

MARPO s.r.o.

Příloha č. III KALIBRAČNÍ PROTOKOL TVRDOMĚRU SCHMIDT LIVE

KL 090-059155

1/1



Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p.
 Kalibrační laboratoř TZÚS Praha, s.p. – pobočka TIS
 Prosecká 811/76a, 190 00 Praha 9
 kalibrační laboratoř č. 2275 akreditovaná ČIA dle ČSN EN ISO/IEC
 17025:2018
 telefon 286 019 478, 286 019 479, 286 019 482 e-mail: cervenka@tzus.cz

**KALIBRAČNÍ LIST č. 090 – 059155**

Zakázka	Z090230235
Měřidlo	Tvrdoměr Original Schmidt Live®
Výrobce	Proceq SA, Švýcarsko
Typ	N
Výrobní číslo	SL01-002-0049
Zákazník	MARPO s.r.o., 28. října 66/201, 709 00 Ostrava - Mariánské Hory
Datum přijetí	10. května 2023
Datum provedení kalibrace	22. května 2023
Místo provedení kalibrace	Laboratoř TIS
Teplota prostředí	(25,0 ± 1,0)°C
Kalibroval	Josef Červenka
Etalon	Kovadlina Proceq 01, v.č. E 05-191
Použitá metoda měření	Interní předpis IP 0960K001
Střední hodnota odskoku	Vyhovuje požadované hodnotě (Ø 80,2 R_k z 10 měření)
Rozšířená nejistota	± 0,8

Uvedená rozšířená nejistota měření je součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření $k=2$, což při normálním rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí cca 95%. Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem EA-4/02 M:2013.

Poznámka: Výsledky měření platí pouze pro kalibrovanou položku, uvedenou v Kalibračním listu. Kalibrační list nesmí být bez písemného souhlasu kalibrační laboratoře rozmnožován jinak než celý.

V Praze dne 22. května 2023



Josef Červenka
vedoucí kalibrační laboratoře

Konec kalibračního listu

Poznámka: Dle návodu k obsluze výrobce doporučuje provést kompletní vyčištění a seřízení tvrdoměru po 2000 úderech. Tato informace není obsahem Kalibračního listu.

MARPO s.r.o.

Příloha č. IV – FOTODOKUMENTACE

Foto č. 1 a 4 – sonda NV 1 – celkový pohled a detail sondy



Foto č. 1 a 4 – sonda NV 2 – celkový pohled a detail sondy



Foto č. 9 a 14 – sonda NV 3 – celkový pohled a detail sondy



Foto č. 15 a 16 – střecha – celkové pohledy



PŘÍLOHA Č. V.1 - ZATÍŽENÍ STŘECHY

ZATÍŽENÍ STŘECHY se sklonem 2°

Zg1 STÁLÉ ZATÍŽENÍ - g_n / g_d - plošné

NV1_g + FVE - *střešní plášť*

skladba - popis vrstev

	tloušťka [m]	obj.hmot. γ [kN.m ⁻³]	zatížení [kN.m ⁻²]			
			charakteristické	γ_g	návrhové	
FVE panely (max. zatížení 50 kg/m²)			=	0,500	1,35	0,675
krytika- pravděpodobně kaučuková fólie			=	0,020	1,35	0,027
tepelná izolace	0,300	x 0,20	=	0,060	1,35	0,081
souvrství asf. lepenek	0,050	x 14,00	=	0,700	1,35	0,945
betonová mazanina	0,100	x 23,00	=	2,300	1,35	3,105
pórobeton	0,080	x 16,00	=	1,280	1,35	1,728
násyp (škvára)	0,200	x 10,00	=	2,000	1,35	2,700
<i>žb dutinový panel</i>	0,260					<i>(nezapočteny do skladby)</i>
omítka vápenná	0,010	x 18,00	=	0,180	1,35	0,243
			bez FVE panelů	$g_{k,1} =$ 6,54	$g_{d,1} =$ 8,83	[kN.m ⁻²]
			vč. FVE panelů	$g_{k,2} =$ 7,04	$g_{d,2} =$ 9,50	[kN.m ⁻²]

Zg2 STÁLÉ ZATÍŽENÍ - g_n / g_d - plošné

NV2_g + FVE - *střešní plášť*

skladba - popis vrstev

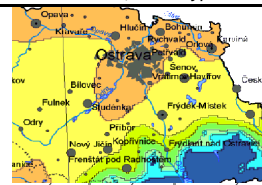
	tloušťka [m]	obj.hmot. γ [kN.m ⁻³]	zatížení [kN.m ⁻²]			
			charakteristické	γ_g	návrhové	
FVE panely (max. zatížení 50 kg/m²)			=	0,500	1,35	0,675
krytika- pravděpodobně kaučuková fólie			=	0,020	1,35	0,027
tepelná izolace	0,280	x 0,20	=	0,056	1,35	0,076
souvrství asf. lepenek	0,030	x 14,00	=	0,420	1,35	0,567
betonová mazanina	0,120	x 23,00	=	2,760	1,35	3,726
pórobeton	0,080	x 16,00	=	1,280	1,35	1,728
násyp (škvára)	0,155	x 10,00	=	1,550	1,35	2,093
<i>žb dutinový panel</i>	0,255					<i>(nezapočteny do skladby)</i>
omítka vápenná	0,010	x 18,00	=	0,180	1,35	0,243
			bez FVE panelů	$g_{k,1} =$ 6,27	$g_{d,1} =$ 8,46	[kN.m ⁻²]
			vč. FVE panelů	$g_{k,2} =$ 6,77	$g_{d,2} =$ 9,13	[kN.m ⁻²]

Zs2 NAHODILÉ ZATÍŽENÍ - SNĚHEM - s_n / s_d - plošné

dle ČSN EN 1991-1-3 - Z2 (12/2006)

k. ú. Ostrava

popis	charakteristické	zatížení [kN.m ⁻²]	
		γ_f	výpočtové
sklon střechy	$\alpha =$ 1,5°		
sněhová oblast	2		
základní tíha sněhu	$s_k =$ 1,05		
tvarový součinitel (pro sedl.,pult.)	$\mu_1 =$ 0,80		
součinitel dle stálého zatížení	$C_e =$ 1,0		
součinitel dle stálého zatížení	$C_t =$ 1,0		
$s = \mu_1 \times C_e \times C_t \times s_k$			
		$s_{k,1} =$ 0,84	$s_{d,1} =$ 1,26 [kN.m ⁻²]
tvarového součinitel s návějí od FVE	$\mu_2 =$ 1,50		
		$s_{k,2} =$ 1,58	$s_{d,2} =$ 2,36 [kN.m ⁻²]



Zw2 NAHODILÉ ZATÍŽENÍ - VĚTREM - w_n / w_d - plošné

dle ČSN EN 1991-1-4 (04/2007)

k. ú. Ostrava

sklon střechy	$\alpha =$ 1,5°	$l =$ 18,0 m	$b =$ 45,0 m
referenční výška	$z_e =$ 15,5 m	$h =$ 15,0 m	$h_p =$ 0,5 m
větrová oblast / základní rychlost větru	2	pomer výšek $h_p/h =$ 0,033	
kategorie terénu a jejich parametry	III	$w_{b,0} = w_b =$ 25,0 m.s ⁻¹	$z_{min} =$ 5 m
		$z_0 =$ 0,30 m	
parametr terénu	$k_r = 0,19 \cdot (z_0 / z_{0,II})^{0,07} =$ 0,215		
souč. drsnosti terénu	$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z / z_0) =$ 0,850		
součinitel turbulence / součinitel orografie	$k_t =$ 1,0	$c_o(z) =$ 1,0	
střední rychlost větru	$w_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b =$ 21,24 m.s ⁻¹		
intenzita turbulence	$I_v(z) = k_t / (c_o(z) \cdot \ln(z/z_0)) =$ 0,253		
max. dynamický tlak	$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 1/2 \cdot \rho \cdot v_m^2(z)$	$\rho =$ 1,25 [kg/m ³]	
	$q_p(z) = [1 + 7 \cdot 0,253] \cdot 1/2 \cdot 0,00125 \cdot 21,24^2 =$ 0,782 kN.m ⁻²		



plochá střecha

součinitel vnějšího tlaku vzduchu
dle kapitoly 7.2.5 - Sedlové střechy

$C_{pe10,F} =$ -1,60	$C_{pe10,G} =$ -1,10
$C_{pe10,H} =$ -0,70	$C_{pe10,I} =$ -0,20

$$w_e = q_p(z_e) \cdot C_{pe}$$

$$w_d = w_e \cdot \gamma_v$$

popis	charakteristické zatížení	γ_v	výpočtové zatížení	$kN.m^{-2}$
	oblast F	$W_{e,F} = -1,252$	1,5	$W_{d,F} = -1,878$
	oblast G	$W_{e,G} = -0,861$	1,5	$W_{d,G} = -1,291$
	oblast H	$W_{e,H} = -0,548$	1,5	$W_{d,H} = -0,822$
	oblast I	$W_{e,I} = -0,156$	1,5	$W_{d,I} = -0,235$

KOMBINACE LOKALIT PŮSOBÍCIHO VĚTRU

(F ;G); H, I	F	G	H	I
w	-	-	-	-
	-1,25	-0,86	-0,55	-0,16

osová vzdálenost krokví $o = 1,00$ m

popis	ozn.	charakteristické hodnoty zatížení $[kN.m^{-1}]$			
ZATĚŽOVACÍ STAVY_vitr	ZS_w	-1,25	-0,86	-0,55	-0,16

(I) bez FVE panelů, tzn. stávající stav

popis	ozn.	charakteristická	návrhová	$[kN.m^{-1}]$
ZATĚŽOVACÍ STAVY_sníh (bez návěje)	ZS_s1	$s_{k,1} = 0,84$	$s_{d,1} = 1,26$	1,50
ZATĚŽOVACÍ STAV_stěcha (Zg1)	ZS_g1	$g_{k,1} = 6,54$	$g_{d,1} = 8,83$	1,35
		$\Sigma q_{k,1} = 7,38$	$\Sigma q_{d,1} = 10,09$	$[kN.m^{-1}] 1,37$

(II) vč. FVE panelů (50kg/m²), tzn. uvažovaný stav

popis	ozn.	charakteristická	návrhová	$[kN.m^{-1}]$
ZATĚŽOVACÍ STAVY_sníh (vč. návěje)	ZS_s2	$s_{k,2} = 1,58$	$s_{d,2} = 2,36$	1,50
ZATĚŽOVACÍ STAV_stěcha (Zg1 + FVE)	ZS_g2	$g_{k,2} = 7,04$	$g_{d,2} = 9,50$	1,35
		$\Sigma q_{k,1} = 8,62$	$\Sigma q_{d,1} = 11,87$	$[kN.m^{-1}] 1,38$

CELKOVÉ PŘÍTIŽENÍ

$\Delta q_{k,1} = 1,24$	$\Delta q_{d,1} = 1,78$	$[kN.m^{-2}] 1,44$
procentuální nárůst zatížení:	17%	18%

PŘÍLOHA Č. V.2a - ŽB PRVKY (vnitřní síly)

NV1	- žb DUTINOVÝ pane (prostě uložen v jednom směru vyztužen)	střecha
------------	---	----------------

PZD - tl. 260 mm

(A) DATA

Materiál:	9x Ø 16:	10 425 (V)	beton:	C 16/20	
charakteristická pevnost: ocel/beton	$f_{yk} =$	410 MPa	$f_{ck} =$	16 MPa	$f_{ctm} = 1,9 \text{ MPa}$
návrhová pevnost: ocel/beton	$f_{yd} =$	357 MPa	$f_{cd} =$	10,7 MPa	$\lambda = 0,80$
	$\gamma_s =$	1,15	$\gamma_c =$	1,5	$\eta = 1,00$
Geometrie:	krytí	$c =$	20 mm		
tloušťka desky	$h_s =$	260 mm	předběžná tloušť	$h' \epsilon < 237 ; 296 >$	
zatěžovací šířka	$b =$	1,50 m		$h_{min} = 60 \text{ mm}$	
světlé rozpětí desky ve směru x	$l_0 =$	5,64 m			
rozpětí desky	$L = l_0 * 1,05 =$	1,05 * 5,64 =			
	$L =$	5,92 m			

(A.1) Stanovení zatížení

STÁLÉ ZATÍŽENÍ STROPU - g_n / g_d - plošné

Stanovená vl. tíhy panelu:

průměr dutiny	$D =$	0,13 m		
šířka panelu + dobetonávky	$B^* =$	1,50 m		
plocha dutiny	$A_1 =$	0,013 m²		
počet dutin	$n =$	8 ks		
plocha dutin	$A_n =$	0,106 m²	27%	
plocha plného panelu (tzn. bez dutin)	$A_0 =$	0,390 m²	100%	
plocha panelu s dutinami	$A_D =$	0,284 m²	73%	
náhradní výška panelu	$h_0 =$	0,189 m		
vlastní tíha žb panelu / na B^*	$g_k =$	7,10	[kN.m ⁻¹]	$g_d = 9,58$ [kN.m ⁻¹]

Zg1 skladba střechy vč. omítek a FVE (bez nosné k-ce)	$g_k =$	7,04	[kN.m ⁻²]	$g_d = 9,50$ [kN.m ⁻²]
---	---------	-------------	-----------------------	------------------------------------

STÁLÉ ZATÍŽENÍ STROPU - g_n / g_d - líniové

-	$g_k =$	0,00	[kN.m ⁻¹]	$g_d = 0,00$ [kN.m ⁻¹]
---	---------	-------------	-----------------------	------------------------------------

NAHODILÉ ZATÍŽENÍ STROPU - q_n / q_d - plošné

sníh vč. návějí	$q_k =$	1,58	[kN.m ⁻²]	$q_d = 2,36$ [kN.m ⁻²]
-----------------	---------	-------------	-----------------------	------------------------------------

ZATÍŽENÍ STROPU - G_n / G_d - bodové

-	$F_{k,1} =$	0,00	[kN]	$F_{d,1} = 0,00$ [kN]	$x_1 = 0,00 \text{ m}$
-	$G_{k,s1} =$	0,00	[kN/1,2 m]	$G_{d,s1} = 0,00$ [kN/1,2 m]	$x_2 = 0,00 \text{ m}$

CELKOVÉ ZATÍŽENÍ STROPU - q_n / q_d - na osu

popis	zatížení [kN.m ⁻¹]			součinitele zatížení [-]	
	charakt.	$\gamma_{g,q}$	návrhové	γ_g	γ_q
-	0,00	x 1,35	0,00	=	1,35
-	vl. tíha panelu	x 1,35	9,58	=	1,50
-	sníh vč. návějí	x 1,50	3,54		
-	skladba střechy vč. omítek a FVE (bez nosné k-ce)	x 1,35	14,26		
-	kombinace pro MSP / MSÚ	$q_k =$	20,02	$q_d =$	27,38 [kN.m ⁻¹]
-	BEZ TÍHY DESKY		12,92		17,80 [kN.m ⁻¹]
					1,37
					1,38

(A.2) Stanovení vnitřních sil

dle TP 51, tab. C35 - Prostý nosník - zatížení spojitě

Reakce nosníku (odpovídá $V_{z,Ed}$)

$$A = B = 1/2 * q_d * L_{eff} = 1/2 * 27,38 * 5,92$$

$$A = B = \mathbf{81,07} \text{ kN/1,5 m}$$

Maximální výpočtový moment (prostý nosník)

$$M_{y,Ed} = 1/8 * q_d * L_{eff}^2 = 1/8 * 27,38 * 5,92^2$$

$$M_{y,Ed} = \mathbf{120,02} \text{ kNm/1,5 m}$$

PORUDEK VIZ PŘÍLOHA Č. V.3 - BETON-FIN10

NV2 - žb DUTINOVÝ pane (prostě uložen v jednom směru vyztužen)	střecha
---	----------------

PZD - tl. 255 mm

(A) DATA

Materiál:	10x Ø 16:	10 335 (J)	beton:	C 16/20	
	charakteristická pevnost: ocel/beton	$f_{yk} = 325 \text{ MPa}$	$f_{ck} = 16 \text{ MPa}$	$f_{ctm} = 1,9 \text{ MPa}$	
	návrhová pevnost: ocel/beton	$f_{yd} = 283 \text{ MPa}$	$f_{cd} = 10,7 \text{ MPa}$	$\lambda = 0,80$	
		$\gamma_s = 1,15$	$\gamma_c = 1,5$	$\eta = 1,00$	
Geometrie:	krytí	$c = 20 \text{ mm}$			
	tloušťka desky	$h_s = 255 \text{ mm}$	předběžná tloušť	$h' \epsilon < 237 ; 296 >$	
	zatěžovací šířka	$b = 1,49 \text{ m}$		$h_{min} = 60 \text{ mm}$	
	světlé rozpětí desky ve směru x	$l_0 = 5,64 \text{ m}$			
	rozpětí desky	$L = l_0 * 1,05 = 1,05 * 5,64 =$			
		$L = 5,92 \text{ m}$			

(A.1) Stanovení zatíženíSTÁLÉ ZATÍŽENÍ STROPU - g_n / g_d - plošné

Stanovená vl. tíhy panelu:

průměr dutiny	D =	0,13 m			
šířka panelu + dobetonávky	B* =	1,50 m			
plocha dutiny	$A_1 =$	0,013 m ²			
počet dutin	n =	8 ks			
plocha dutin	$A_n =$	0,106 m ²	28%		
plocha plného panelu (tzn. bez dutin)	$A_0 =$	0,383 m ²	100%		
plocha panelu s dutinami	$A_D =$	0,276 m ²	72%		
náhradní výška panelu	$h_0 =$	0,184 m			
vlastní tíha žb panelu / na B*	$g_k =$	6,91 [kN.m ⁻¹]	$g_d = 9,33$	[kN.m ⁻¹]	
Zg2 skladba střechy vč. omítek a FVE (bez nosné k-ce)	$g_k =$	6,77 [kN.m ⁻²]	$g_d = 9,13$	[kN.m ⁻²]	

STÁLÉ ZATÍŽENÍ STROPU - g_n / g_d - liniové

$$g_k = 0,00 \text{ [kN.m}^{-1}\text{]} \quad g_d = 0,00 \text{ [kN.m}^{-1}\text{]}$$

NAHODILÉ ZATÍŽENÍ STROPU - q_n / q_d - plošné

sníh vč. návějí

$$q_k = 1,58 \text{ [kN.m}^{-2}\text{]} \quad q_d = 2,36 \text{ [kN.m}^{-2}\text{]}$$

ZATÍŽENÍ STROPU - G_n / G_d - bodové

$$F_{k,1} = 0,00 \text{ [kN]} \quad F_{d,1} = 0,00 \text{ [kN]} \quad x_1 = 0,00 \text{ m}$$

$$G_{k,s1} = 0,00 \text{ [kN/1,2 m]} \quad G_{d,s1} = 0,00 \text{ [kN/1,2 m]} \quad x_2 = 0,00 \text{ m}$$

CELKOVÉ ZATÍŽENÍ STROPU - q_n / q_d - na osuzatížení [kN.m⁻¹]

součinitele zatížení [-]

popis	charakt.	γ _{g,q}	návrhové		
-	0,00	x 1,35	0,00	γ _g	= 1,35
vl. tíha panelu	6,91	x 1,35	9,33	γ _q	= 1,50
sníh vč. návějí	2,35	x 1,50	3,52		
skladba střechy vč. omítek a FVE (bez nosné k-ce)	10,08	x 1,35	13,61		
kombinace pro MSP / MSÚ	$q_k = 19,34$		$q_d = 26,46$	[kN.m ⁻¹]	1,37
BEZ TÍHY DESKY	12,43		17,13	[kN.m ⁻¹]	1,38

(A.2) Stanovení vnitřních sil

dle TP 51, tab. C35 - Prostý nosník - zatížení spojitě

Reakce nosníku (odpovídá $V_{z,Ed}$)

$$A = B = 1/2 * q_d * L_{eff} = 1/2 * 26,46 * 5,92$$

$$A = B = 78,33 \text{ kN/1,5 m}$$

Maximální výpočtový moment (prostý nosník)

$$M_{y,Ed} = 1/8 * q_d * L_{eff}^2 = 1/8 * 26,46 * 5,92^2$$

$$M_{y,Ed} = 115,97 \text{ kNm/1,5 m}$$

PORUDEK VIZ PŘÍLOHA Č. V.3 - BETON-FIN10

NV 3 - železobetonový monolitický nosník (prostě uložený)	střecha
--	----------------

P**(A) DATA**

	4x Ø 16 + Ø 20 + Ø 22:	10 425 (V)	beton: C 16/20	
charakteristická pevnost: ocel/beton	$f_{yk} =$	410 MPa	$f_{ck} =$	16 MPa
návrhová pevnost: ocel/beton	$f_{yd} =$	357 MPa	$f_{cd} =$	11 MPa
	$\gamma_s =$	1,15	$\gamma_c =$	1,5
			$f_{ctm} =$	1,9 MPa
			$\lambda =$	0,8 -
			$\eta =$	1,0 -
Geometrie:				
světélé rozpětí žb trámy	$l_n =$	5,64 m	= 5640 mm	předběžná volba průřezu:
výška trámu	$h =$	0,46 m	= 455 mm	$h' \in < 470 ; 705 >$
šířka trámu	$b =$	0,39 m	= 390 mm	$b' \in < 152 ; 227,5 >$
účinné rozpětí trámu (dle způsobu uložení)	$l_o =$	5,64 m	(1,05* l_o)	
	$L_{eff} =$	5,92 m		
max. osová vzdálenost nosníků	$o_1 =$	6,00 m		
max. osová vzdálenost nosníků	$o_2 =$	6,00 m		
zatěžovací šířka	$b =$	6,00 m		

(A.1) Stanovení zatížení

CELKOVÉ ZATÍŽENÍ STROPY - q_n / q_d - plošné				<i>součinitele zatížení [-]</i>
zatížení střechy - stálé (vl. tíha panelu)	$g_k =$	4,73 [kN.m ⁻²]	6,00 m	$\gamma_g =$ 1,35 -
zatížení střechy - stálé (plášť)	$g_k =$	6,54 [kN.m ⁻²]	6,00 m	$\gamma_q =$ 1,50 -
zatížení střechy - FVE panely vč. pomocné k-ce	$g_k =$	0,50 [kN.m ⁻²]	6,00 m	
zatížení střechy - sníh	$s_k =$	1,58 [kN.m ⁻²]	6,00 m	

CELKOVÉ ZATÍŽENÍ STROPY - q_n / q_d - na osu			
	<i>zatížení [kN.m⁻¹]</i>		
popis	<i>charakt.</i>	$\gamma_{g,q}$	<i>návrhové</i>
zatížení střechy - sníh	9,45	x 1,50	14,18
zatížení střechy - stálé	67,62	x 1,35	91,29
zatížení střechy - FVE panely vč. pomocné k-ce	3,00	x 1,35	4,05
vlastní tíha nosníku	4,44	x 1,35	5,99
kombinace pro MSP / MSÚ	$q_k =$	84,51	$q_d =$ 115,50 [kN.m ⁻¹]

(A.2) Stanovení vnitřních sil

dle TP 51, tab. C35 - Prostý nosník - zatížení spojité	
Reakce nosníku (odpovídá $V_{z,Ed}$)	$A = B = 1/2 * q_d * L_{eff} = 1/2 * 115,50 * 5,92$
	$A = B =$ 342,00 kN
Maximální výpočtový moment (prostý nosník)	$M_{y,Ed} = 1/8 * q_d * L_{eff}^2 = 1/8 * 115,50 * 5,92^2$
	$M_{y,Ed} =$ 506,34 kN.m

Stanovení programem SCIA ENGINEER 20			
Maximální smyková síla	$V_{z,Ed} =$	341,51 kN	<i>(viz příloha č. V.2b)</i>
Maximální výpočtový moment v poli	$+M_{y,Ed} =$	241,11 kNm	
Maximální výpočtový moment v podpoře	$-M_{y,Ed} =$	297,28 kNm	

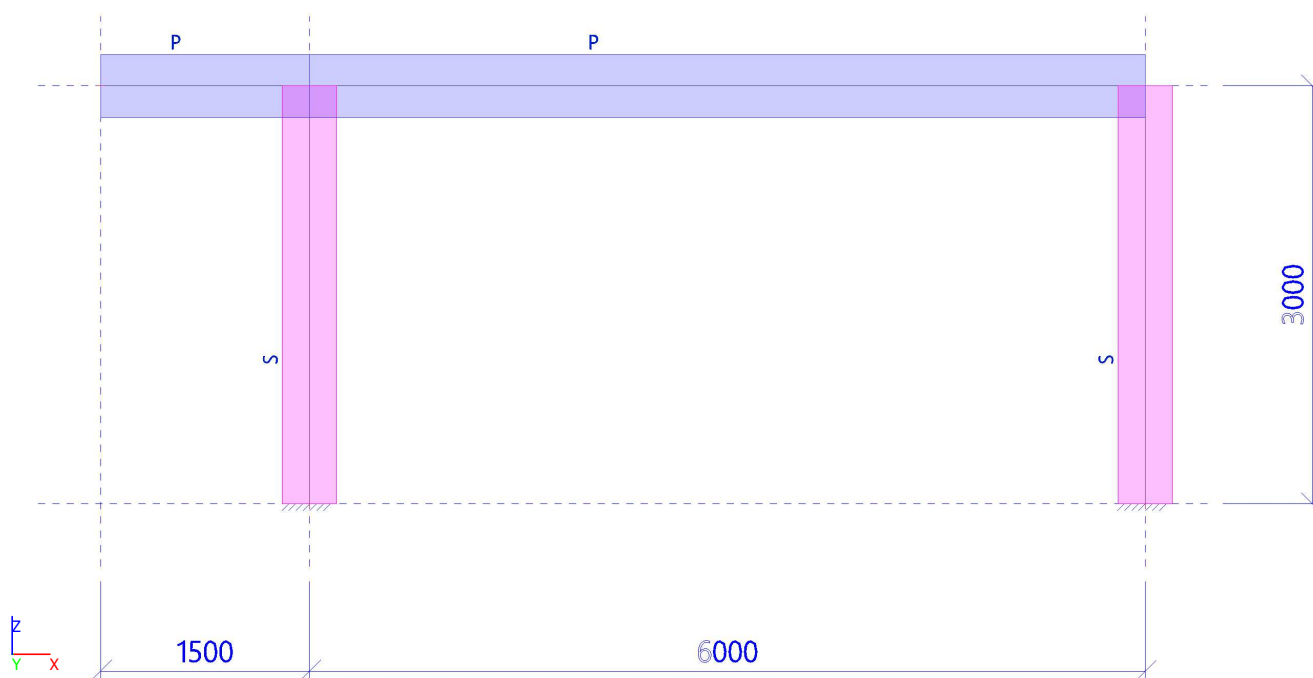
PORUDEK VIZ PŘÍLOHA Č. V.3 - BETON-FIN10

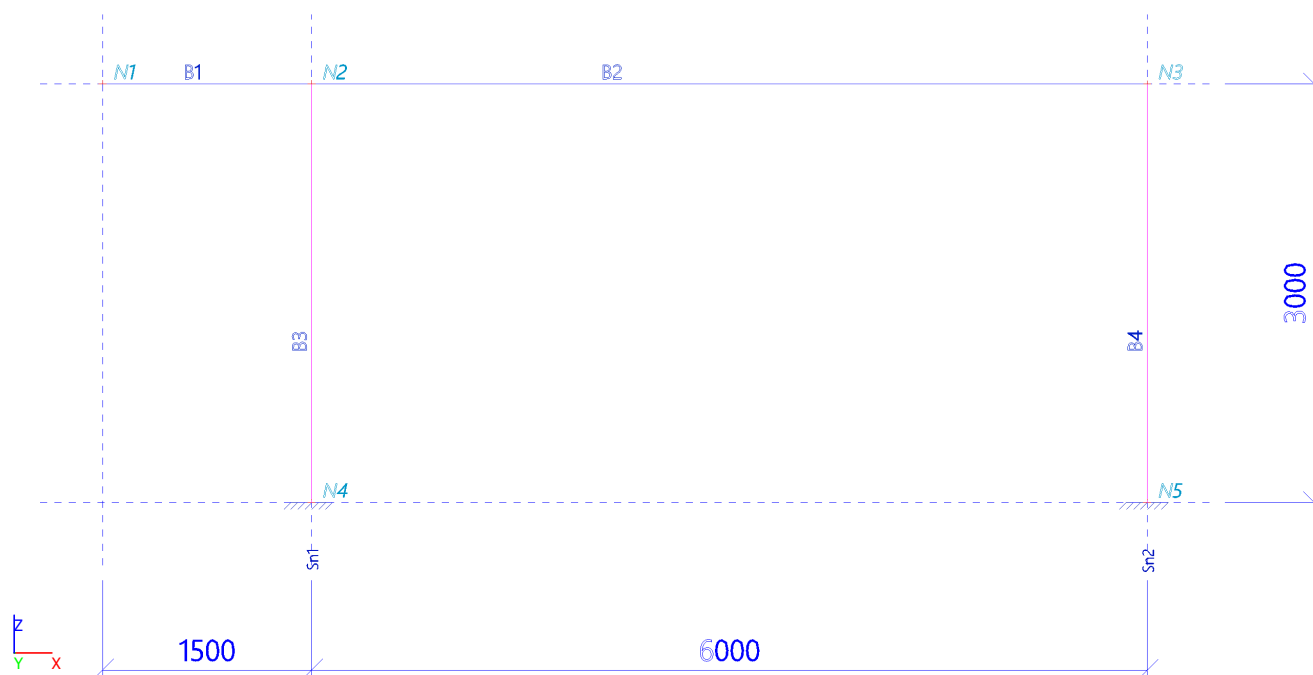
1. Obsah

1. Obsah	1
2. DATA	1
2.1. Výpočtový model	1
2.2. Materiály	2
2.3. Průřezy	2
2.4. Zatěžovací stavy	3
2.4.1. Zatěžovací stavy - ZS1	3
2.4.2. Zatěžovací stavy - ZS2	4
2.4.3. Zatěžovací stavy - ZS3	5
2.4.4. Zatěžovací stavy - ZS4	5
2.4.5. Zatěžovací stavy - ZS5	6
2.5. Kombinace	6
3. VÝSLEDKY	7
3.1. 1D vnitřní síly	7
3.2. 1D vnitřní síly; V_z	8
3.3. 1D vnitřní síly; M_y	8

2. DATA

2.1. Výpočtový model





2.2. Materiály

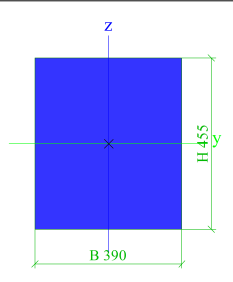
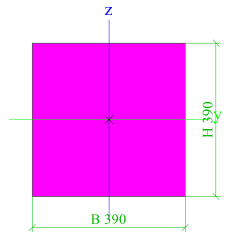
Jméno	Typ	ρ [kg/m ³]	Hustota v čerstvém stavu [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	α [m/mK]	$f_{c,k,28}$ [MPa]	Barva
C16/20	Beton	2500,0	2600,0	2,8600e+04	0.2	0,00	16,00	■

Vysvětlivky symbolů

Hustota v čerstvém stavu	Hodnota hustoty v čerstvém stavu se použije pouze v případě, že je zadána spřažená deska a její vlastní tíha se zohledňuje.
--------------------------	---

2.3. Průřezy

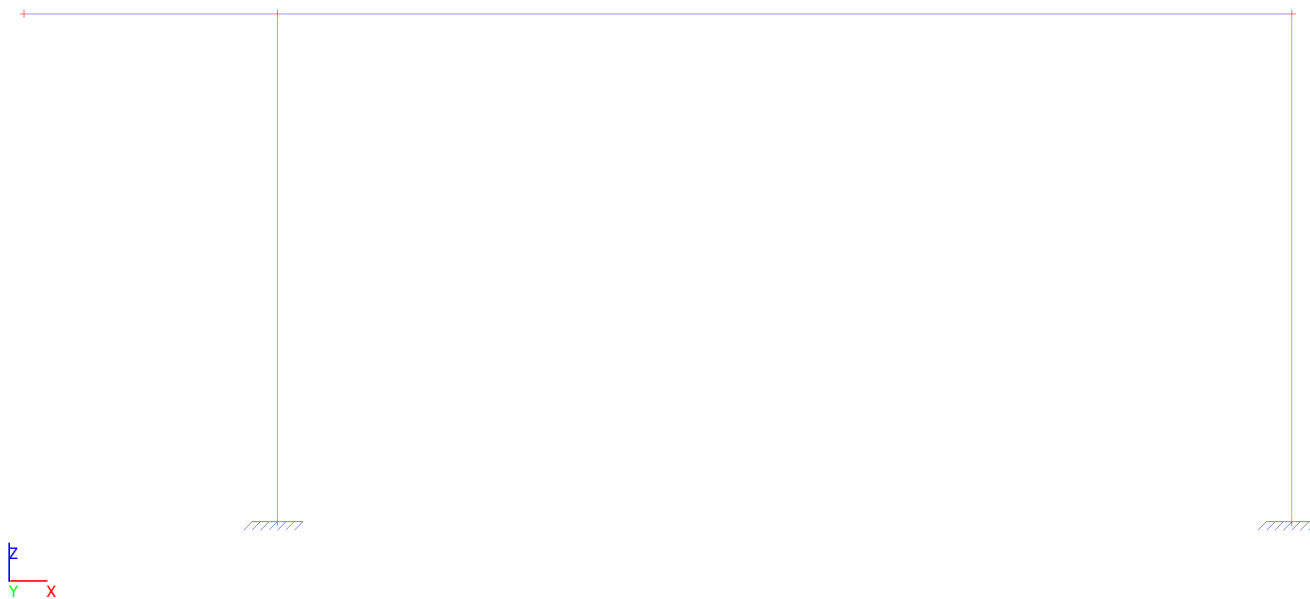
P		
Typ	Obdélník	
Detailní	455; 390	
Typ tvaru	Tlustostěnný	
Materiál	C16/20	
Výroba	beton	
Barva	■	
A [m ²]	1,7745e-01	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,4788e-01	1,4788e-01
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,6900e+00	1,6900e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	195	228
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	3,0614e-03	2,2492e-03
i _y [mm], i _z [mm]	131	113
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,3457e-02	1,1534e-02
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	0,0000e+00	0,0000e+00
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	4,3810e-03	0,0000e+00
β_y [mm], β_z [mm]	0	0

Obrázek		
S		
Typ	Obdélník	
Detailní	390; 390	
Typ tvaru	Tlustostěnný	
Materiál	C16/20	
Výroba	beton	
Barva	■	
A [m ²]	1,5210e-01	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,2675e-01	1,2675e-01
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,5600e+00	1,5600e+00
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	195	195
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,9279e-03	1,9279e-03
i _y [mm], i _z [mm]	113	113
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	9,8865e-03	9,8865e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	0,0000e+00	0,0000e+00
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
d _y [mm], d _z [mm]	0	0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	3,2557e-03	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	0	0
Obrázek		

2.4. Zatěžovací stavy

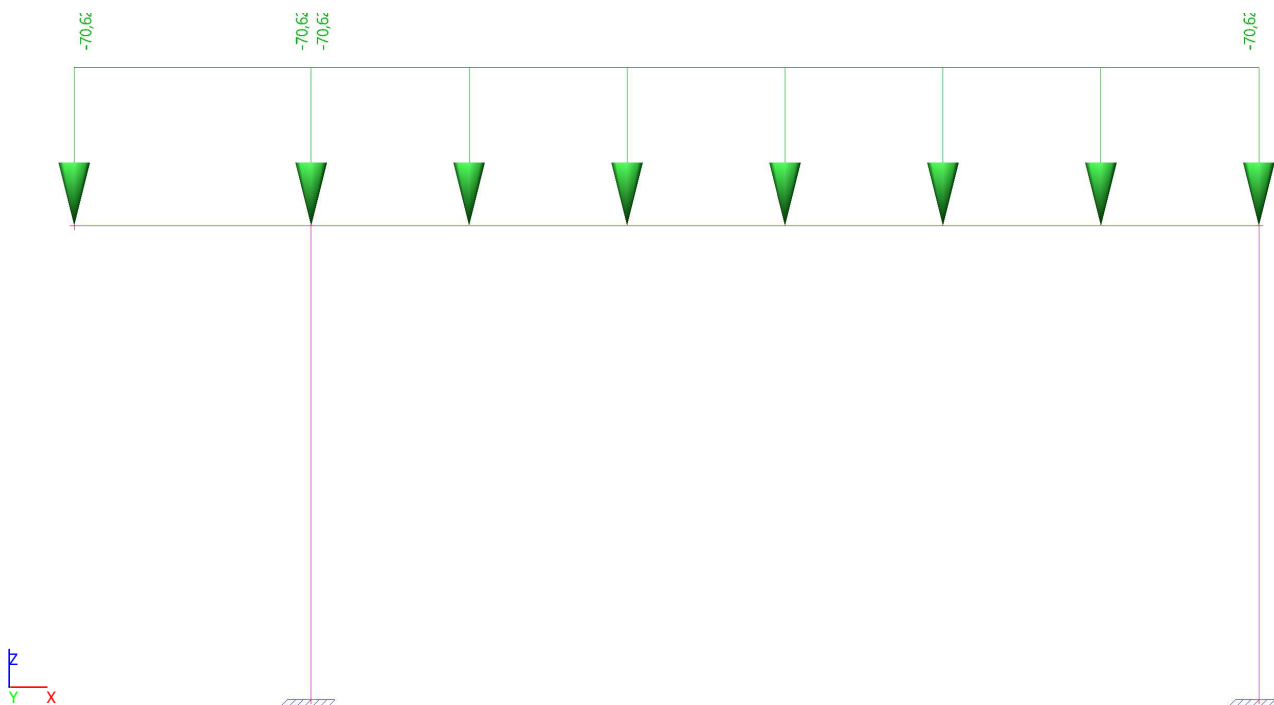
2.4.1. Zatěžovací stavy - ZS1

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Směr
	Spec	Typ zatížení		
ZS1	Vlastní tíha	Stálé Vlastní tíha	SZ1	-Z



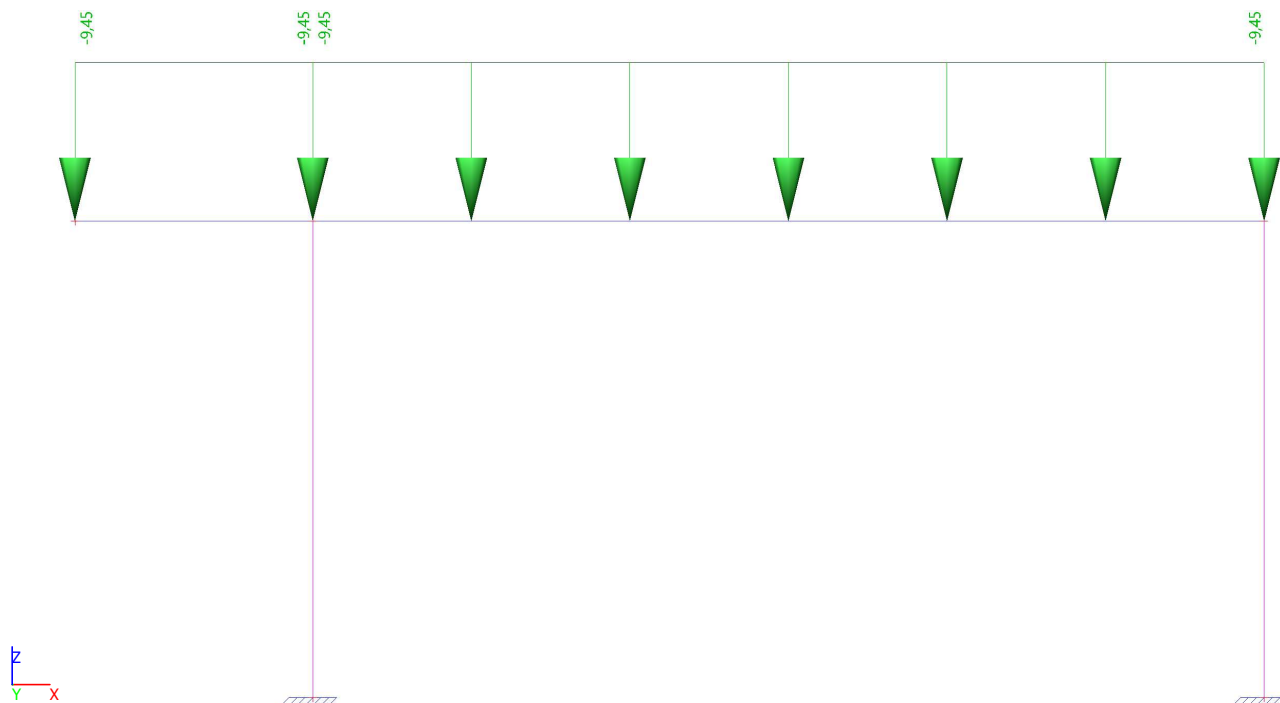
2.4.2. Zatěžovací stavy - ZS2

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení
	Spec	Typ zatížení	
ZS2	stálé zatížení + FVE	Stálé Standard	SZ1



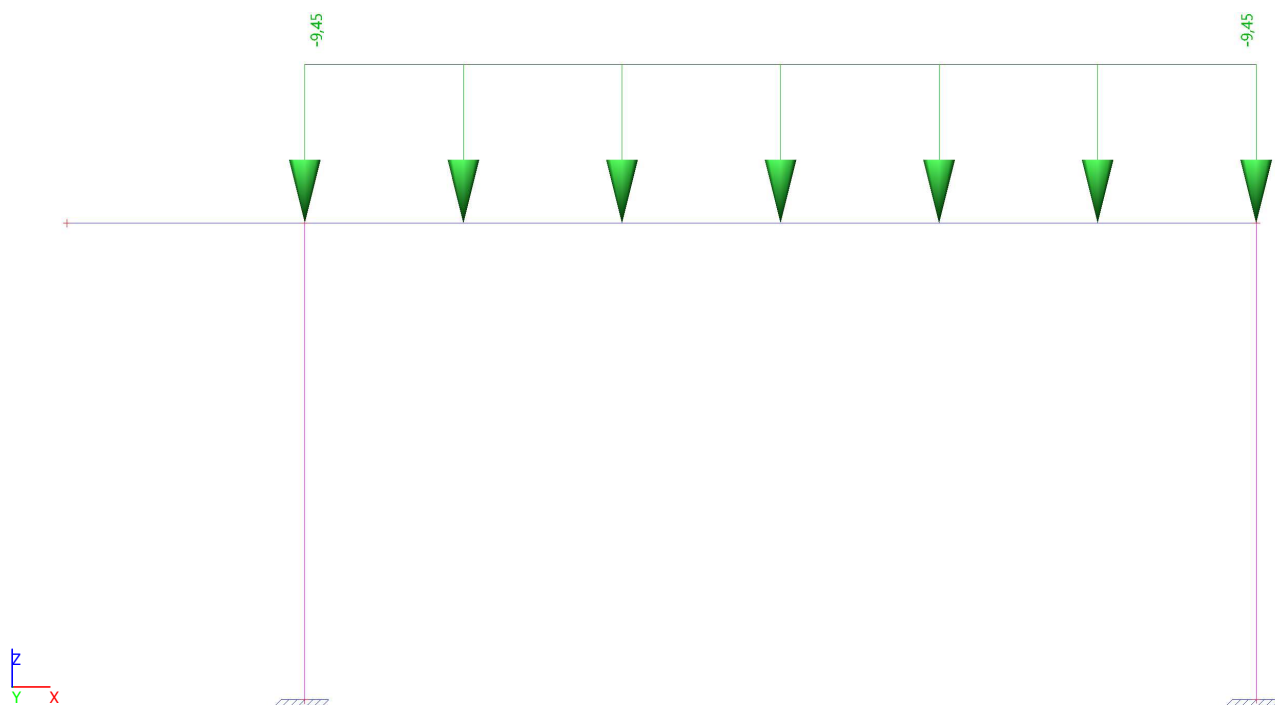
2.4.3. Zatěžovací stavy - ZS3

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Působení	Řídicí zat. stav
	Spec	Typ zatížení			
ZS3	sníh (1;1) Standard	Proměnné Statické	sníh	Krátkodobé	Žádný



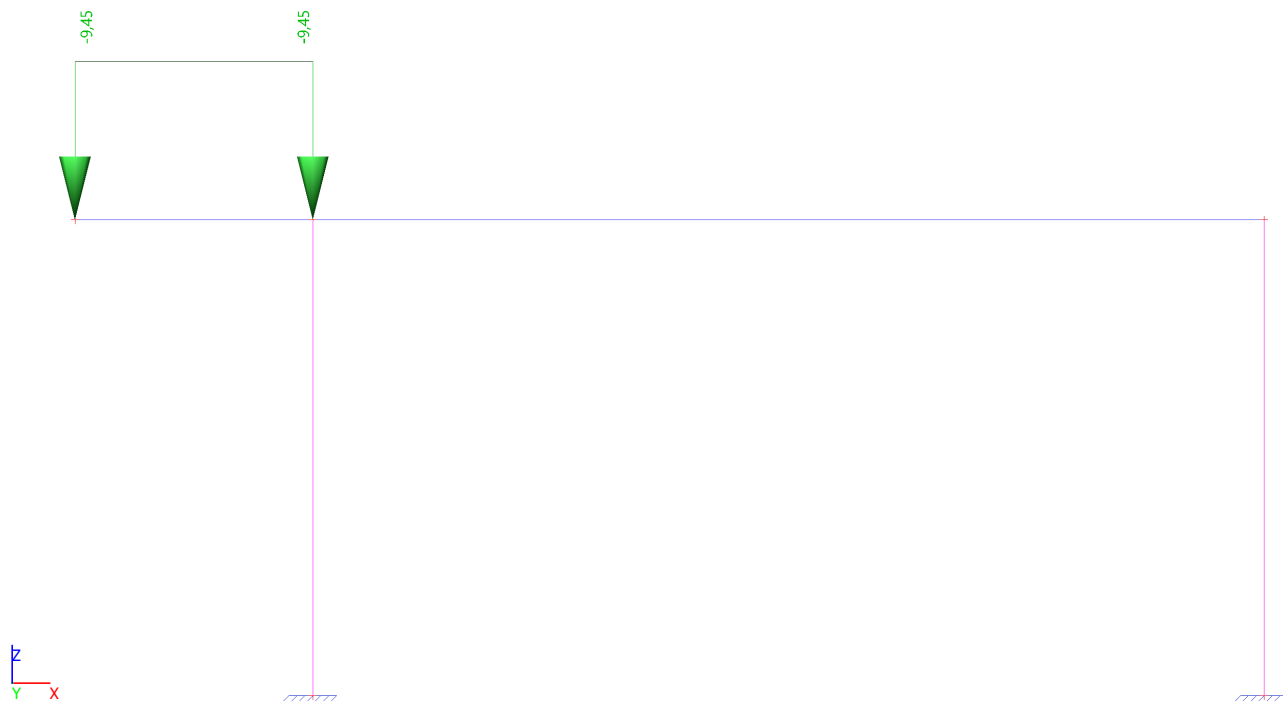
2.4.4. Zatěžovací stavy - ZS4

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Působení	Řídicí zat. stav
	Spec	Typ zatížení			
ZS4	sníh (0;1) Standard	Proměnné Statické	sníh	Krátkodobé	Žádný



2.4.5. Zatěžovací stavy - ZS5

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Působení	Řídicí zat. stav
	Spec	Typ zatížení			
ZS5	sníh (1;0) Standard	Proměnné Statické	sníh	Krátkodobé	Žádný



2.5. Kombinace

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
MSÚ-Sada B (auto)		EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor	ZS1 - Vlastní tíha	1,00

Jméno	Popis	Typ	Zatěžovací stavy	Souč. [-]
		B	ZS2 - stálé zatížení + FVE	1,00
			ZS3 - sníh (1;1)	1,00
			ZS4 - sníh (0;1)	1,00
			ZS5 - sníh (1;0)	1,00
MSP-Char (auto)		EN-MSP charakteristická	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - stálé zatížení + FVE	1,00
			ZS3 - sníh (1;1)	1,00
			ZS4 - sníh (0;1)	1,00
			ZS5 - sníh (1;0)	1,00
MSP-Kvazi (auto)		EN-MSP kvazistálá	ZS1 - Vlastní tíha	1,00
			ZS2 - stálé zatížení + FVE	1,00
			ZS3 - sníh (1;1)	1,00
			ZS4 - sníh (0;1)	1,00
			ZS5 - sníh (1;0)	1,00

3. VÝSLEDKY

3.1. 1D vnitřní síly

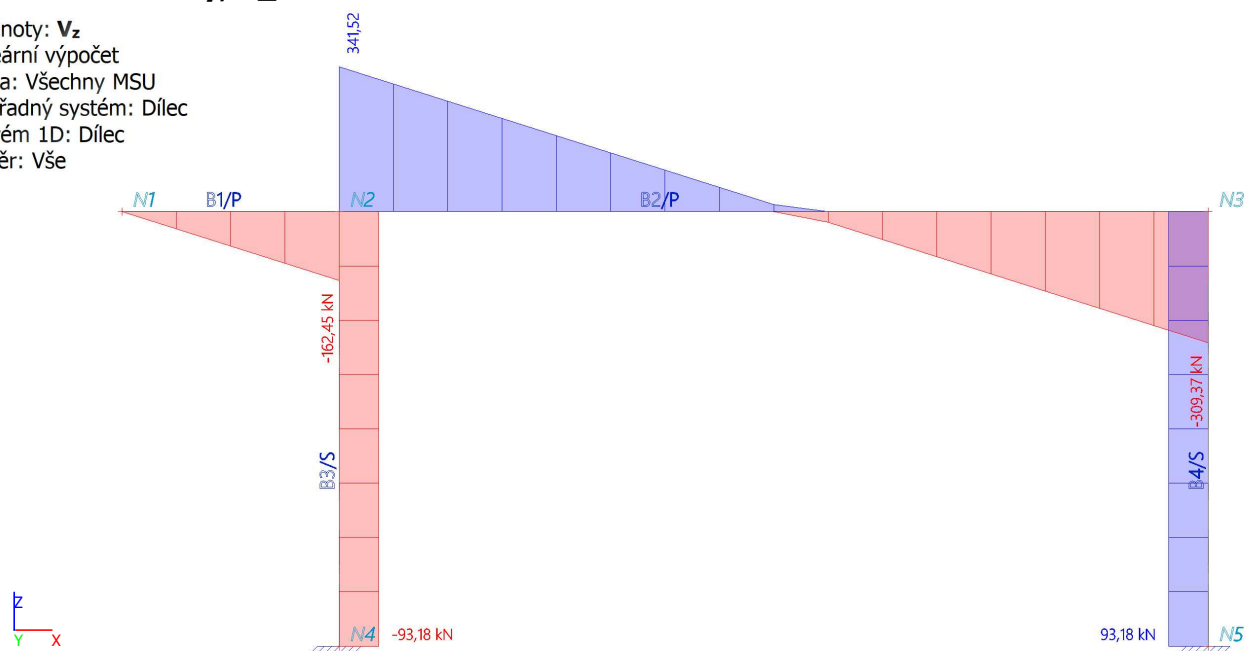
Lineární výpočet
Třída: Všechny MSU
Souřadný systém: Dílec
Extrém 1D: Průřez
Výběr: Vše

Jméno	dx [m]	Stav	Průřez	N [kN]	V _z [kN]	M _y [kNm]
B1	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/1	P - Obdélník (455; 390)	0,00	0,00	0,00
B2	6,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	P - Obdélník (455; 390)	-93,18	-309,37	-199,64
B2	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/3	P - Obdélník (455; 390)	-91,80	341,52	-297,28
B2	3,000+	MSÚ-Sada B (auto)/2	P - Obdélník (455; 390)	-93,18	15,53	241,11
B3	0,000	MSÚ-Sada B (auto)/3	S - Obdélník (390; 390)	-519,08	-91,80	99,95
B4	3,000	MSÚ-Sada B (auto)/4	S - Obdélník (390; 390)	-211,23	60,78	132,57
B3	3,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	S - Obdélník (390; 390)	-492,25	-93,18	-178,98
B4	3,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	S - Obdélník (390; 390)	-309,37	93,18	199,64

Jméno	Klíč kombinace
MSÚ-Sada B (auto)/1	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2
MSÚ-Sada B (auto)/2	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS4
MSÚ-Sada B (auto)/3	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 0.75*ZS3
MSÚ-Sada B (auto)/4	ZS1 + ZS2 + 1.50*ZS5

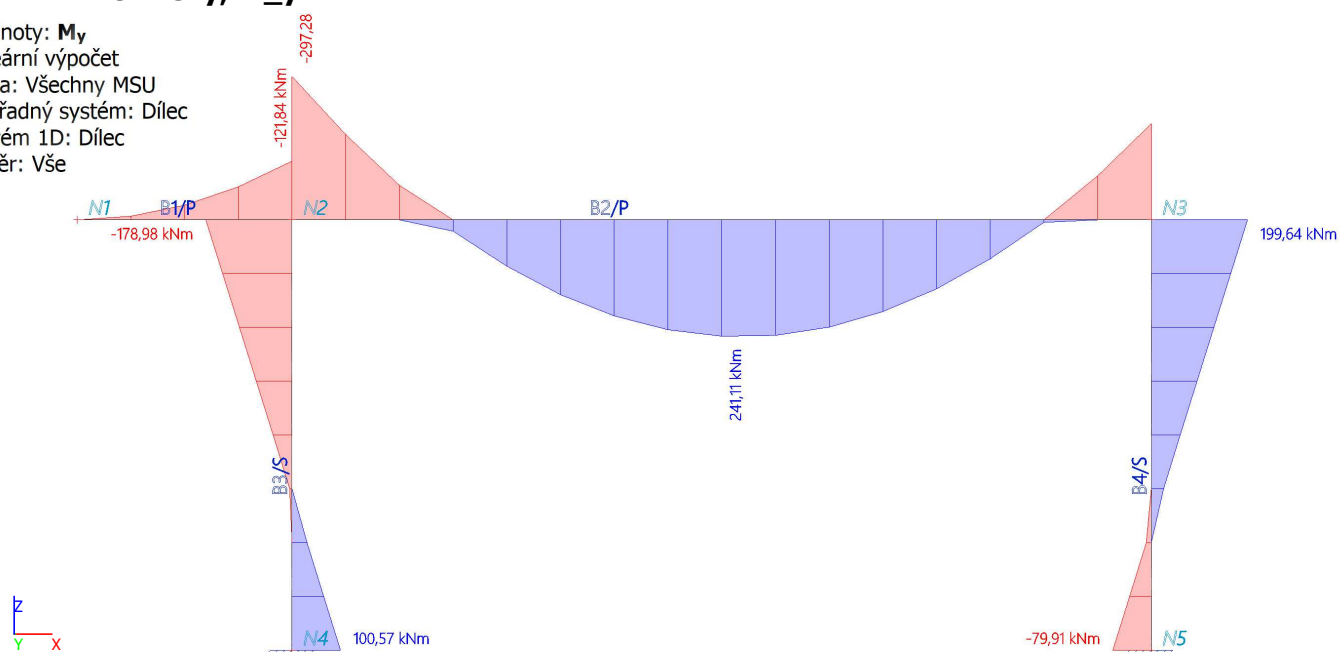
3.2. 1D vnitřní síly; V_z

Hodnoty: V_z
 Lineární výpočet
 Třída: Všechny MSU
 Souřadný systém: Dílec
 Extrém 1D: Dílec
 Výběr: Vše



3.3. 1D vnitřní síly; M_y

Hodnoty: M_y
 Lineární výpočet
 Třída: Všechny MSU
 Souřadný systém: Dílec
 Extrém 1D: Dílec
 Výběr: Vše



Projekt

Akce : 3972 –SŠ prof. Zdeňka Matějčka, 17. listopadu 1123/70, Ostrava-Poruba, – STP a STA stropu pavilonu E pro FVE
Část : Příloha č. V.3
Popis : POSUDEK ŽB PRVKŮ
Vypracoval : Ing. Martin Sležka
Datum : 09.11.2023

Norma

Norma **EN 1992-1-1/Česko.**

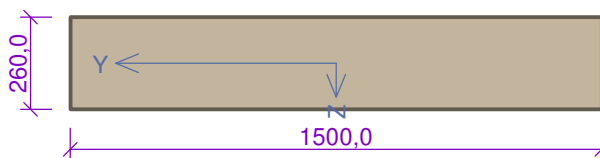
Únosnost betonu - základní kombinace zatížení : $\gamma_C = 1,500$
Únosnost výztuže - základní kombinace zatížení : $\gamma_S = 1,150$
Únosnost betonu - mimořádná kombinace zatížení : $\gamma_C = 1,200$
Únosnost výztuže - mimořádná kombinace zatížení : $\gamma_S = 1,000$
Modul pružnosti betonu : $\gamma_{cE} = 1,200$
Tlaková pevnost betonu : $\alpha_{cc} = 1,000$
Minimální stupeň vyztužení desky dle ČSN 73 1201

1 NV1-PZD

1.1 Vstupní data

Typ prvku: deska
Prostředí: XC1

Průřez



Materiály

Beton: C 16/20

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 16,0$ MPa
Pevnost v tahu $f_{ctm} = 1,9$ MPa
Modul pružnosti $E_{cm} = 29000$ MPa

Ocel podélná: 10425 (V)

Mez kluzu $f_{yk} = 420,0$ MPa
Modul pružnosti $E_s = 200000$ MPa

Ocel příčná: 10216 (E) (uživ.)

Mez kluzu $f_{yk} = 206,0$ MPa
Modul pružnosti $E_s = 200000$ MPa

Pevnost oceli neodpovídá rozsahu 400-600MPa určenému normou, další výpočet odpovídá postupům EC2

Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	V_{Edz} [kN]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	0,00	120,02	0,00	1,000
2	Zat. případ 2	0,00	0,00	81,07	1,000

Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
9	16	20,0	dolní výztuž



9x16-kr.20,0

S tlačnou výztuží není počítáno.

Minimální krytí

20,0 mm (uživ.)

1.2 Výsledky1: **Zat. případ 1** - základní návrhová $N=0,00\text{kN}$; $M_y=120,02\text{kNm}$; $V_z=0,00\text{kN}$ **Podrobné posouzení OHYB: Zat. případ 1****Posouzení min. a max. stupně vyztužení**

Deska (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$$\rho_{s,t} = A_{s,t} / (b_t \times d) = 1\,810 / (1\,500 \times 232) = 0,0052$$

$$\rho_s = A_s / A_c = 1\,810 / 390.10^3 = 0,00464$$

$$\rho_{s,\min} = \max(0,26 \times f_{ctm} / f_{yk}; 0,0013) = \max(0,26 \times 1,9 / 420; 0,0013) = \max(0,00118; 0,0013) = 0,0013$$

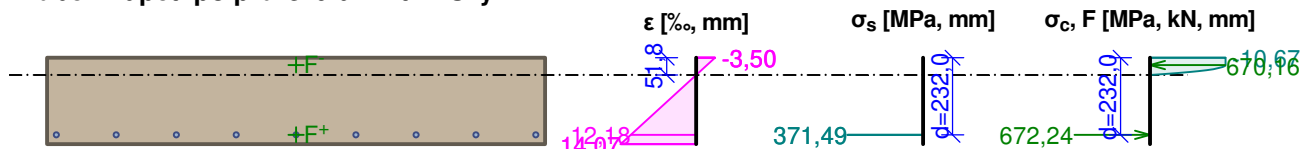
$$\rho_{s,t,CSN} = A_{s,t} / A_c = 1\,810 / 390.10^3 = 0,00464$$

$$\rho_{s,\min,CSN} = \max(0,0018 \times f_{yk} / 500; 0,0014) = \max(0,0018 \times 420 / 500; 0,0014) = \max(0,00151; 0,0014) = 0,00151$$

$$\rho_{s,t} = 0,0052 \geq \rho_{s,\min} = 0,0013$$

$$\rho_{s,t,CSN} = 0,00464 \geq \rho_{s,\min,CSN} = 0,00151 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00464 \leq \rho_{s,\max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Průběh napětí po průřezu a vnitřní síly**Deformace v krajních vláknech průřezu**

Nejmenší deformace v betonu: -3,50 ‰

Největší deformace v betonu: 14,07 ‰

Nejmenší deformace ve výztuži: 12,18 ‰

Největší deformace ve výztuži: 12,18 ‰

Směr neutrálné osy: 0,00 °

Výška tlačené části průřezu: $x = 51,8$ mmEfektivní výška průřezu: $d = 232,0$ mm $\xi = 0,22 \leq \xi_{\max} = 0,62 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$ $M_{Edy} = 120,02 \leq M_{Rdy} = 141,39$ kNm**Posouzení průřezu na ohyb Vyhovuje**

Využití: 84,9 %

Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 2

Použit model náhradní příhradoviny

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_C = 0,18 / 1,5 = 0,12$$

$$k = \min(1 + \sqrt{(200 / d)}; 2) = \min(1 + \sqrt{(200 / 232)}; 2) = \min(1,928; 2) = 1,928$$

$$\rho_l = \min(A_{sl} / (b_w \times d); 0,02) = \min(1\,810 / (1\,500 \times 232); 0,02) = \min(0,0052; 0,02) = 0,0052$$

$$v_{\min} = 0,035 \times k^{1,5} \times \sqrt{f_{ck}} = 0,035 \times 1,928^{1,5} \times \sqrt{16} = 0,375$$
 MPa

$$V_{Rdc} = \max(C_{Rd,c} \times k \times \sqrt[3]{(100 \times \rho_l \times f_{ck}); v_{\min}}) \times b_w \times d = \max(0,12 \times 1,928 \times \sqrt[3]{(100 \times 0,0052 \times 16)}; 0,375) \times 1\,500 \times 232 = 163,2$$
 kN

 $V_{Ed} = 81,07$ kN $\leq V_{Rdc} = 163,2$ kN \Rightarrow **Pouze konstrukční smyková výztuž.****Únosnost průřezu ve smyku Vyhovuje**

Využití: 49,7 %

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Deska (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$$\rho_{s,t} = 0,0052 \geq \rho_{s,\min} = 0,0013$$

$$\rho_{s,t,CSN} = 0,00464 \geq \rho_{s,\min,CSN} = 0,00151 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00464 \leq \rho_{s,\max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Posouzení mezního stavu únosnosti

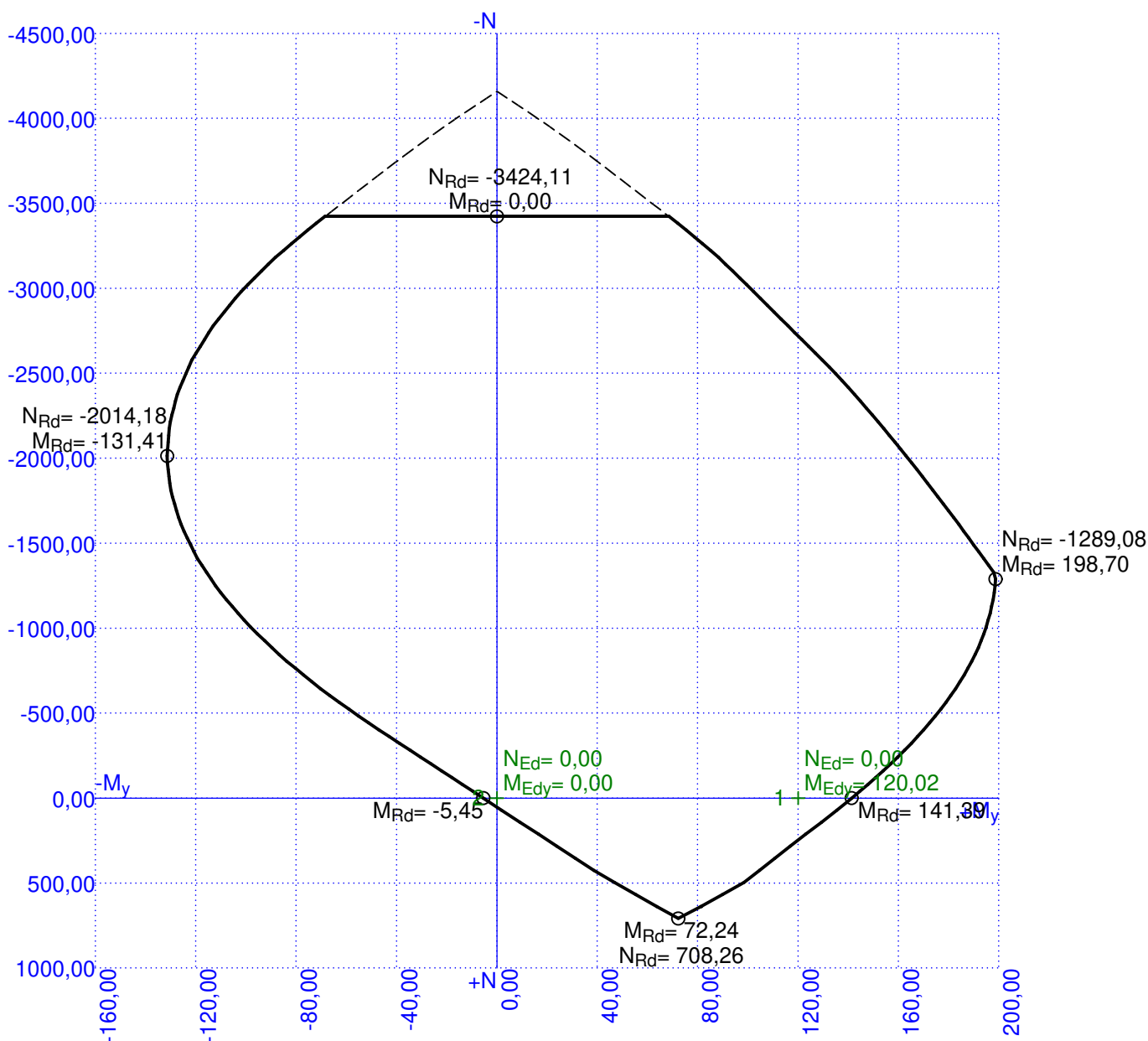
č.	Název	N_{Ed} [kN]	N_{Rd} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Rdy} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Rdz} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00	0,00	120,02	141,39	0,00	0,00	84,9	Vyhovuje
2	Zat. případ 2	0,00	-4160,00	0,00	141,39	81,07	163,18	49,7	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 84,9 %

Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 84,9 %

Interakční diagram

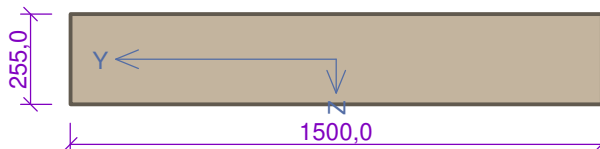


2 NV2-PZD

2.1 Vstupní data

Typ prvku: deska
Prostředí: XC1

Průřez



Materiály

Beton: C 16/20

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 16,0$ MPa

Pevnost v tahu $f_{ctm} = 1,9$ MPa

Modul pružnosti $E_{cm} = 29000$ MPa

Ocel podélná: 10338 (J) (uživ.)

Mez kluzu $f_{yk} = 325,0$ MPa

Modul pružnosti $E_s = 200000$ MPa

Ocel příčná: 10216 (E) (uživ.)

Mez kluzu $f_{yk} = 206,0$ MPa

Modul pružnosti $E_s = 200000$ MPa

Pevnost oceli neodpovídá rozsahu 400-600MPa určenému normou, další výpočet odpovídá postupům EC2

Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	V_{Edz} [kN]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	0,00	115,97	0,00	1,000
2	Zat. případ 2	0,00	0,00	78,33	1,000

Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
10	16	20,0	dolní výztuž



S tlačnou výztuží není počítáno.

Minimální krytí

20,0 mm (uživ.)

2.2 Výsledky

1: **Zat. případ 1** - základní návrhová

$N=0,00$ kN; $M_y=115,97$ kNm; $V_z=0,00$ kN

Podrobné posouzení OHYB: Zat. případ 1

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Deska (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$$\rho_{s,t} = A_{s,t} / (b_t \times d) = 2\,011 / (1\,500 \times 227) = 0,0059$$

$$\rho_s = A_s / A_c = 2\,011 / 382 \cdot 10^3 = 0,00526$$

$$\rho_{s,min} = \max(0,26 \times f_{ctm} / f_{yk}; 0,0013) = \max(0,26 \times 1,9 / 325; 0,0013) = \max(0,00152; 0,0013) = 0,00152$$

$$\rho_{s,t,CSN} = A_{s,t} / A_c = 2\,011 / 382 \cdot 10^3 = 0,00526$$

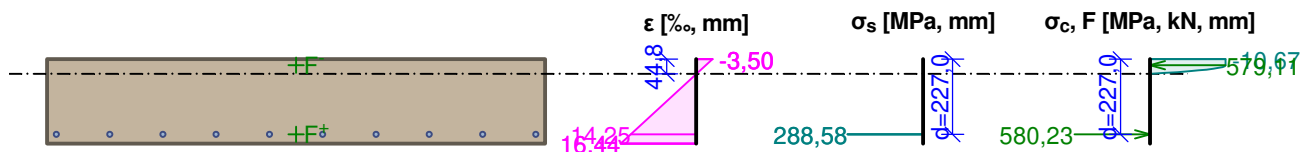
$$\rho_{s,min,CSN} = \max(0,0018 \times f_{yk} / 500; 0,0014) = \max(0,0018 \times 325 / 500; 0,0014) = \max(0,00117; 0,0014) = 0,0014$$

$$\rho_{s,t} = 0,0059 \geq \rho_{s,min} = 0,00152$$

$$\rho_{s,t,CSN} = 0,00526 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0014 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00526 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Průběh napětí po průřezu a vnitřní síly



Deformace v krajních vláknech průřezu

Nejmenší deformace v betonu: -3,50 ‰
 Největší deformace v betonu: 16,44 ‰
 Nejmenší deformace ve výztuži: 14,25 ‰
 Největší deformace ve výztuži: 14,25 ‰
 Směr neutrálné osy: 0,00 °
 Výška tlačené části průřezu: $x = 44,8$ mm
 Efektivní výška průřezu: $d = 227,0$ mm

$\xi = 0,20 \leq \xi_{\max} = 0,68 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

$M_{Edy} = 115,97 \leq M_{Rdy} = 120,87$ kNm

Posouzení průřezu na ohyb Vyhovuje

Využití: 95,9 %

Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 2

Použit model náhradní příhradoviny

$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_C = 0,18 / 1,5 = 0,12$

$k = \min(1 + \sqrt{(200 / d)}; 2) = \min(1 + \sqrt{(200 / 227)}; 2) = \min(1,939; 2) = 1,939$

$\rho_l = \min(A_{sl} / (b_w \times d); 0,02) = \min(2\,011 / (1\,500 \times 227)); 0,02) = \min(0,0059; 0,02) = 0,0059$

$v_{\min} = 0,035 \times k^{1,5} \times \sqrt{f_{ck}} = 0,035 \times 1,939^{1,5} \times \sqrt{16} = 0,378$ MPa

$V_{Rdc} = \max(C_{Rd,c} \times k \times \sqrt[3]{(100 \times \rho_l \times f_{ck}); v_{\min}}) \times b_w \times d = \max(0,12 \times 1,939 \times \sqrt[3]{(100 \times 0,0059 \times 16)}; 0,378) \times 1\,500 \times 227 = 167,5$ kN

$V_{Ed} = 78,33$ kN $\leq V_{Rdc} = 167,5$ kN \Rightarrow **Pouze konstrukční smyková výztuž.**

Únosnost průřezu ve smyku Vyhovuje

Využití: 46,8 %

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Deska (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$\rho_{s,t} = 0,0059 \geq \rho_{s,\min} = 0,00152$

$\rho_{s,t,CSN} = 0,00526 \geq \rho_{s,\min,CSN} = 0,0014 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

$\rho_s = 0,00526 \leq \rho_{s,\max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Posouzení mezního stavu únosnosti

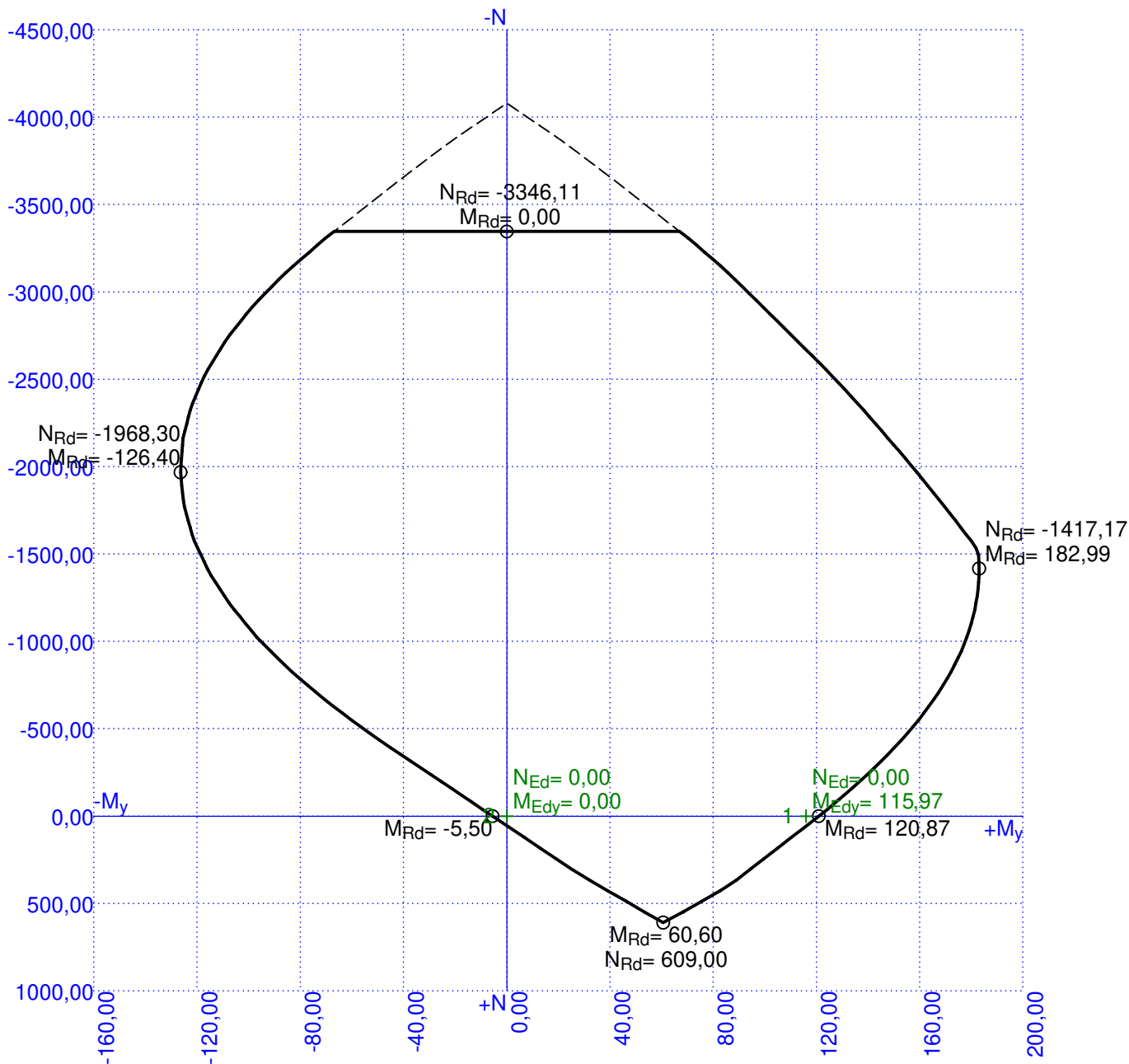
č.	Název	N_{Ed} [kN]	N_{Rd} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Rdy} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Rdz} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00	0,00	115,97	120,87	0,00	0,00	95,9	Vyhovuje
2	Zat. případ 2	0,00	-4080,00	0,00	120,87	78,33	167,46	46,8	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 95,9 %

Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 95,9 %

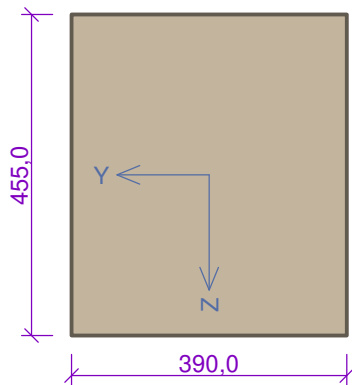
Interakční diagram



3 NV3-P (+M)

3.1 Vstupní data

Typ prvku: nosník
 Prostředí: XC1

Průřez**Materiály****Beton: C 16/20**Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 16,0$ MPaPevnost v tahu $f_{ctm} = 1,9$ MPaModul pružnosti $E_{cm} = 29000$ MPa**Ocel podélná: 10425 (V)**Mez kluzu $f_{yk} = 420,0$ MPaModul pružnosti $E_s = 200000$ MPa**Ocel příčná: 10452 (uživ.)**Mez kluzu $f_{yk} = 270,0$ MPaModul pružnosti $E_s = 200000$ MPa

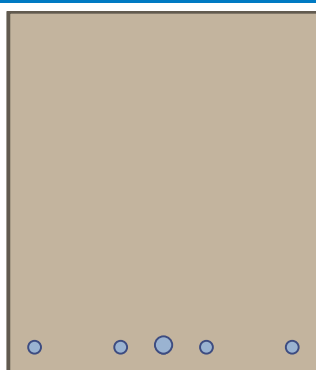
Pevnost oceli neodpovídá rozsahu 400-600MPa určenému normou, další výpočet odpovídá postupům EC2

Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	V_{Edz} [kN]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	0,00	241,11	0,00	1,000
2	Zat. případ 2	0,00	0,00	341,51	1,000

Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
4	16	25,0	dolní výztuž
1	20	25,0	dolní výztuž
1	22	25,0	dolní výztuž



4x16+1x20+1x22-kr.25,0

S tlačnou výztuží není počítáno.

Minimální krytí

25,0 mm (uživ.)

3.2 Výsledky1: **Zat. případ 1** - základní návrhová $N=0,00$ kN; $M_y=241,11$ kNm; $V_z=0,00$ kN**Podrobné posouzení OHYB: Zat. případ 1****Posouzení min. a max. stupně vyztužení**

Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$$\rho_{s,t} = A_{s,t} / (b_t \times d) = 1\,499 / (390 \times 420,8) = 0,00913$$

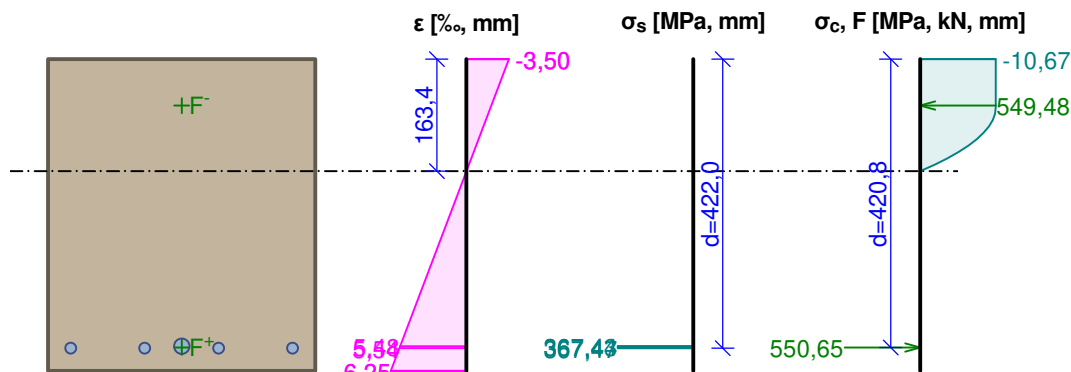
$$\rho_s = A_s / A_c = 1\,499 / 177,10^3 = 0,00844$$

$$\rho_{s,min} = \max(0,26 \times f_{ctm} / f_{yk}; 0,0013) = \max(0,26 \times 1,9 / 420; 0,0013) = \max(0,00118; 0,0013) = 0,0013$$

$$\rho_{s,t} = 0,00913 \geq \rho_{s,min} = 0,0013 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00844 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Průběh napětí po průřezu a vnitřní síly



Deformace v krajních vláknech průřezu

Nejmenší deformace v betonu:	-3,50 ‰
Největší deformace v betonu:	6,25 ‰
Nejmenší deformace ve výztuži:	5,48 ‰
Největší deformace ve výztuži:	5,54 ‰
Směr neutrálné osy:	360,00 °
Výška tlačené části průřezu:	x = 163,4 mm
Efektivní výška průřezu:	d = 422,0 mm

$$\xi = 0,39 \leq \xi_{\max} = 0,62 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$M_{Edy} = 241,11 > M_{Rdy} = 194,18 \text{ kNm}$$

Posouzení průřezu na ohyb Nevyhovuje

Využití: 124,2 %

Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 2

Stupeň vyztužení smykovou výztuží

$$\rho_w = A_{sw} / b_w / s + A_{sw} / b_w / s + A_{sw} / b_w / \sin(0,785) = 100,5 / 390 / 220 + 100,5 / 390 / 220 + 981,7 / 390 / \sin(0,785) = 0,0059$$

$$\rho_{w,\min} = 80 \times \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 80 \times \sqrt{16} / 270 = 0,00119$$

$$\rho_{w,\min} = 0,00119 \leq \rho_w = 0,0059 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\text{Maximální vzdálenost třmínků } s_{l,\max} = 315,6 \text{ mm} \geq 220,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\text{Maximální vzdálenost větví třmínků } s_{t,\max} = 315,6 \text{ mm} \geq 116,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Použití model náhradní příhradoviny

Sklon tlačené diagonály : $\theta = 29,74^\circ$

Únosnost betonu

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c = 0,18 / 1,5 = 0,12$$

$$k = \min(1 + \sqrt{(200 / d)}; 2) = \min(1 + \sqrt{(200 / 420,8)}; 2) = \min(1,689; 2) = 1,689$$

$$\rho_l = \min(A_{sl} / (b_w \times d); 0,02) = \min(1499 / (390 \times 420,8); 0,02) = \min(0,00913; 0,02) = 0,00913$$

$$v_{\min} = 0,035 \times k^{1,5} \times \sqrt{f_{ck}} = 0,035 \times 1,689^{1,5} \times \sqrt{16} = 0,307 \text{ MPa}$$

$$V_{Rdc} = \max(C_{Rd,c} \times k \times \sqrt[3]{(100 \times \rho_l \times f_{ck}); v_{\min}}) \times b_w \times d = \max(0,12 \times 1,689 \times \sqrt[3]{(100 \times 0,00913 \times 16)}; 0,307) \times 390 \times 420,8 = 81,34 \text{ kN}$$

Únosnost smykové výztuže

$$V_{Rds} = A_{sw} / s \times z \times f_{yd} \times \cot \theta + A_{sw} / s \times z \times f_{yd} \times \cot \theta + A_{sw} \times f_{yd} \times \sin \alpha = 100,5 / 220 \times 352,6 \times 234,8 \times 1,75 + 100,5 / 220 \times 352,6 \times 234,8 \times 1,75 + 981,7 \times 365,2 \times 0,707 = 386 \text{ kN}$$

Únosnost tlakové diagonály

$$v_1 = 0,6 \times (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 16 / 250) = 0,562$$

$$V_{Rd\max 90} = \alpha_{cw} \times b_w \times z \times v_1 \times f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta) = 1 \times 390 \times 352,6 \times 0,562 \times 10,67 / (1,75 + 0,571) = 354,9 \text{ kN}$$

$$V_{Rd\max 45} = \alpha_{cw} \times b_w \times z \times v_1 \times f_{cd} \times (\cot \theta + \cot \alpha) / (1 + \cot \theta^2) = 1 \times 390 \times 352,6 \times 0,562 \times 10,67 \times (1,75 + 1) / (1 + 1,75^2) = 557,7 \text{ kN}$$

$$V_{Rd\max} = (V_{Rd\max 90} \times V_{Rds 90} + V_{Rd\max 45} \times V_{Rds 45}) / (V_{Rds 90} + V_{Rds 45}) = (354,9 \times 132,4 + 557,7 \times 253,5) / (132,4 + 253,5) = 488,1 \text{ kN}$$

Výsledná únosnost

$$V_{Rd} = \max(V_{Rdc}; \min(V_{Rd\max}; V_{Rds})) = \max(81,34; \min(488,1; 386)) = \max(81,34; 386) = 386 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 341,5 \text{ kN} \leq V_{Rd} = 386 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Únosnost průřezu ve smyku Vyhovuje

Využití: 88,5 %

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Nosník (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

 $\rho_{s,t} = 0,00913 \geq \rho_{s,min} = 0,0013 \Rightarrow$ **Vyhovuje** $\rho_s = 0,00844 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje****Stupeň vyztužení smykovou výztuží** $\rho_{w,min} = 0,00119 \leq \rho_w = 0,0059 \Rightarrow$ **Vyhovuje**Maximální vzdálenost třmíneků $s_{l,max} = 315,6 \text{ mm} \geq 220,0 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje**Maximální vzdálenost větví třmíneků $s_{t,max} = 315,6 \text{ mm} \geq 116,0 \text{ mm} \Rightarrow$ **Vyhovuje****Posouzení mezního stavu únosnosti**

č.	Název	N_{Ed} [kN]	N_{Rd} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Rdy} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Rdz} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00	0,00	241,11	194,18	0,00	0,00	124,2	Nevyhovuje
2	Zat. případ 2	0,00	-1892,80	0,00	194,18	341,51	385,95	88,5	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti NEVYHOVUJE - 124,2 %**Celkové posouzení - Průřez NEVYHOVUJE**

Využití: 124,2 %

Interakční diagram

