

Statický posudek

Stavba:

Česká národní banka v Ostravě

Posouzení možnosti osazení FVE na střechu objektu přístavby

Investor:

Česká národní banka

Zpracovatel:

RECOC, spol. s r.o.
28.října 273/864
709 00 Ostrava - Mariánské Hory

Projektant:

Ing. Hana Šeligová

Projektční tým:

Hana Šeligová

1 Obsah

1	Obsah	2
2	Použité podklady a literatura	2
3	Použité programy	2
4	Zadání, popis konstrukce	2
5	Uvažovaná zatížení	3
6	Uvažované materiály	3
7	Postup a výsledky posouzení	3
8	Závěr	3
9	Seznam příloh	4

2 Použité podklady a literatura

- [1] Česká národní banka, Ostrava , Nádražní 4 – přístavba; PP ASŘ, Pam Ar, projektová a inženýrská společnost, Brno; 04/1995
- [2] Česká národní banka, Ostrava , Nádražní 4 – přístavba; PP Statika, Pam Ar, projektová a inženýrská společnost, Brno; 06/1994
- [3] Vizuální prohlídka dne 20.10.2020
- [4] Report_312_2020_ČNB_Ostrava_Roof_1_20201201.pdf, Solidsun, s.r.o., 11/2020

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.

4 Zadání, popis konstrukce

Předmětem tohoto statického posouzení je ověření možnosti umístění fotovoltaických panelů na střešní konstrukci přístavby, na úroveň +14.090m (HH stropní desky). Rozmístění a přitížení od fotovoltaických panelů poskytnul objednatel.

Objekt přístavby má nepravidelný obdélníkový půdorys s opsanými rozměry $s \times d = 33,6 \times 18,0$ m. Má jedno podzemní a 4 nadzemní podlaží. Třetí a čtvrté podlaží nevyplňují celý půdorys.

Objekt má nosnou konstrukci smíšenou, tvořenou převážně svislými konstrukcemi zděnými a železobetonovými monolitickými, vodorovné konstrukce jsou výhradně železobetonové monolitické stropní desky. Suterénní podlaží a 1.NP mají všechny konstrukce železobetonové. Vertikální komunikace je zajištěna dvěma schodišti a dvěma výtahy.

Stropní deska nad 4.NP má tl. 200mm a je podporována zděnými a železobetonovými svislými konstrukcemi, po obvodu je v místech mezi pilíři opatřena obvodovými průvlaky $s \times v = 500 \times 500$ mm (včetně desky). V části, kde mají být umístěny panely FVE, je deska podporována obvodovými stěnami a pilíři a střední nosnou zděnou stěnou, rozpětí je 5,5+6,2m. Na stropní desce jsou umístěny ve směru kolmo na střední nosnou stěnu zděné soklové stěny v rozteči cca 3,0m proměnlivé výšky, které podporují dřevěnou nosnou konstrukci zastřešení, tvořenou subtilními krokviemi v rozteči cca 1,0m, bedněním a střešním souvrstvím. Tepelná izolace je umístěna přímo na stropní desce. Veškerá zatížení uložená na střešním plášti jsou do stropní konstrukce přenášena krokviemi a vyzděnými soklovými stěnami.

5 Uvažovaná zatížení

Stálá zatížení (charakteristické hodnoty):

- Skladba střechy 0,54kN/m²

Proměnná zatížení (charakteristické hodnoty)

- Zatížení sněhem sk = 1,0kN/m² (II.sněhová oblast, $\mu=0,8$)
- Zatížení větrem nebylo uvažováno vzhledem k tomu, že na výsledné účinky nemá vliv

Zatížení od fotovoltaických panelů (charakteristické hodnoty) je uvažováno dle [4] takto:

Plocha systému 8,7 x 9,4m

Plošné zatížení od systému 32,5kg/m²

6 Uvažované materiály

Všechny níže uvedené materiály jsou uvažovány dle původní [1] a [2].

Železobetonové konstrukce

C16/20 (značení v PD B20) ocel 10425 (V)

Zdivo

Plné cihly CP P 20 na MC10

Porobetonové tvárnice

Děrované cihly Pk P4 na MVC2,5 (příčky)

7 Postup a výsledky posouzení

Byl sestaven dílčí výpočetní model stropní konstrukce nad 4.NP, kde byla zahrnuta stávající zatížení i přitížení od navrhované FVE. Zatížení byla uvažována jako liniová na zděných soklových stěnách.

Na vnitřní síly byly posouzeny rozhodující průřezy stropní desky. Dále bylo provedeno porovnání vnitřních sil na stávající zatížení a nové zatížení včetně přitížení od FVE. Rozdíl mezi vnitřními silami v rozhodujících průřezích je cca 6,5%.

Tabulka posouzení rozhodujících průřezů

Průřez	Vyztužení	M _d [kNm]	M _{rd} [kNm]	Posouzení	Poznámky
Dolní – směr x	ØV8/250	9,18	13,54	vyhovuje	Střed pole
Dolní – směr y	ØV12/250	14,9	28,6	vyhovuje	Střed pole
Horní – směr x	ØV10/150	26,7	32,4	vyhovuje	Nad vnitřní stěnou u kupole
Horní – směr y	ØV12/250	23,4	28,3	vyhovuje	Nad vnitřní zděnou stěnou

Na smykové namáhání stropní deska spolehlivě vyhovuje (viz Příloha 1)

8 Závěr

Panely FVE dle výše uvedené specifikace lze na stropní konstrukci nad 4.NP umístit bez dalšího zajištění. Je však nutné vytvořit roznašecí konstrukci pod bloky FVE tak, aby byly zatěžovány přímo vyzděné soklové stěny, nikoliv dřevěné krokve. To lze zajistit např. pomocnou ocelovou konstrukcí, která bude umístěna kolmo na stěny, tedy po směru střešní konstrukce. Rozpětí prvků ocelové konstrukce je cca 3,0m.

Statický výpočet prokázal, že posuzované konstrukce vyhovují ustanovením platných norem jak z hlediska mezních stavů únosnosti, tak z hlediska mezních stavů použitelnosti.

V Ostravě dne 02.12.2020

Ing. Hana Šeligová
Autorizovaný inženýr
pro statiku a dynamiku
ČKAIT 1102172

9 Seznam příloh

<i>Příloha P01</i>	<i>Zatěžovací údaje</i>
<i>Příloha P02</i>	<i>Statický výpočet stropní desky nad 4.NP – vstupy a výstupy</i>

RECOC

statická kancelář & Autodesk developer



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
bankovní spojení: KB Praha 5
číslo účtu 315146071/0100

Statický posudek

Stavba:

Česká národní banka v Ostravě

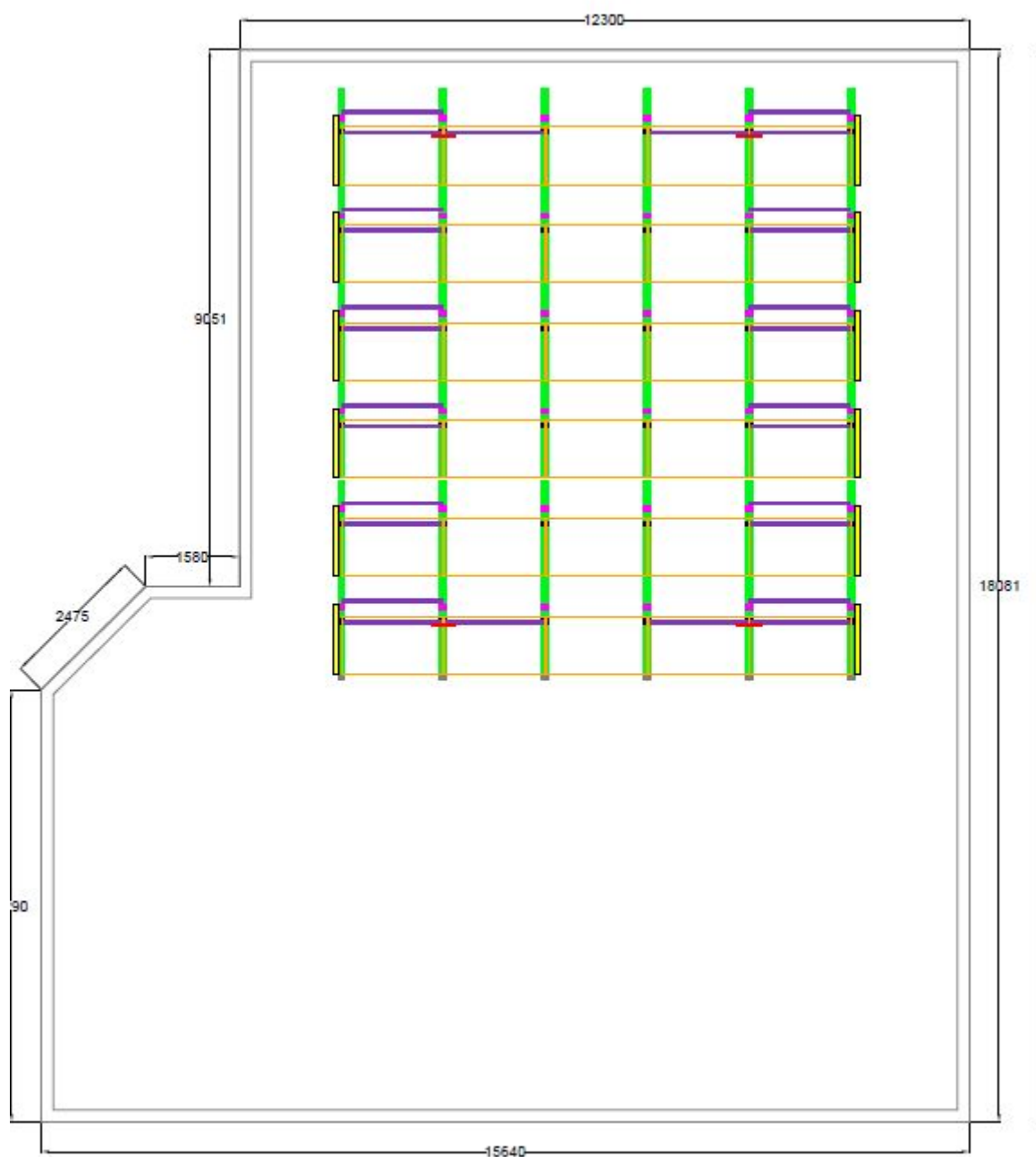
Posouzení možnosti osazení FVE na střechu objektu přístavby

Příloha P01

Zatěžovací údaje

Zatěžovací stav:	STŘECHA					
Materiál	Materiál	Tloušťka	Objemová	Char.	Souvěsítní	Návrhové
název	popis	vrstvy	hmotnost	zatížení	zatížení	zatížení
		[mm]	[kg/m ³]	[kN/m ²]	g_f [-]	[kN/m ²]
KRYTINA HI m-PVC	Folie z PVC	5	1200	0,060	1,35	0,081
A500H	Lepenka	5	500	0,025	1,35	0,034
DŘEVO C22	Třída pevnosti C22	100	410	0,410	1,35	0,554
EPS 200	Polystyrenová deska	150	30	0,045	1,35	0,061
CELKEM		260		0,540	1,350	0,729
Zděné sokly		0,15	20	3	1,35	4,05
H=0,4m		400		1,2		
H=0,5m		500		1,5		
H=0,7m		700		2,1		
skladba střechy- zat šířka 3,0m				1,62		
skladba střechy- zat šířka 1,5m				0,81		
FVE	32,5kg/m ²					
zatížení je na zděné sokly - zat. šířka 3,0m				1,06		
zatížení je na zděné sokly - zat. šířka 1,5m				0,49		
Sníh	oblast II.			0,8		
sníh - zat. šířka 3,0m				2,4		
sníh - zat. šířka 1,5m				1,2		

Obrázek 1 Zatěžovací údaje



Obrázek 2 Schéma rozmístění panelů FVE (Solidsun)

RACKING PARAMETER [ROOF_1]

Snow load	0.8 kN/m ²
Wind load	0.81 kN/m ²
Friction Constant μ	0.3
Factor of Safety for Uplift	1.5
Factor of Safety for Sliding	1.5
Load factor applied to Dead Load	0.9
Weight per ballast block	15 kg
Number of ballast blocks:	136
System surface area	84.84 m ²
Roof area	251.03 m ²
Total ballast weight	2,040 kg
Weight Module/Rack	720 kg
Total System weight	2,760 kg
Surface load on system area	32.53 kg/m ²
Surface load on roof	10.99 kg/m ²
Max surface load on system area	43.37 kg/m ²
Average horizontal load	0.12 kN
Maximum horizontal load	0.14 kN
Total horizontal load	3.68 kN
Average horizontal load from the side	0.12 kN
Total horizontal load from the side	0.14 kN
Total horizontal load from the side per square meter	0.043 kN/m ²

Obrázek 3 Zatěžovací údaje FVE (Solidsun)

Statický posudek

Stavba:

Česká národní banka v Ostravě

Posouzení možnosti osazení FVE na střechu objektu přístavby

Příloha P02

Statický výpočet stropní desky nad 4.NP – vstupy a výstupy

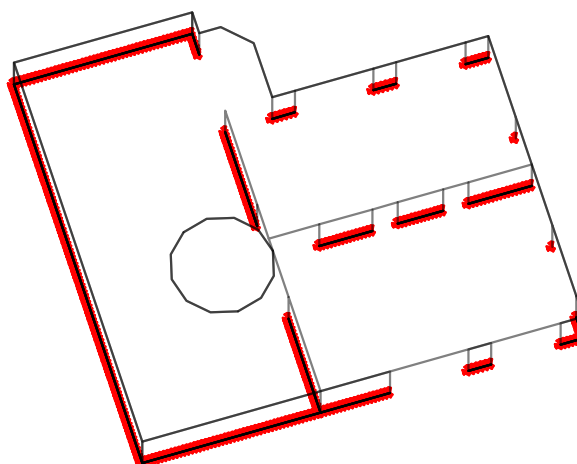
Zakázka	ČNB - posouzení možnosti umístění FVE	Datum	02.12.20
Výpočet	cnb	Příloha	02
Konstrukce	Stropní konstrukce nad 4.NP	Strana	1 z 10



Pevné podpory

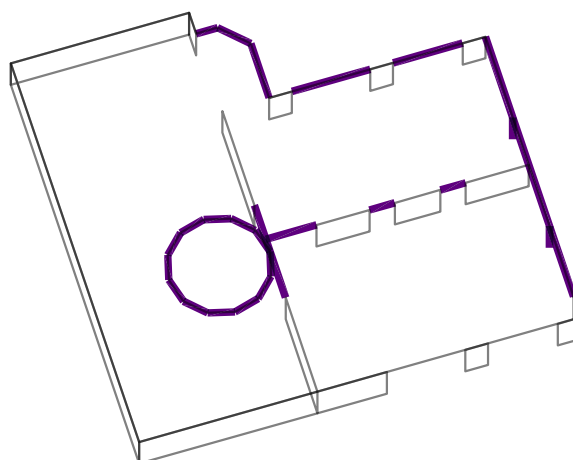
- Posun
- Pootocení
- Posun i pootocení

4.NP



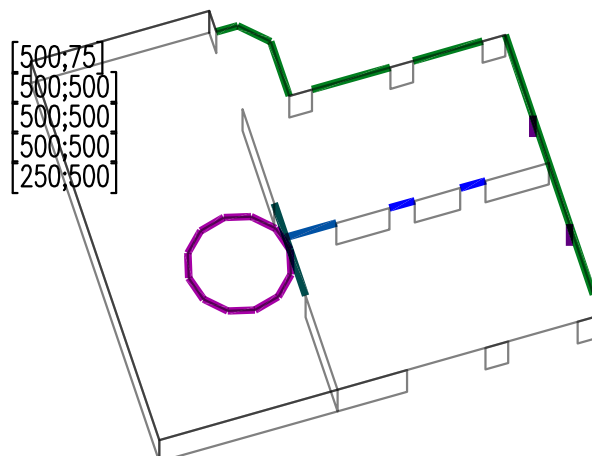
Fyzikální vlastnosti: MATERIÁL [-]

■ C25/30



Fyzikální vlastnosti: PRŮŘEZ [-]

- OBDELNIK 500/500
- OBDELNIK V DESCE 150/900/200 [500;75]
- OBDELNIK V DESCE 300/300/200 [500;500]
- OBDELNIK V DESCE 300/400/200 [500;500]
- OBDELNIK V DESCE 300/500/200 [500;500]
- OBDELNIK V DESCE 500/500/200 [250;500]

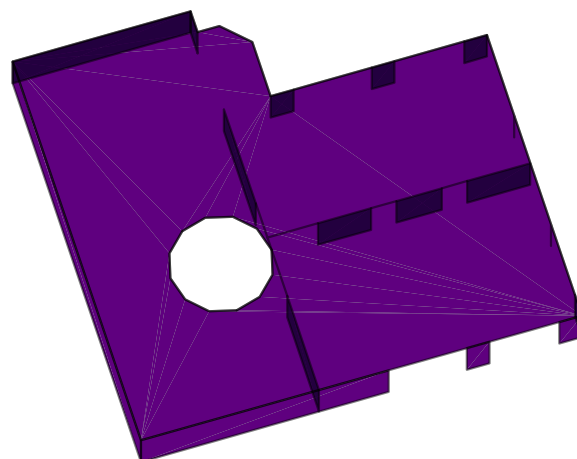


Zakázka	ČNB - posouzení možnosti umístění FVE	Datum	02.12.20
Výpočet	cnb	Příloha	02
Konstrukce	Stropní konstrukce nad 4.NP	Strana	2 z 10



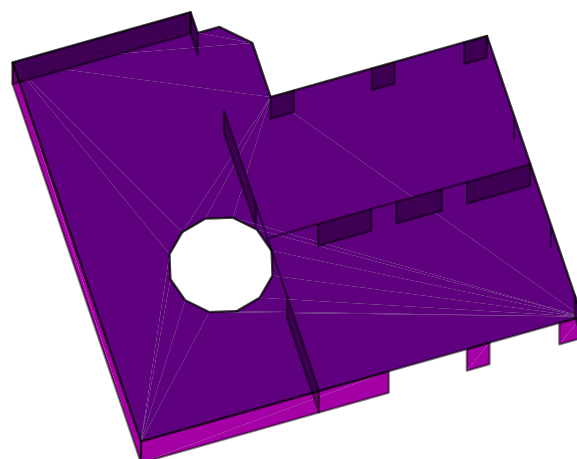
Fyzikální vlastnosti: MATERIÁL [-]

■ C25/30



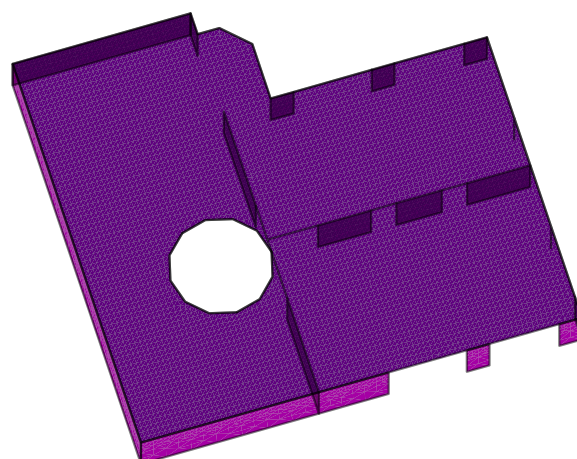
Fyzikální vlastnosti: H [m]

■ 0.20
■ 0.50



Zatížení do výpočtu: "G00 VLASTNÍ TÍHA" – Q_z [kN/m²]

■ 5.00
■ 12.50

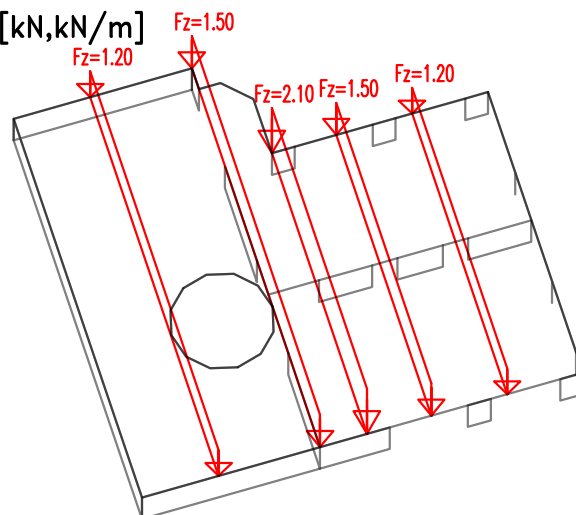


Zakázka	ČNB - posouzení možnosti umístění FVE		Datum	02.12.20	
Výpočet	cnb		Příloha	02	
Konstrukce	Stropní konstrukce nad 4.NP		Strana	3	z 10



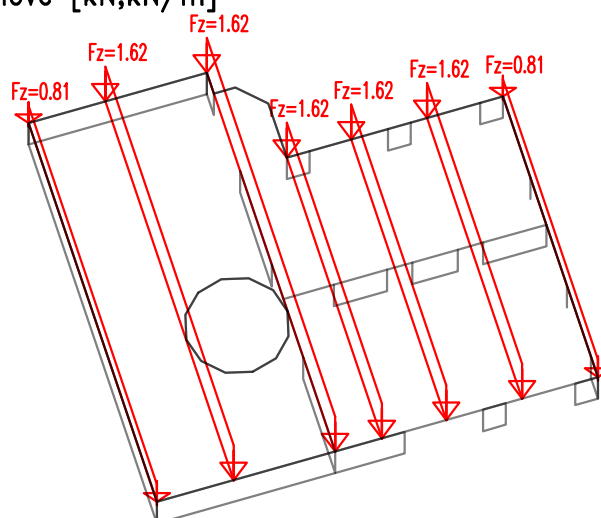
Zadané zatížení: "G01__STENY" – Silové [kN,kN/m]

■ Sila
■ Moment



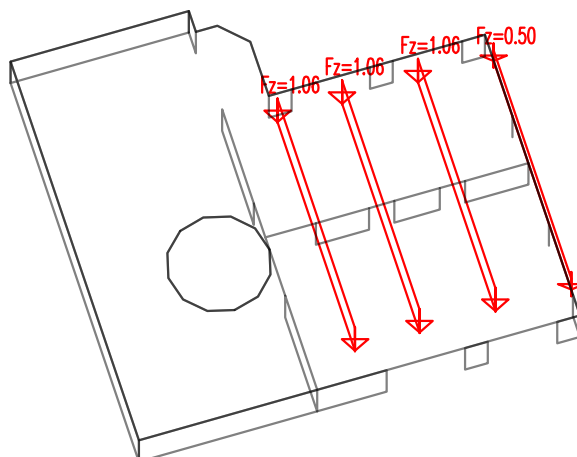
Zadané zatížení: "G02__SKLADBA" – Silové [kN,kN/m]

■ Sila
■ Moment



Zadané zatížení: "G03__FVE" – Silové [kN,kN/m]

■ Sila
■ Moment

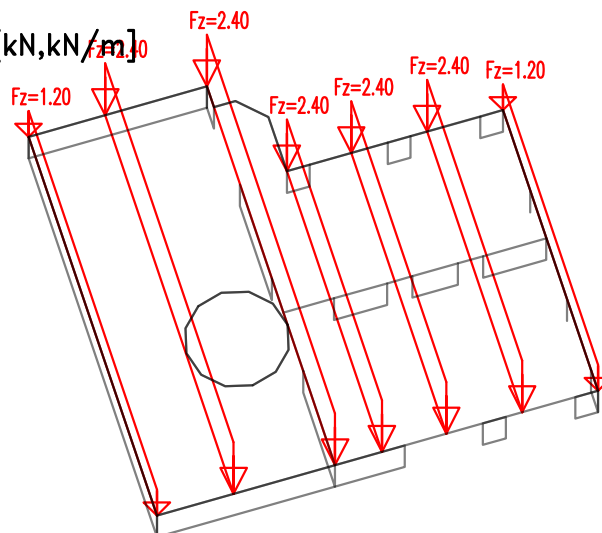


Zakázka	ČNB - posouzení možnosti umístění FVE	Datum	02.12.20
Výpočet	cnb	Příloha	02
Konstrukce	Stropní konstrukce nad 4.NP	Strana	4 z 10



Zadané zatížení: "Q01S_SNÍH" – Silové [kN,kN/m]

■ Síla
■ Moment



Zatěžovací stavy a jejich kombinace

Výpis zatěžovacích stavů:

G00 VLASTNÍ TIHA
 G01__STENY
 G02__SKLADBA
 G03__FVE
 Q01S_SNÍH

CH____00_MSP=(ZSG00_VLASTNI_TIHA,S,1.00,"")
 (ZSG01__STENY,S,1.00,"")
 (ZSG02__SKLADBA,S,1.00,"")
 (ZSG03__FVE,S,1.00,"")
 (ZSQ01S_SNÍH,N,1.00,"")

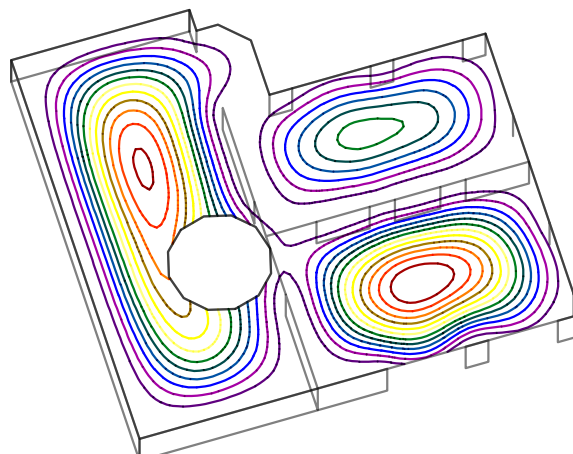
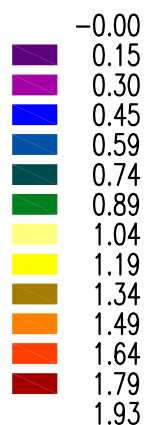
TDSTR_N_00_MSU=(TDSTR2N_00_MSU,S,1.00,"SO")
 (TDSTR3N_00_MSU,S,1.00,"SO")
 TDSTR2N_00_MSU=(ZSG00_VLASTNI_TIHA,S,1.35,"")
 (ZSG01__STENY,S,1.35,"")
 (ZSG02__SKLADBA,S,1.35,"")
 (ZSG03__FVE,S,1.35,"")
 (ZSQ01S_SNÍH,N,0.75,"ZSQ00S_")
 TDSTR3N_00_MSU=(ZSG00_VLASTNI_TIHA,S,1.15,"")
 (ZSG01__STENY,S,1.15,"")
 (ZSG02__SKLADBA,S,1.15,"")
 (ZSG03__FVE,S,1.15,"")
 (ZSQ01S_SNÍH,N,1.50,"")

TDSTR_N_00_MSU_BEZ=(TDSTR2N_00_MSU_BEZ,S,1.00,"SO")
 (TDSTR3N_00_MSU_BEZ,S,1.00,"SO")
 TDSTR2N_00_MSU_BEZ=(ZSG00_VLASTNI_TIHA,S,1.35,"")
 (ZSG01__STENY,S,1.35,"")
 (ZSG02__SKLADBA,S,1.35,"")
 (ZSQ01S_SNÍH,N,0.75,"ZSQ00S_")
 TDSTR3N_00_MSU_BEZ=(ZSG00_VLASTNI_TIHA,S,1.15,"")
 (ZSG01__STENY,S,1.15,"")
 (ZSG02__SKLADBA,S,1.15,"")
 (ZSQ01S_SNÍH,N,1.50,"")

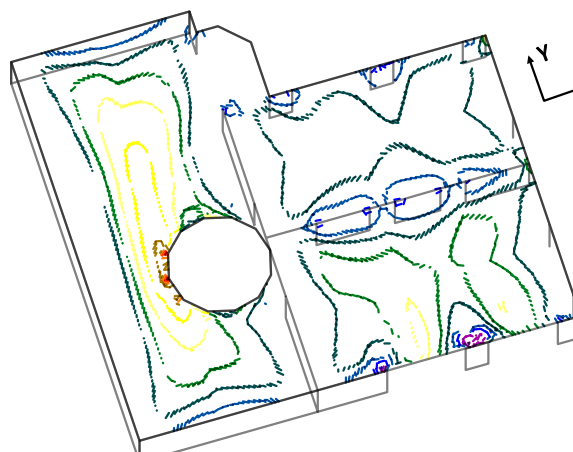
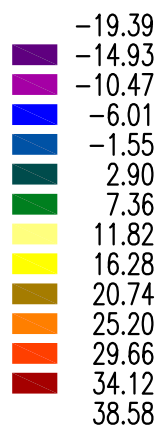
Zakázka	ČNB - posouzení možnosti umístění FVE	Datum	02.12.20
Výpočet	cnb	Příloha	02
Konstrukce	Stropní konstrukce nad 4.NP	Strana	5 z 10



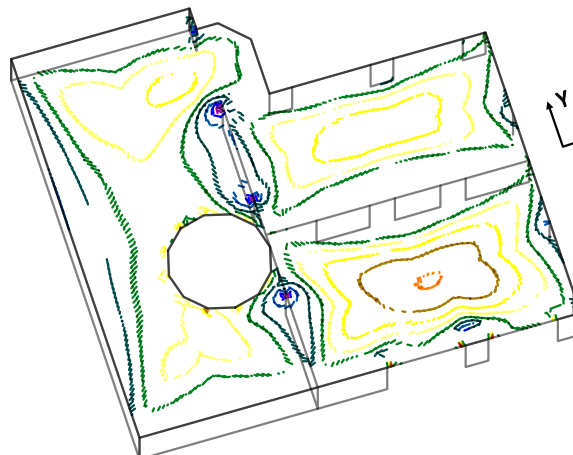
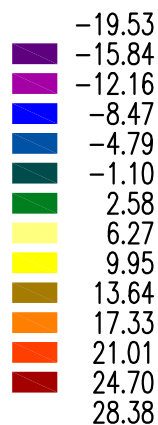
Kombinace: "CH_____00_MSP" - MAX - UzG [mm] **Kombinace s přetížením FVE**



Kombinace: "TDSTR_N_00_MSU" - MAX - MxD(d) [kNm/m]



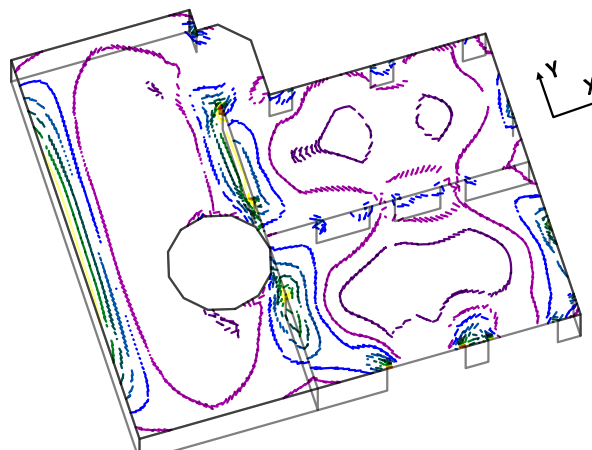
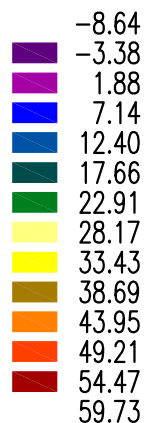
Kombinace: "TDSTR_N_00_MSU" - MAX - MyD(d) [kNm/m]



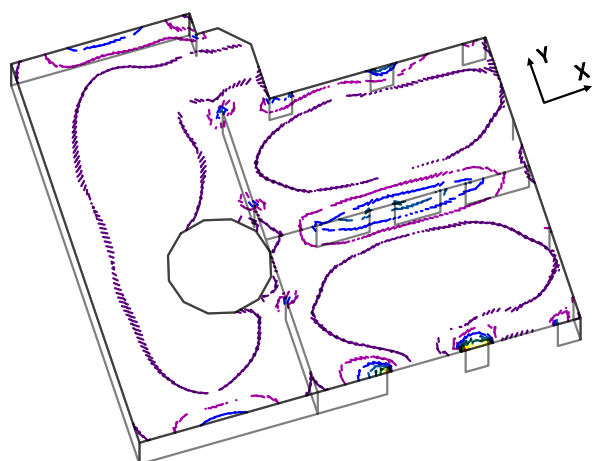
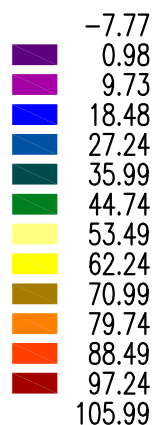
Zakázka	ČNB - posouzení možnosti umístění FVE		Datum	02.12.20
Výpočet	cnb		Příloha	02
Konstrukce	Stropní konstrukce nad 4.NP		Strana	6 z 10



Kombinace: "TDSTR_N_00_MSU" - MAX - $MxD(h)$ [kNm/m]



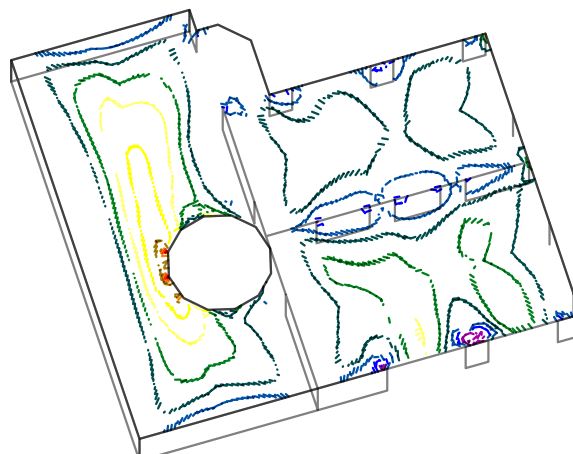
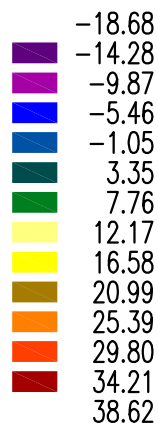
Kombinace: "TDSTR_N_00_MSU" - MAX - $MyD(h)$ [kNm/m]



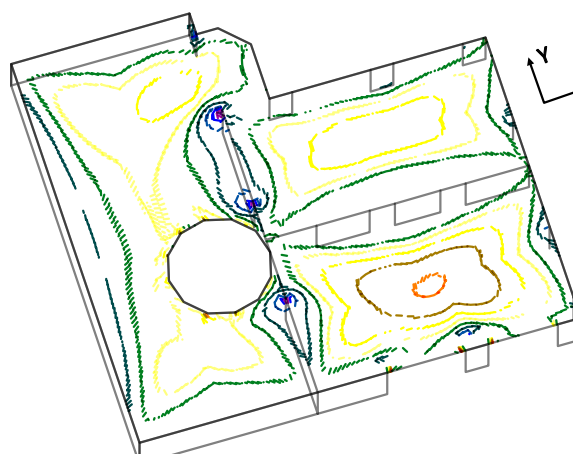
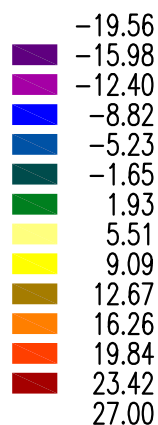
Zakázka	ČNB - posouzení možnosti umístění FVE	Datum	02.12.20
Výpočet	cnb	Příloha	02
Konstrukce	Stropní konstrukce nad 4.NP	Strana	7 z 10



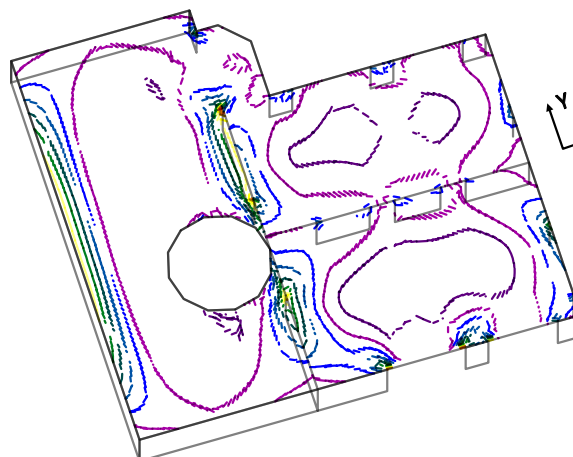
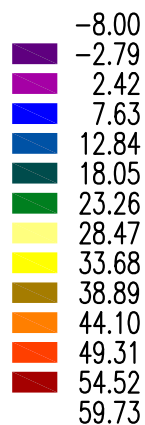
Kombinace: "TDSTR_N_00_MSU BEZ" - MAX - $MxD(d)$ [kNm/m] **Kombinace bez přitížení FVE**



Kombinace: "TDSTR_N_00_MSU BEZ" - MAX - $MyD(d)$ [kNm/m]



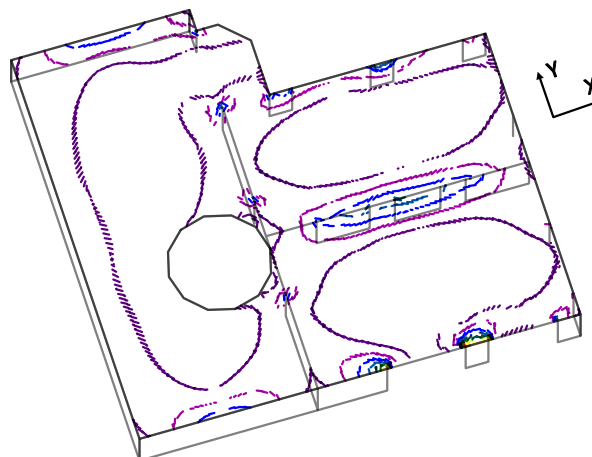
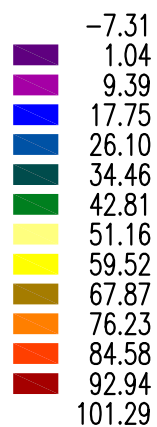
Kombinace: "TDSTR_N_00_MSU BEZ" - MAX - $MxD(h)$ [kNm/m]



Zakázka	ČNB - posouzení možnosti umístění FVE	Datum	02.12.20
Výpočet	cnb	Příloha	02
Konstrukce	Stropní konstrukce nad 4.NP	Strana	8 z 10



Kombinace: "TDSTR_N_00_MSU BEZ" - MAX - $M_yD(h)$ [kNm/m]



Zakázka	ČNB - posouzení možnosti umístění FVE	Datum	02.12.20
Výpočet	cnb	Příloha	02
Konstrukce	Stropní konstrukce nad 4.NP	Strana	9 z 10



deska -směr x - dolní

Typ prvku: deska
Prostředí: X0

Beton: C 16/20
 $f_{ck} = 16,0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 1,9 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 29000 \text{ MPa}$
Ocel podélná: 10425 (V)B ($f_{yk} = 420,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)
Ocel příčná: 10425 (V) ($f_{yk} = 420,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr
Vzpěr není uvažován

S tlačnou výztuží je počítáno.
Průřez bez smykové výztuže.

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$\rho_{s,t} = 0,00114 < \rho_{s,min} = 0,0013$
 $\rho_{s,t,CSN} = 0,00101 < \rho_{s,min,CSN} = 0,00151 \Rightarrow$ **Min. stupeň vyztužení nedodržení!**
 $\rho_s = 0,00101 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00 0,00	9,18 13,54	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE

VYHOVUJE

deska -směr y - dolní

Typ prvku: deska
Prostředí: X0

Beton: C 16/20
 $f_{ck} = 16,0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 1,9 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 29000 \text{ MPa}$
Ocel podélná: 10425 (V)B ($f_{yk} = 420,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)
Ocel příčná: 10425 (V) ($f_{yk} = 420,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr
Vzpěr není uvažován

S tlačnou výztuží je počítáno.
Průřez bez smykové výztuže.

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$\rho_{s,t} = 0,00263 \geq \rho_{s,min} = 0,0013$
 $\rho_{s,t,CSN} = 0,00226 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,00151 \Rightarrow$ **Vyhovuje**
 $\rho_s = 0,00226 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00 0,00	14,90 28,16	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	Vyhovuje

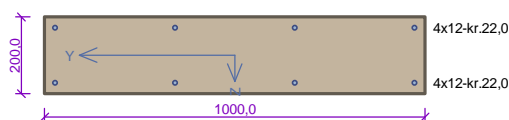
Mezní stav únosnosti VYHOVUJE

VYHOVUJE

Zakázka	ČNB - posouzení možnosti umístění FVE	Datum	02.12.20
Výpočet	cnb	Příloha	02
Konstrukce	Stropní konstrukce nad 4.NP	Strana	10 z 10



deska - směr y - horní



Typ prvku: deska

Prostředí: X0

Beton: C 16/20

$f_{ck} = 16,0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 1,9 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 29000 \text{ MPa}$

Ocel podélná: 10425 (V)B ($f_{yk} = 420,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Ocel příčná: 10425 (V) ($f_{yk} = 420,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr

Vzpěr není uvažován

S tlačnou výztuží je počítáno.

Průřez bez smykové výztuže.

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$\rho_{s,t} = 0,00263 \geq \rho_{s,min} = 0,0013$

$\rho_{s,t,CSN} = 0,00226 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,00151 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

$\rho_s = 0,00452 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

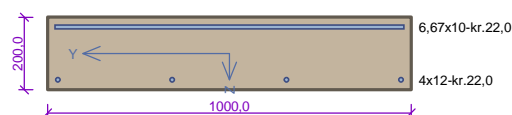
Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00	-23,40	0,00	40,00	0,00	Vyhovuje
		0,00	-28,32	0,00	68,11	0,00	

Mezní stav únosnosti **VYHOVUJE**

VYHOVUJE

deska - směr x - horní



Typ prvku: deska

Prostředí: X0

Beton: C 16/20

$f_{ck} = 16,0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 1,9 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 29000 \text{ MPa}$

Ocel podélná: 10425 (V)B ($f_{yk} = 420,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Ocel příčná: 10425 (V) ($f_{yk} = 420,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr

Vzpěr není uvažován

S tlačnou výztuží je počítáno.

Průřez bez smykové výztuže.

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

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

$\rho_{s,t} = 0,00303 \geq \rho_{s,min} = 0,0013$

$\rho_{s,t,CSN} = 0,00262 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,00151 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

$\rho_s = 0,00488 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00	-26,70	0,00	40,00	0,00	Vyhovuje
		0,00	-32,42	0,00	70,26	0,00	

Mezní stav únosnosti **VYHOVUJE**

VYHOVUJE