



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Doprava

Ministerstvo dopravy
Státní fond dopravní
infrastruktury



Jiná ověření:

Paré:


Orientační schéma:


Razítko oprávněné osoby:

Podpis:

Datum:

Revize:	Datum:	Popis:	Kontroloval:
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-

Stavebník/Investor:	Správa železnic, státní organizace		SPRÁVA ŽELEZNIC
Adresa:	Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1		
Zástupce investora:	Oblastní ředitelství HK		
Adresa:	U Fotochemy 259, 501 01 Hradec Králové		

Zhotovitel díla:	PROJEKT servis spol. s r.o.		PROJEKT servis
Adresa:	U Elektry 830/2b, 198 00 Praha 9		
Kontakt:	T: +420 281 090 860 E: firma@projekt-servis.cz		
Hlavní projektant (HIP):	Ing. Marek Pelant	Specialista:	-

Název stavby/akce:	Stavebně technický průzkum a posouzení konstrukce střechy po přetížení technologiemi FVE	Označení investora:	SŽ
Název části:	STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM A STATICKÝ POSUDEK	Zakázka:	ZAK-2022-25
Název objektu/dílní části:	Hradec Králové, administrativní budova centrály OŘ HK	Označení části:	-
Adresa:	U Fotochemy 259/8, Hradec Králové Hlavní budova	Označení objektu/komplexu:	-
Odpovědný projektant:	Zpracovatel přílohy:	Měřítko:	-
Ing. Petr Žalský, Ph.D.	Ing. Martin Enderla	Formáty:	-
kraj	Katastrální území	TUDU	Smluvní datum zpracování: 02.2023

STATIKON Solutions s.r.o.
Štefánikova 229/5
150 00 Praha 5 – Smíchov

STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM A STATICKÝ POSUDEK NA PŘÍTÍŽENÍ TECHNOLOGIEMI FVE

ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA OŘ HRADEC KRÁLOVÉ
Stavebně technický průzkum a posouzení konstrukce střechy na přitížení
technologiemi FVE

U Fotochemy 259/8, Hradec Králové

Počet stran: 36x A4

Vypracovali: Ing. Vojtěch Černý, Ing. Martin Enderla
Zodpovědný projektant: Ing. Petr Žalský, Ph.D.

V Praze, únor 2023

OBSAH

<i>Identifikační údaje stavby.....</i>	<i>3</i>
<i>Rozsah stavebně-technického průzkumu a posudku.....</i>	<i>3</i>
<i>Použité metody a postupy.....</i>	<i>3</i>
1. Popis objektu na základě archivní dokumentace.....	3
2. Stavebně-technický průzkum – popis zjištěného stavu.....	4
2.1. <i>Plochá střecha (č. 1 půdorysného schématu).....</i>	<i>4</i>
2.2. <i>Sedlová střecha (č. 2 půdorysného schématu).....</i>	<i>9</i>
2.3. <i>Krov (č. 3 půdorysného schématu).....</i>	<i>10</i>
3. Zatížení.....	13
3.1. <i>Stálá a užitná zatížení.....</i>	<i>13</i>
3.2. <i>Klimatická zatížení.....</i>	<i>13</i>
3.3. <i>Zatížení přírodní seismicitou, dynamická zatížení, zatížení dočasná a montážní.....</i>	<i>13</i>
3.4. <i>Kombinace zatížení.....</i>	<i>13</i>
4. Použité podklady, normy, odborná literatura a software.....	14
5. Statické posouzení.....	15
5.1. <i>Zatížení.....</i>	<i>15</i>
5.2. <i>Bilance zatížení.....</i>	<i>19</i>
5.3. <i>Plochá střecha (č. 1 půdorysného schématu).....</i>	<i>20</i>
5.4. <i>Sedlová střecha (č. 2 půdorysného schématu).....</i>	<i>21</i>
5.5. <i>Krov (č. 3 půdorysného schématu).....</i>	<i>21</i>
5.6. <i>Vnitřní síly.....</i>	<i>24</i>
5.7. <i>Posouzení.....</i>	<i>32</i>
Závěr.....	35

Identifikační údaje stavby

Název stavby:	Administrativní budova OŘ Hradec Králové STP a posouzení konstrukce střechy po přetížení technologiemi FVE
Místo:	U Fotochemy 259/8, Hradec Králové,
Zakázkové číslo:	655_22
Investor:	Státní organizace – Správa železnic, U Fotochemy 259, 501 01 Hradec Králové
Zpracovatel posudku:	STATIKON Solutions s.r.o., Štefánikova 229/5, Praha 5
Průzkum a měření provedli:	Ing. Vojtěch Černý, Ing. Zdeněk Paďourek, Ing. Martin Enderla
Vypracovali:	Ing. Vojtěch Černý, Ing. Martin Enderla
Zodpovědný projektant:	Ing. Petr Žalský Ph.D., ČKAIT 0009648

Rozsah stavebně-technického průzkumu a posudku

Předmětem tohoto posudku je stavebně-technický průzkum, zabývající se nosnou vodorovnou konstrukcí střechy hlavní administrativní budovy OŘ v Hradci Králové a následné posouzení konstrukce střechy na přetížení technologiemi FVE. Vzhledem k povaze přetížení se stavebně-technický průzkum zaměřuje zejména na skladbu střešního pláště, konstrukční a materiálové provedení vodorovné nosné konstrukce střechy a svislé nosné konstrukce podpírající střechu.

Použité metody a postupy

Na místě byla provedena vizuální prohlídka všech dotčených konstrukcí včetně zaměření stávajících rozměrů jednotlivých nosných prvků. Ve vybraných místech proběhl stavebně-technický průzkum ve formě lokálních sond do vodorovných nosných konstrukcí střech, případně do přilehlých nosných konstrukcí. Sondy byly provedeny z interiéru, aby nedošlo k porušení střešního pláště.

K orientačnímu zjištění pevnosti betonu v tlaku byly na vybraných místech realizovány pevnostní zkoušky Schmidtovým tvrdoměrem typu 225 firmy ADA, který energií rázu odpovídá tvrdoměru typu N. Zkoušky byly vyhodnoceny dle příslušného kalibračního vztahu udávaného výrobcem a ČSN 731373 Tvrdoměrné metody zkoušení betonu. Při vyhodnocení výsledků byl použit součinitel zahrnující stáří betonu $\alpha_t = 0,9$ (beton starší 360 dní) a vlhkost $\alpha_w = 1,0$ (přirozeně vlhký a vlhký beton).

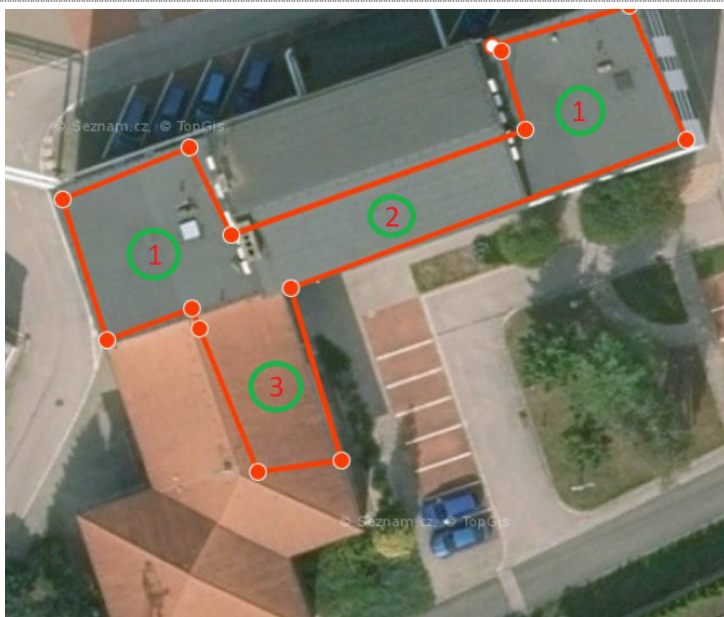
1. Popis objektu na základě archivní dokumentace

Jedná se o částečně podsklepenou zděnou budovu s půdorysným tvarem písmene „L“ složeným ze 2 dílčích částí, které byly vystavěny v rozdílných časových mezích.

Starší část objektu má 4 nadzemní podlaží, je nepodsklepena a má půdorysný tvar obdélníku o rozměrech přibližně 46,5x12,5 m. Konstrukční systém je stěnový podélný z cihel plných pálených. Vodorovné nosné konstrukce jsou tvořeny prefabrikovanými panely, zastřešení objektu je provedeno kombinací ploché střechy jejíž nosnou konstrukcí jsou výše zmíněné prefa panely a sedlové střechy, kde nosnou konstrukci tvoří příhradové, zřejmě předpjaté ŽB vazníky.

Novější část objektu tvoří 1 podzemní a 2 nadzemní podlaží a má půdorysný tvar přibližného obdélníku o rozměrech cca 15x28 m. Konstrukční systém je stěnový kombinovaný z cihel plných pálených a keramických lehčených tvárnic. Tato část objektu je zastřešena valbovým vaznicovým krovem.

Celý objekt je založen na základových pasech z prostého betonu.



Půdorysné schéma: 1 – PZD prefabrikované panely, 2 – předpjaté ŽB vazníky, 3 – vaznicový krov

2. Stavebně-technický průzkum – popis zjištěného stavu

Ke zjištění druhu, skladby a případného vyztužení stropu byly realizovány ověřovací lokální sondy, které jsou vyznačeny v příloženém půdorysu 4.NP. Ověření výztuže v sondách bylo provedeno kombinací elektronického detektoru a následného odsekání krycí vrstvy výztuže.

2.1. Plochá střecha (č. 1 půdorysného schématu)

Vodorovná konstrukce nad 4.NP byla pomocí sondy **V1** zatříděna jakožto prefabrikovaný ŽB dutinový strop z PZD panelů tl. 215 mm a šířky 990 mm s nejdelším rozponem 5,0 m. Do stropních panelů byly zhotoveny drážky pro stanovení stavu a typu výztuže a následně proběhlo zaměření tloušťky samotného panelu včetně navazující skladby střešního pláště. Rozteče výztuže byly stanoveny pomocí elektronického detektoru.

Ve stropních panelech byla zjištěna žebírková výztuž kruhového průřezu o průměru 10 mm. V závislosti na staří objektu byla výztuž konzervativně zatříděna dle ČSN ISO 13 822 jako 10 335 J s návrhovou pevností v tahu i tlaku 300 MPa.

V západní části 4.NP jsou panely uloženy na železobetonový průvlak, u kterého byla sondou **V2** zjištěno smykové vyztužení hladkou ocelí kruhového průřezu dle ČSN ISO 13 822 – 10 216 E s návrhovou pevností 190 MPa. U podélné výztuže proběhlo pouze stanovení roztečí a počtu prutů za pomoci elektronického detektoru.

Vyhodnocení výsledků zkoušek Schmidtovým tvrdoměrem											
Zkušební místo:	HK – Hlavní budova – V1 – PANEL					Datum:		01.02.2023			
Poloha přístroje při zkoušce:	svisle vzhůru ↑					Přístroj:		ADA 225			
Úder číslo:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Odraz "a":	55	53,0	52,0	51,0	53,0	55,0	55,0	57,0	59,0	57,0	
Pevnost [Mpa]	R _{be} =	62	58	56	54	58	62	62	66	70	66
	průměr R _{be} =	61,40									
	meze:	0,8 · R _{be} =		49,12			1,2 · R _{be} =		73,68		
	n. R _{be} =	62	58	56	54	58	62	62	66	70	66
	n. průměr R _{be} =	61,4									
	koeficienty:	Staří betonu:		>360 dní		0,90	Vlhkost:	přirozené vlhký a vlhký beton			1,00
	R _{be} =	55,26									
VYHODNOCENÍ:	C45/55										

Tabulka č.1: Vyhodnocení pevnostní zkoušky V1 – stropní panel

Vyhodnocení výsledků zkoušek Schmidtovým tvrdoměrem											
Zkušební místo:	HK – Hlavní budova – V1 – PANEL					Datum:		01.02.2023			
Poloha přístroje při zkoušce:		svisle vzhůru ↑				Přístroj:		ADA 225			
Úder číslo:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Odraz "a":	57	59,0	57,0	55,0	55,0	58,0	57,0	57,0	56,0	58,0	
Pevnost [Mpa]	R _{be} =	66	70	66	62	62	68	66	66	64	68
	průměr R _{be} =	65,80									
	meze:	0,8 . R _{be} =		52,64			1,2 . R _{be} =		78,96		
	n. R _{be} =	66	70	66	62	62	68	66	66	64	68
	n. průměr R _{be} =	65,8									
	koeficienty	Staří betonu:		>360 dní		0,90	Vlhkost:	přirozené vlhký a vlhký beton			1,00
	R _{be} =	59,22									
VYHODNOCENÍ:		C45/55									

Tabulka č.2: Vyhodnocení pevnostní zkoušky V1 – stropní panel

Vyhodnocení výsledků zkoušek Schmidtovým tvrdoměrem											
Zkušební místo:	HK – Hlavní budova – V2 – PRŮVLAK					Datum:		01.02.2023			
Poloha přístroje při zkoušce:		vodorovná ↔				Přístroj:		ADA 225			
Úder číslo:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Odraz "a":	34	50,0	34,0	35,0	42,0	37,0	33,0	30,0	35,0	34,0	
Pevnost [Mpa]	R _{be} =	30,5	58,86	30,5	32,25	44,572	35,75	28,75	23,5	32,25	30,5
	průměr R _{be} =	34,74									
	meze:	0,8 . R _{be} =		27,79			1,2 . R _{be} =		41,69		
	n R _{be} =	30,5	neplatná	30,5	32,25	neplatná	35,75	28,75	neplatná	32,25	30,5
	n průměr R _{be} =	31,5									
	koeficienty	Staří betonu:		>360 dní		0,90	Vlhkost:	přirozené vlhký a vlhký beton			1,00
	R _{be} =	28,35									
VYHODNOCENÍ:	C20/25										

Tabulka č.3: Vyhodnocení pevnostní zkoušky V2 –průvlak

Průměrná hodnota pevnosti betonu v tlaku u stropních PZD panelů se pohybuje v rozmezí 55-59 MPa – zatřídění jako C45/55, vzhledem ke stáří objektu bylo provedeno porovnání těchto hodnot pomocí zatřídění dle archivních stavebních tabulek, kde byl dohledán odpovídající typ panelu, pro který se udává třída betonu C16/20 (případně i C23/28), takovýto rozdíl naměřených hodnot může být způsoben značnou karbonatací betonu, dále bude tedy uvažováno a počítáno konzervativně s betonem pevnostní třídy C16/20 dle ČSN EN 206-1.

Průměrná hodnota pevnosti betonu v tlaku u ŽB průvlaků dosahuje 28,35 MPa. Na základě nízkého počtu zkoušek i s přihlédnutím k výše zmíněné karbonataci bude beton uvažován pevnostní třídy C20/25 dle ČSN EN 206-1.



Sonda V1 – stropní panel



Sonda V1 – detail podélné výztuže

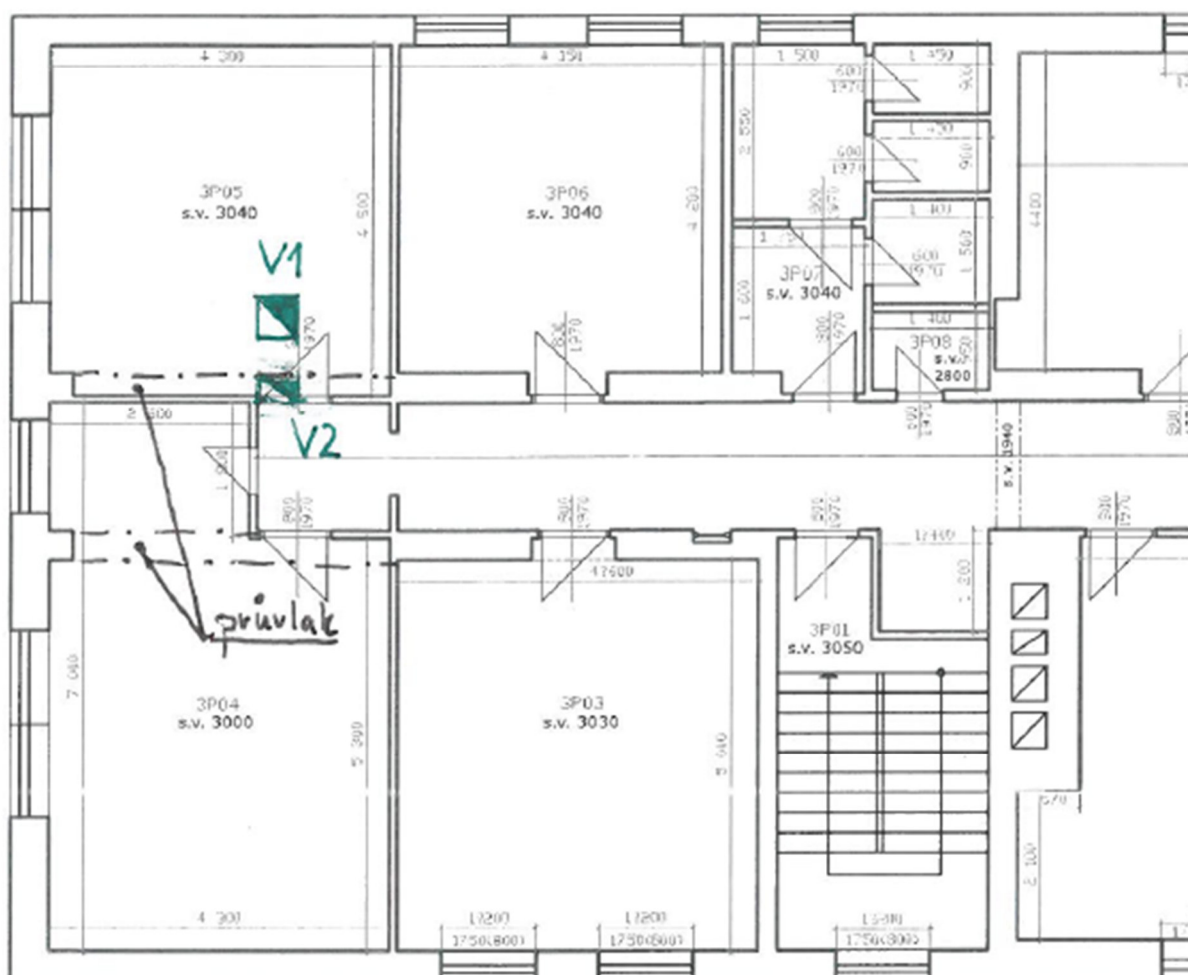


Sonda V2 – průvlak

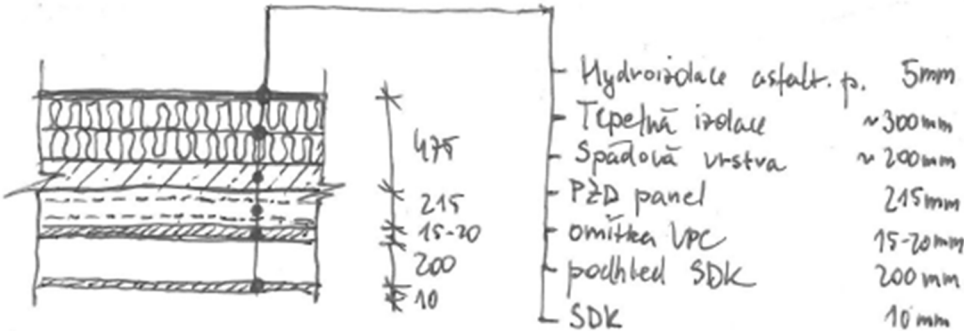


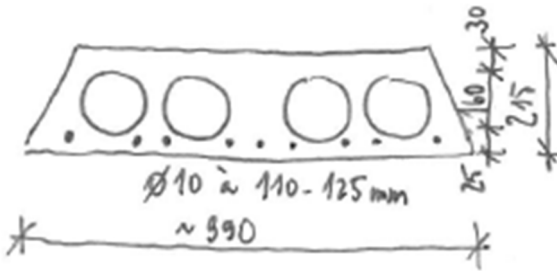
Sonda V2 – detail smykové výztuže

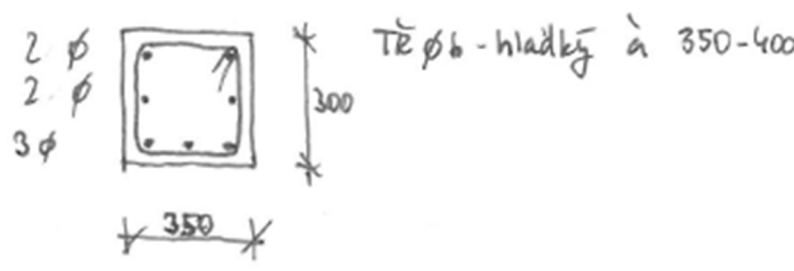
HRADEC KRÁLOVÉ
OŘ ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA
4.nadzemní podlaží



Výsek západní části půdorysu 4.NP s vyznačením sond

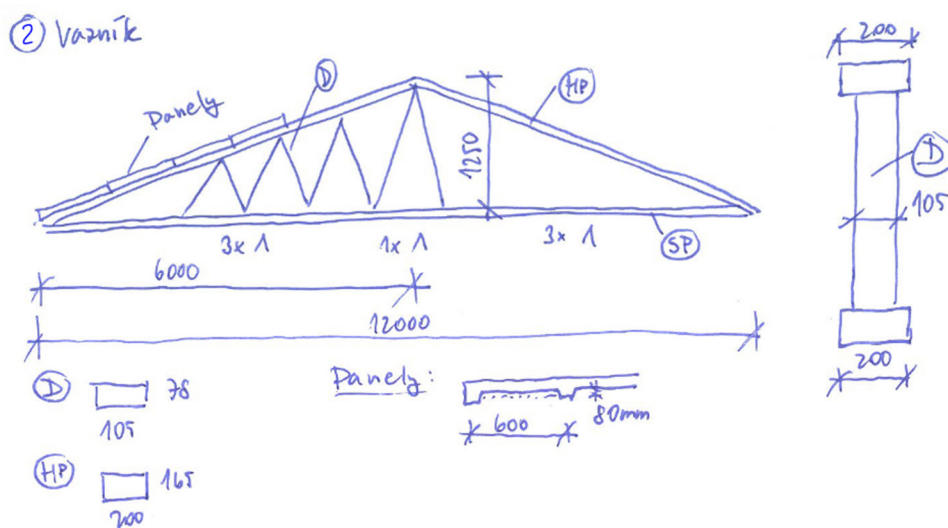
Skladba střešního pláště	
Sonda č.: V1	Umístění sondy: 4.NP
Schéma konstrukce:	
	
Poznámka:	

Stropní panel PZD	
Sonda č.: V1	Umístění sondy: 4.NP
Schéma konstrukce:	
	
Poznámka:	

Průvlak	
Sonda č.: V2	Umístění sondy: 4.NP
Schéma konstrukce:	
	
Poznámka:	

2.2. Sedlová střecha (č. 2 půdorysného schématu)

Nosnou vodorovnou konstrukci střechy v této části objektu tvoří ŽB příhradové vazníky, z vizuální prohlídky nebylo zřejmé, zda se jedná o vazníky předpjaté nebo pouze vyztužené betonářskou výztuží a tento typ konstrukce je velmi citlivý na veškeré zásahy, v důsledku toho docházelo v minulosti k častým kolapsům a haváriím. V případě varianty s předpětím je diagnostika takových prvků velmi komplikovaná vzhledem ke štíhlosti jednotlivých částí (diagonály, horní a dolní pás). V tomto případě doporučujeme kvalifikovanějšího dodavatele stavebně-technického průzkumu.



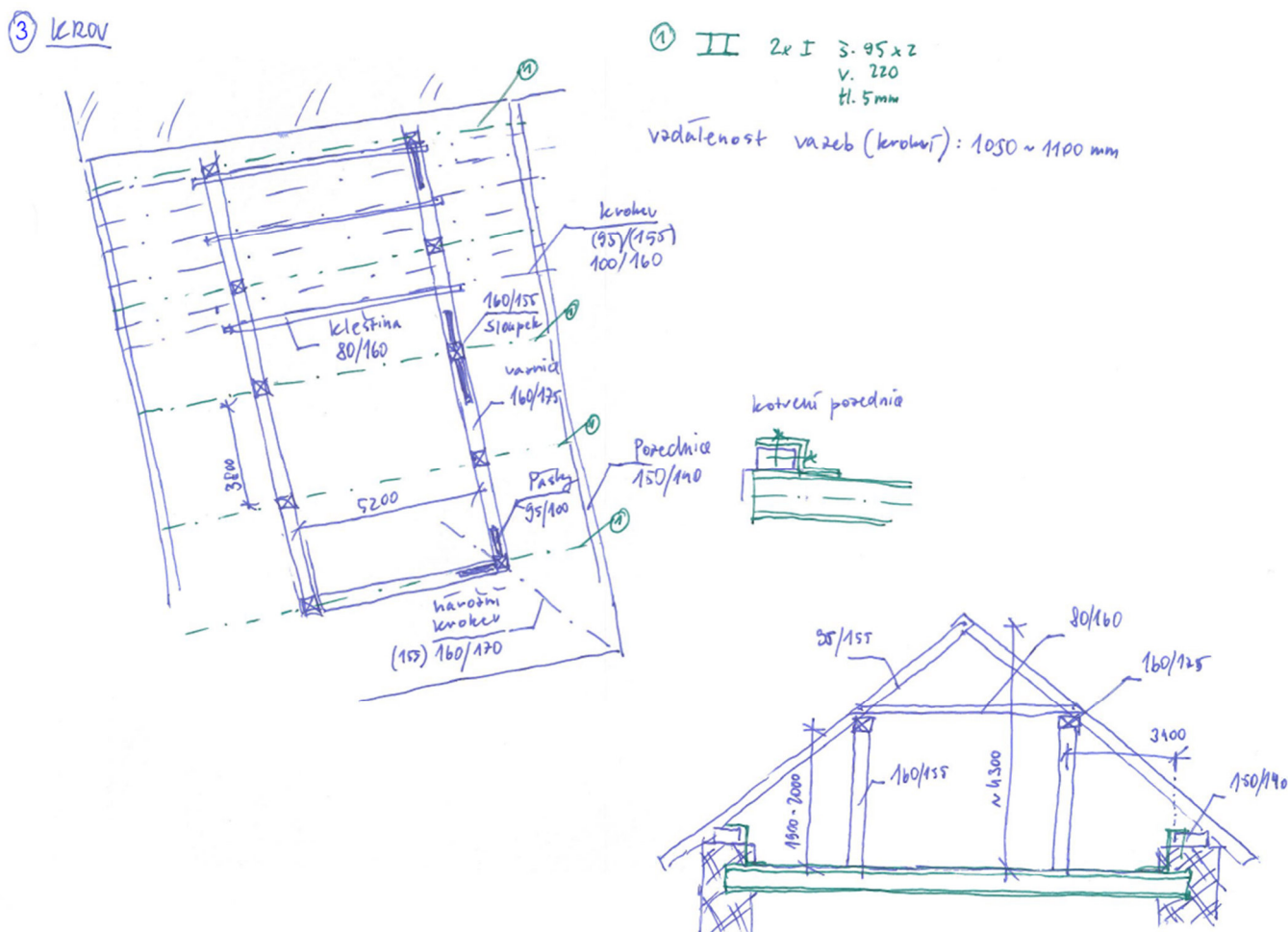
Skica tvaru vazníku

2.3. Krov (č. 3 půdorysného schématu)

Z vizuální prohlídky bylo zjištěno, že stávající krov je v dobrém stavu, bez viditelných poruch a biologické degradace dřeva. Skladba střešního pláště je keramická krytina uložená na laťování + parozábrana. Podhled je svěšený z krokví do úrovně vazných trámů.

Konstrukce dřevěného krovu viz schéma níže (bod 3) půdorysného schématu. Jedná se o vaznicový krov se stojatou stolicí a ocelovým vazným trámem. Vaznice jsou podepřeny sloupky 160/160 mm. Vzdálenost sloupků podélně (ve směru vaznic) 5,2m a příčně v rámci vazby 7,6m. Střecha nemá hřebenovou vaznici. Sloupky jsou dále kotveny pomocí ocelové botky do ocelových vazných trámů ze zdvojeného profilu IPE220, vazné trámy jsou uloženy do kapes v obvodovém zdivu, na kterém leží pozednice 150/140 mm. V hlavě obvodové stěny chybí pozednicový věnec, pozednice je tak kotvena pomocí ocel. pásky k ocel. vazným trámům. Krokve průřezu 100/160 mm jsou pnuty mezi pozednice a vaznice a ve vrcholu spojeny přeplátováním. Ztužení krovu je zajištěno pásky průřezu 100/100 mm a kleštinami průřezu 80/160 mm.

Obvodové stěny, na které je ukládána pozednice, jsou nosné. Dále jsou nosné buď jedna nebo obě chodbové stěny 2NP. Tyto vytváří střední podporu pro vazný trám 2xIPE220.



Skica krovu



Spoj pozednice s ocelovým vazným trámem



Uložení vaznice na sloupek bez zpevňujících pásků



Uložení vaznic na sloupek s pásky



Střešní tašková krytina s laťováním a skladba pláště

3. Zatížení

3.1. Stálá a užitná zatížení

Zatížení je uvažováno podle ČSN EN 1991-1-1 „Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb“ a/nebo podle zadání investora.

Stálé zatížení od systému FVE společně se zatěžovacími bet. dlaždicemi je uvažováno takto:

FVE panel	0,12	kN/m ²
Konstrukce FVE	0,13	kN/m ²
Zatěžovací dlaždice	0,45	kN/m ²

Pozn.: Uvedené hodnoty jsou určeny tak, aby systém FVE odolal případnému větru a zároveň, aby byl splněn MSÚ vodorovné nosné konstrukce střechy. Případné rozdílnosti ve skutečném návrhu systému FVE nutno konzultovat se statikem!

Užitné zatížení je uvažováno charakteristickými hodnotami takto:

Nepochozí střecha	0,75	kN/m ² – kategorie H
-------------------	------	---------------------------------

Součinitel zatížení pro stálá zatížení je uvažován hodnotou $\gamma_g=1,35$, pro užitná zatížení $\gamma_q=1,5$.

3.2. Klimatická zatížení

Zatížení sněhem

Staveniště se nachází podle klasifikace ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem v I. sněhové oblasti, pro kterou platí charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi $s_k=0,7\text{ kN/m}^2$.

Součinitel zatížení pro zatížení sněhem je $\gamma_q=1,5$.

Zatížení větrem

Zatížení větrem je uvažováno podle ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem. Podle znění této normy se staveniště nachází ve II. větrové oblasti, ve které se uvažuje výchozí základní rychlost větru $v_{b,0}=25\text{ m/s}$. Terén je ve výpočtu zatížení větrem uvažována III. kategorií.

Součinitel zatížení pro zatížení větrem je $\gamma_q=1,5$.

3.3. Zatížení přírodní seismicitou, dynamická zatížení, zatížení dočasná a montážní

Podle mapy seismických oblastí ČR uvedené v normě ČSN EN 1998-1, se území řadí do oblasti s referenčním zrychlením základové půdy $a_g = 0,00 - 0,02\text{ g}$. Pro tuto oblast a typ stavby není nutné při návrhu nosné konstrukce zatížení přírodní seismicitou uvažovat.

V objektu nebude instalováno žádné nestandardní technologické zatížení, které by vyvozovalo dynamické účinky na nosné konstrukce. S dynamickým zatížením proto není ve výpočtu uvažováno.

Montážní zatížení během provádění stavby je uvažováno podle ČSN EN 1991-1-6 Zatížení konstrukcí – Část 1-6: Obecná zatížení – Zatížení během provádění. Součinitel zatížení γ_f a kombinační součinitel ψ pro zatížení během provádění se uvažuje dle normy ČSN EN 1990, přílohy A1.

3.4. Kombinace zatížení

Základní kombinace zatížení jsou uvažovány v souladu s ČSN EN 1990 včetně zavedení redukčních součinitelů dle základní normy a Národního aplikačního dokumentu (NAD).

Nepříznivá kombinace (větší z hodnot):

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

$$\text{Výraz (6.10b): } 1,35 \cdot 0,85 G_{k,j,\text{sup}} + 1,5 Q_{k,1} + 1,5 \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Příznivá kombinace:

Výraz (6.10a): $1,0 G_{k,j,inf}$

Výraz (6.10b): $1,0 G_{k,j,inf} + 1,5 Q_{k,1}$

Kombinace posouzení celkové stability:

Výraz (6.10): $\gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup} + \gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

Kombinace zatížení mimořádné návrhové (větší z hodnot):

Výraz (6.11a): $G_{k,j} + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i}$

Výraz (6.11b): $G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i}$

4. Použité podklady, normy, odborná literatura a software

Podklady

- [1] Schematické stavební půdorysy od FVE
- [2] Zaměření konstrukce na místě + fotodokumentace
- [3] Archivní dokumentace Správa železnic – zaměření stávajícího stavu

Normy a technické předpisy

- [4] ČSN 73 2011 Nedestruktivní zkoušení betonových konstrukcí
- [5] ČSN 73 1373 Nedestruktivní zkoušení betonu – Tvrdoměrné metody zkoušení betonu
- [6] ČSN 73 0038 Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí
- [7] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [8] ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení stavebních konstrukcí
- [9] ČSN EN 1992 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí
- [10] ČSN EN 1993 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí
- [11] ČSN EN 1997 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí
- [12] ČSN EN 13670 Provádění betonových konstrukcí
- [13] ČSN EN 206 Beton: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda

Odborná literatura

J.Studnička, F.Wald, Ocelové konstrukce – Ocelářské tabulky, ČVUT 1996 (2. přepracované vydání)
M. Rochla, Stavební tabulky

Software

MS Office 2018 (Word, Excel), SCIA Engineer 2022 (výpočetní program MKP), FIN EC (Beton, Betonový výsek, Ocel, Zatížení)

Nástroje, pomůcky

- Schmidtův tvrdoměr typu N, ADA 225
- Elektronický detektor kovů, kabelů a dutin/dřeva + laserový měřič, PARKSIDE
- Posuvné digitální měřítko „šuplera“
- Kombinované sbíjecí kladivo, vrtačka,
- Teleskopický žebřík
- Endoskopická kamera
- Reflektor
- Prodlužovací navíjecí kabel 25 m
- Ochranné pomůcky: brýle, rukavice, obuv s pevnou podrážkou
- Nástroje: palice, majzlík, zednická lžice, špachtle, kýbl
- Materiál: Cement určený k sanaci betonových konstrukcí, Stavební sádra

5. Statické posouzení

5.1. Zatížení

Zatížení (dle ČSN EN 1990)			
Zatížení sněhem - JZ střecha - krov			
PROMĚNNÉ			
prvek - krov		Lokalita:	Hradec Králové
		sněhová oblast:	1
zatížení sněhem na zemi:		$s_k =$	0,56
souč. expozice (větrné poměry):		$C_e =$	1,00
souč. tepla (odtávání sněhu prostupem):		$C_t =$	1,00
sklon střechy:		$\alpha =$	31,0°
souč. tvaru střechy:		$\mu_1 =$	0,77
		$s_1 = s_k C_e C_t / \mu_1 =$	0,43
	$\gamma_f = 1,50$	$s_{d,a} = \gamma_f \cdot s_1 =$	0,65
	$\psi = 0,50$	$s_{d,b} = \psi \cdot \gamma_f \cdot s_1 =$	0,32

Zatížení sněhem - Plochá střecha			
PROMĚNNÉ			
prvek - plochá střecha		Lokalita:	Hradec Králové
		sněhová oblast:	1
zatížení sněhem na zemi:		$s_k =$	0,70
souč. expozice (větrné poměry):		$C_e =$	1,00
souč. tepla (odtávání sněhu prostupem):		$C_t =$	1,00
sklon střechy:		$\alpha =$	5,0°
souč. tvaru střechy:		$\mu_1 =$	0,80
		$s_1 = s_k C_e C_t / \mu_1 =$	0,56
	$\gamma_f = 1,50$	$s_{d,a} = \gamma_f \cdot s_1 =$	0,84
	$\psi = 0,50$	$s_{d,b} = \psi \cdot \gamma_f \cdot s_1 =$	0,42

Zatížení sněhem - sedlová střecha (vazníky)			
PROMĚNNÉ			
prvek - sedlová střecha		Lokalita:	Hradec Králové
		sněhová oblast:	1
zatížení sněhem na zemi:		$s_k =$	0,70
souč. expozice (větrné poměry):		$C_e =$	1,00
souč. tepla (odtávání sněhu prostupem):		$C_t =$	1,00
sklon střechy:		$\alpha =$	15,0°
souč. tvaru střechy:		$\mu_1 =$	0,80
		$s_1 = s_k C_e C_t / \mu_1 =$	0,56
	$\gamma_f = 1,50$	$s_{d,a} = \gamma_f \cdot s_1 =$	0,84
	$\psi = 0,50$	$s_{d,b} = \psi \cdot \gamma_f \cdot s_1 =$	0,42

Zatížení větrem			
		větrová oblast:	II
char. hodnota 10ti minutové stř. rychlosti větru		$v_{b,0}$ [m/s] =	25.0
návrhová trvanlivost		[roky] =	50
souč. pravděpodobnosti s ohledem na dobu návrhu		C_{prob} =	1.00
směrový součinitel		C_{dir} =	1.0
součinitel ročního období		C_{season} =	1.0
základní rychlost větru		$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot C_{prob} \cdot v_{b,0}$ =	25.0
kategorie terénu			3
		z [m] =	9.5
		z_0 [m] =	0.300
		z_{min} [m] =	5.0
drsnost terénu		k_r =	0.22
součinitel drsnosti terénu		$c_r(z)$ =	0.74
součinitel orografie - tvaru terénu		$c_0(z)$ =	1.0
střední rychlost větru ve výšce z nad zemí		$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b$ [m/s] =	18.6
intenzita turbulencí, $k_t=1,0$		$I_v(z) = k_r \cdot v_b \cdot k_t / v_m(z)$ =	0.29
základní hodnota tlaku větru, $\rho_v = 1,25 \text{ kg/m}^3$		$q_b = 0,5 \cdot \rho_v \cdot v_b^2$ [Pa] =	390.6
součinitel expozice		$c_e(z) = q_p(z) / q_b$ =	1.68
nejvyšší hodnota tlaku větru		$q_p(z)$ [Pa] =	654.7
součinitel vnějšího tlaku - sání		$C_{pe,10,sání}$ =	-0.70
součinitel vnějšího tlaku - tlak		$C_{pe,10,tlak}$ =	0.2
zatížení větrem - sání: $w_e = q_p(z) \cdot C_{pe,10,sání}$ [kN/m ²] =		char. hodnota [kN/m ²] =	-0.46
$\gamma_f = 1.50$		$w_{e,a} = \gamma_f \cdot w_e =$	-0.69
$\psi = 0.60$		$w_{e,b} = \psi \cdot \gamma_f \cdot w_e =$	-0.41
zatížení větrem - tlak: $w_e = q_p(z) \cdot C_{pe,10,tlak}$ [kN/m ²] =		char. hodnota [kN/m ²] =	0.13
$\gamma_f = 1.50$		$w_{e,a} = \gamma_f \cdot w_e =$	0.20
$\psi = 0.60$		$w_{e,b} = \psi \cdot \gamma_f \cdot w_e =$	0.12

Skladba - JZ střecha - krov			
STÁLÉ	Ekv. tl. [mm]	Objemová tíha [kN/m ³]	Char. zatížení - f_k [kN/m ²]
PŘÍTIŽENÍ SYSTÉMEM FVE			0,15
Betonová střešní krytina			0,50
parozábrana			0,00
Krokve	16	7	0,11
Podhled skelná vata	—	—	0,12
CELKEM:			0,88
Přepočít na m ² půdorysné plochy $f_k / \cos \alpha$:	sklon $\alpha =$	5,0°	0,89
$\gamma_f = 1,35$		$\gamma_f \cdot f_k =$	1,20
$\xi = 0,85$		$\xi \cdot \gamma_f \cdot f_k =$	1,02
PROMĚNNÉ			
užitné - nepochozí střechy (kategorie H)			0,75
$\gamma_f = 1,50$		$q_{d,a} = \gamma_f \cdot f_k =$	1,13
$\psi = 0,00$		$q_{d,b} = \psi \cdot \gamma_f \cdot f_k =$	0,00
Vlastní tíha skladeb (bez stropní konstrukce):			0,77 kN/m ²

Skladba - plochá střecha			
STÁLÉ	Ekv. tl.	Objemová tíha	Char. zatížení - f_k
	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
PŘÍTIŽENÍ SYSTÉMEM FVE			0,70
Hydroizolace			0,05
Tepelná izolace tl. 300 mm	300	0,4	0,12
Spád. Vrstva z betonu	200	20	4,00
parozábrana			0,00
ŽB prefa strop (PZD Panel)	215	14	3,01
SDK podhled			0,30
CELKEM:			8,18
Přepočet na m ² půdorysné plochy $f_k/\cos\alpha$:	sklon $\alpha =$	5,0°	8,21
$\gamma_f =$	1,35	$\gamma_f \cdot f_k =$	11,09
$\xi =$	0,85	$\xi \cdot \gamma_f \cdot f_k =$	9,42
PROMĚNNÉ			
užitné - nepochozí střechy (kategorie H)			0,75
$\gamma_f =$	1,50	$q_{d,a} = \gamma_f \cdot f_k =$	1,13
$\psi =$	0,00	$q_{d,b} = \psi \cdot \gamma_f \cdot f_k =$	0,00
Vlastní tíha skladeb (bez stropní konstrukce):			5,17 kN/m ²

Skladba - vazníky			
STÁLÉ	Ekv. tl.	Objemová tíha	Char. zatížení - f_k
	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
PŘÍTIŽENÍ SYSTÉMEM FVE			0,70
Hydroizolace			0,50
tepelná izolace tl. 100 mm	100	0,4	0,04
prefa střešní panely			1,70
žb předpjaté vazníky			2,50
SDK podhled			0,50
CELKEM:			5,94
Přepočet na m ² půdorysné plochy $f_k/\cos\alpha$:	sklon $\alpha =$	5,0°	5,96
$\gamma_f =$	1,35	$\gamma_f \cdot f_k =$	8,05
$\xi =$	0,85	$\xi \cdot \gamma_f \cdot f_k =$	6,84
PROMĚNNÉ			
užitné - nepochozí střechy (kategorie H)			0,75
$\gamma_f =$	1,50	$q_{d,a} = \gamma_f \cdot f_k =$	1,13
$\psi =$	0,00	$q_{d,b} = \psi \cdot \gamma_f \cdot f_k =$	0,00
Vlastní tíha skladeb (bez stropní konstrukce):			3,44 kN/m ²

Přítížení FVE pomocí betonových dlaždic			
FVE panel	m=	12	kg/m ²
Konstrukce FVE	m=	13	kg/m ²
Přítěžovací dlaždice	m=	45	kg/m ²
	Celkem:	0,7	kN/m ²
Vítr	$w_e =$	0,6	kN/m ²
sklon panelu:	$\alpha =$	25	°
Vítr přepočítán do svislého směru:	$f_w \cdot \cos(\alpha) =$	0,53	kN/m ²

Zatížení (dle ČSN EN 1991-1-3)

Zatížení sněhem: (návěj za překážkou dle ČSN EN 1991-1-3)

základní souč. tvaru střechy:	$\mu_1 =$	0,80
objemová tíha sněhu:	$\gamma =$	2,00
výška překážky	$h_{pr} =$	0,50
zvýšený souč. za překážkou:	$\mu_2 = 0,8 < \gamma \cdot h/s_k < 2,0 =$	1,43
délka návěje:	$l_s = 5,0 < 2h < 15,0 =$	5,00
pokles souč. za překážkou směrem k další překážce:	$\mu_3 = \mu_2 - (\mu_2 - \mu_1) \cdot \frac{s_2}{l_s} > \mu_1 =$	1,27

Průměrný tvarový součinitel zatížení sněhem v situaci s návějí:

$\mu_{prům} = (C_t/\mu_1 \cdot \frac{s_1}{s_1} + (\mu_2 + \mu_3) \cdot \frac{s_2}{2}) / (s_1 + s_2) =$	1,14
--	------

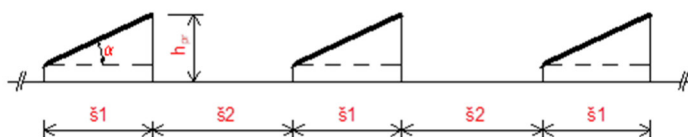
šířka pásu panelů:	$\frac{s_1}{s_2} =$	0,80 m
šířka uliček:	$\frac{s_2}{s_1} =$	1,25 m

Zatížení sněhem – panely FVE – návěje

PROMĚNNÉ

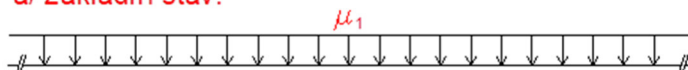
prvek - FVE panel		Lokalita:	Hradec Králové
		sněhová oblast:	1
zatížení sněhem na zemi:		$s_k =$	0,70
souč. expozice (větrné poměry):		$C_e =$	1,00
souč. tepla (odtávání sněhu prostupem):		$C_t =$	1,00
sklon panelu:		$\alpha =$	25,0°
průměrný souč. tvaru střechy v situaci s návějemi:		$\mu_1 =$	1,14
		$s_1 = s_k C_e C_t \mu_1 =$	0,79
$\gamma_f =$	1,50	$s_{d,a} = \gamma_f \cdot s_1 =$	1,19
$\psi =$	0,50	$s_{d,b} = \psi \cdot \gamma_f \cdot s_1 =$	0,60

Schéma FVE konstrukce:

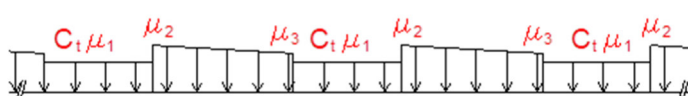


Tvarové součinitele zatížení sněhem:

a/ základní stav:



b/ se závějí:



5.2. Bilance zatížení

Bilance zatížení ploché střechy						
PŮVODNÍ STAV		stálé	proměnné		zatížení celkem [kN/m2]	
podlaží	vl. tíha + skladba	užitné	sníh	vítr	charak.	návrh.
sníh		-	0,56	-	0,56	0,84
skladba+nosná kce	7,48	0,75	-	-	8,23	11,22
Plošné zatížení					8,79	12,06
NOVÝ STAV		stálé	proměnné		zatížení celkem [kN/m2]	
podlaží	vl. tíha + skladba	užitné	sníh	vítr	charak.	návrh.
FVE + sníh	0,70	-	0,79	-	1,49	2,14
skladba+nosná kce	7,48	0,75	-	-	8,23	11,22
Plošné zatížení					9,72	13,36
					BILANCE	
					1,11	1,11
Procento přetížení [%]=					11	11

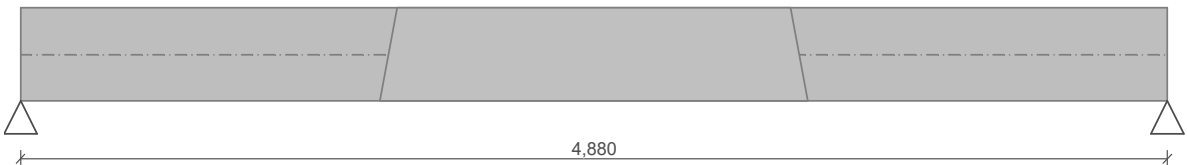
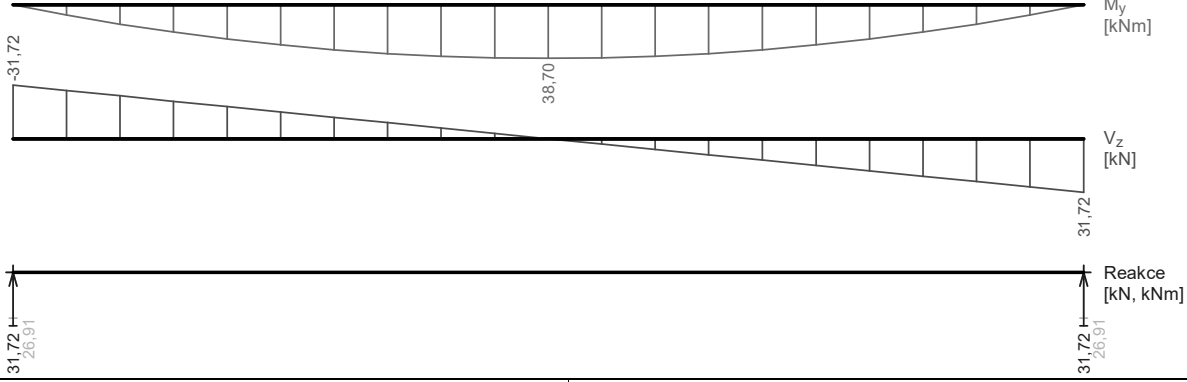
Bilance zatížení vazníky						
PŮVODNÍ STAV		stálé	proměnné		zatížení celkem [kN/m2]	
podlaží	vl. tíha + skladba	užitné	sníh	vítr	charak.	návrh.
sníh		-	0,56	-	0,56	0,84
skladba+nosná kce	5,24	0,75	-	-	5,99	8,20
Plošné zatížení					6,55	9,04
NOVÝ STAV		stálé	proměnné		zatížení celkem [kN/m2]	
podlaží	vl. tíha + skladba	užitné	sníh	vítr	charak.	návrh.
FVE + sníh	0,70	-	0,79	-	1,49	2,14
skladba+nosná kce	5,24	0,75	-	-	5,99	8,20
Plošné zatížení					7,48	10,34
					BILANCE	
					1,14	1,14
Procento přetížení [%]=					14	14

Bilance zatížení JZ střechy (krov)						
PŮVODNÍ STAV		stálé	proměnné		zatížení celkem [kN/m2]	
podlaží	vl. tíha + skladba	užitné	sníh	vítr	charak.	návrh.
sníh		-	0,43	-	0,43	0,6496
krov ()	0,73	0,75	-	-	1,48	2,11
Plošné zatížení					1,92	2,76
NOVÝ STAV		stálé	proměnné		zatížení celkem [kN/m2]	
podlaží	vl. tíha + skladba	užitné	sníh	vítr	charak.	návrh.
FVE + sníh	0,15	-	0,43	-	0,58	0,8521
krov ()	0,73	0,75	-	-	1,48	2,11
Plošné zatížení					2,07	2,97
					BILANCE	
					1,08	1,07
Procento přetížení [%]=					8	7

5.3. Plochá střecha (č. 1 půdorysného schématu)

Obecné předpoklady statického výpočtu

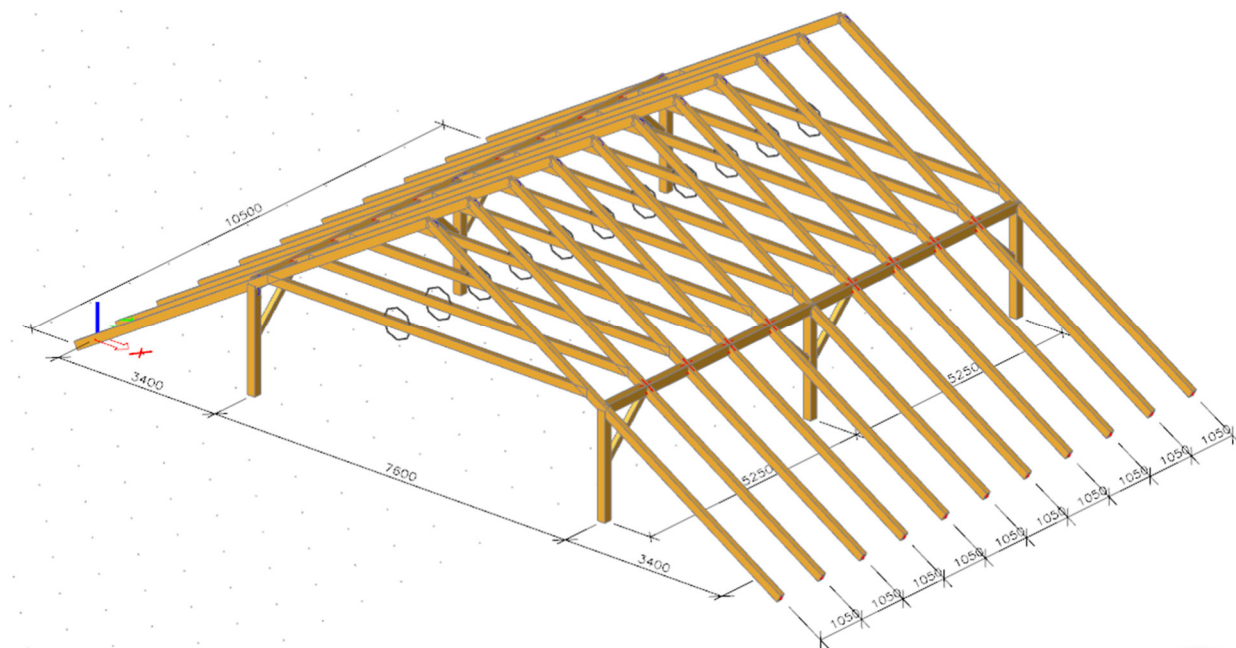
- Vodorovná nosná konstrukce střechy z prefabrikovaných dutinových PZD panelů je posouzena konzervativně v závislosti na poznátcích ze stavebně technického průzkumu.
- V západní části objektu jsou panely uloženy na podélné průvlaky, tyto průvlaky nebyly detailně prozkoumány a jsou posouzeny pouze formou bilance zatížení, kde přitížení činí přibližně 11 %, předpokládá se, že pokud dutinové panely vyhoví, vyhoví tak i tento průvlak.
- Ve východní části objektu je konstrukční systém totožný, proto posouzení včetně sond proběhlo pouze v části západní a závěr je platný pro obě tyto části.
- Fotovoltaické panely jsou navrženy s plošným přitížením betonovými dlaždicemi. V rozboru zatížení je uvažováno s tíhou fotovoltaiky včetně dlaždic – 70 kg/m² (viz rozbor zatížení v kapitole 3.1). Případní kotvení fotovoltaických panelů k nosné konstrukci objektu viz dokumentace dodavatele.

HK hlavní pzd	
	
<p>Beton: C 16/20 XC1 $f_{ck} = 16,0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 1,9 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 29000 \text{ MPa}$ Ocel podélná: 10335 J (uživ.) ($f_{yk} = 325,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$) Ocel příčná: 10 216 E (uživ.) ($f_{yk} = 190,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$) Pevnost oceli neodpovídá rozsahu 400-600MPa určenému normou, další výpočet odpovídá postupům EC2 S tlačnou výztuží není počítáno.</p>	
<p>Zatížení $f_{g,1} = 5,170 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,35$ $f_{q,2} = 0,750 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,5$ $f_{s,3} = 0,790 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,5$ $f_{g,4} = 3,000 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,35$</p>	
<p>Podélná výztuž Horní výztuž Dolní výztuž $\phi 10/110,0 - 4880 (0,0;4,88) -kr.10,0$</p>	<p>Smyková výztuž Průřez bez smykové výztuže.</p>
	
<p>Posouzení mezního stavu únosnosti Ohyb dílce Kritický řez v bodě $x = 2,440 \text{ m}$ $M_{Ed} = 38,70 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = 38,92 \text{ kNm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$ Smyk dílce Kritický řez v bodě $x = 0,000 \text{ m}$ $V_{Ed} = 31,72 \text{ kN} \leq V_{Rd} = 80,48 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$</p>	<p>Posouzení mezního stavu použitelnosti Šírka trhlín $w_k = 0,159 \text{ mm} \leq w_{max} = 0,400 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$ Průhyb dílce $w_{kv} = 20,5 \text{ mm} \leq w_{kv,lim} = 20,8 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$</p>
VYHOVUJE	

5.4. Sedlová střecha (č. 2 půdorysného schématu)

5.5. Krov (č. 3 půdorysného schématu)

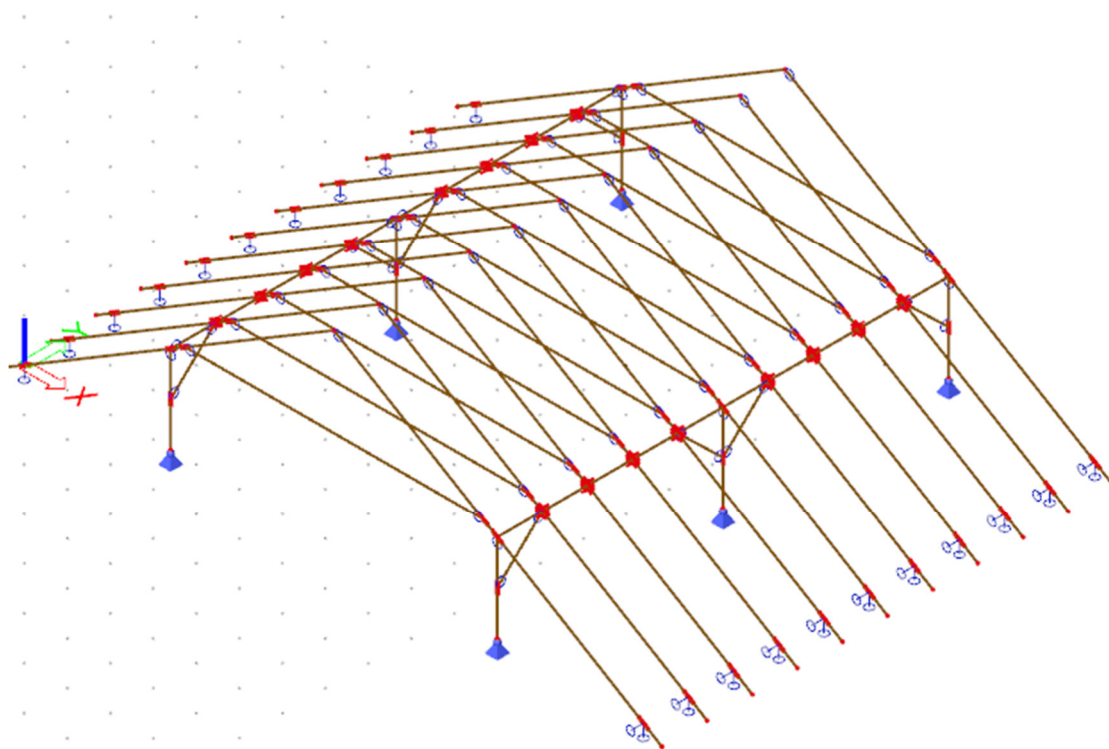
Model krovu



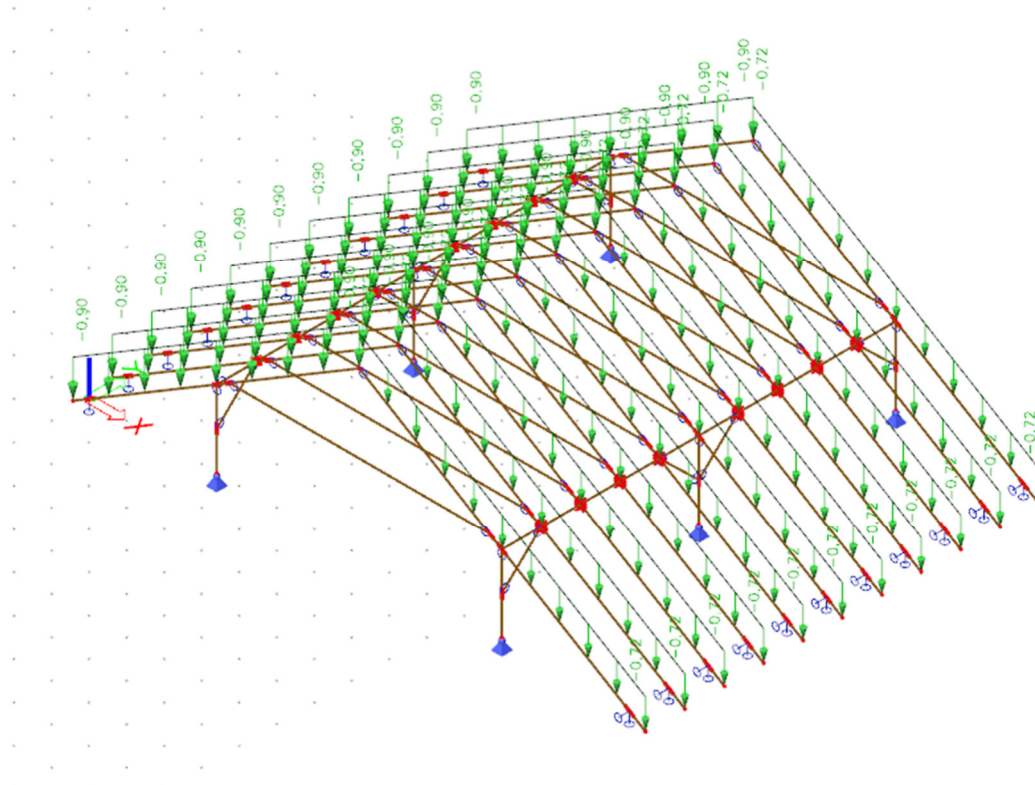
Obecné předpoklady statického výpočtu

- Konstrukce krovu je posuzována s dřevěnými pásky 100x100mm v každé vazbě. To neodpovídá stávajícímu stavu, kdy jsou pásky u sloupků umístěny střídavě. Jelikož stávající stav je z hlediska normy nevyhovující na průhyb, **je nutné uvažovat s doplněním chybějících pásků ke sloupkům** jako s nutným předpokladem výpočtu.
- Fotovoltaické panely jsou navrženy bez plošného přitížení jako kotvené ke střeše. V rozboru zatížení je uvažováno pouze s vlastní tíhou fotovoltaiky – 15 kg/m². Fotovoltaické panely je nutné kotvit ke stávající konstrukci krovu v místě střešních krokví. Detail kotvení skrz střešní plášť je nutné řešit ve stavební části dokumentace.

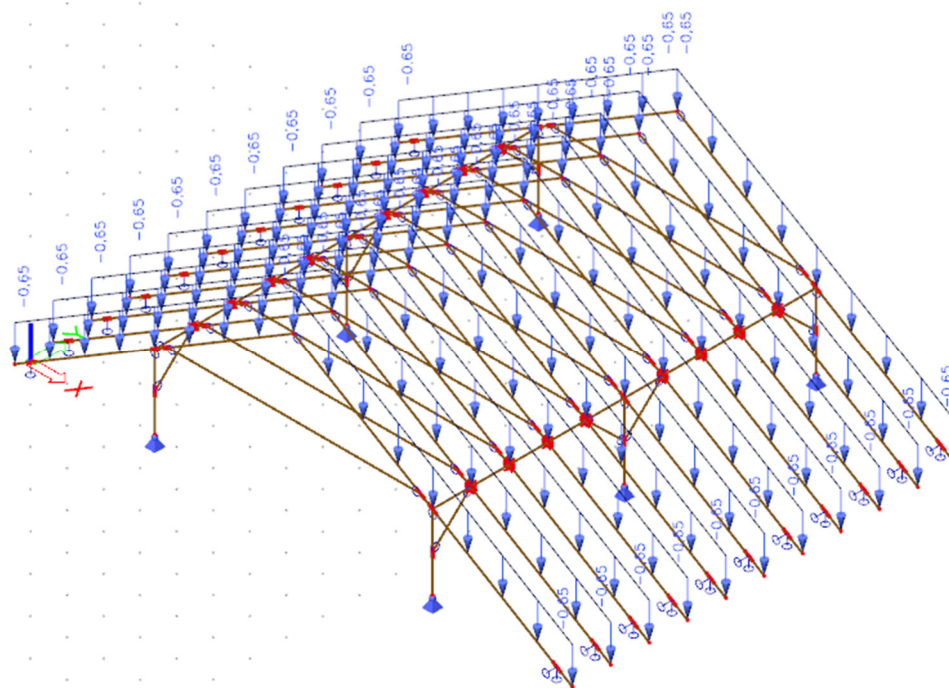
ZS1-vlastní tíha



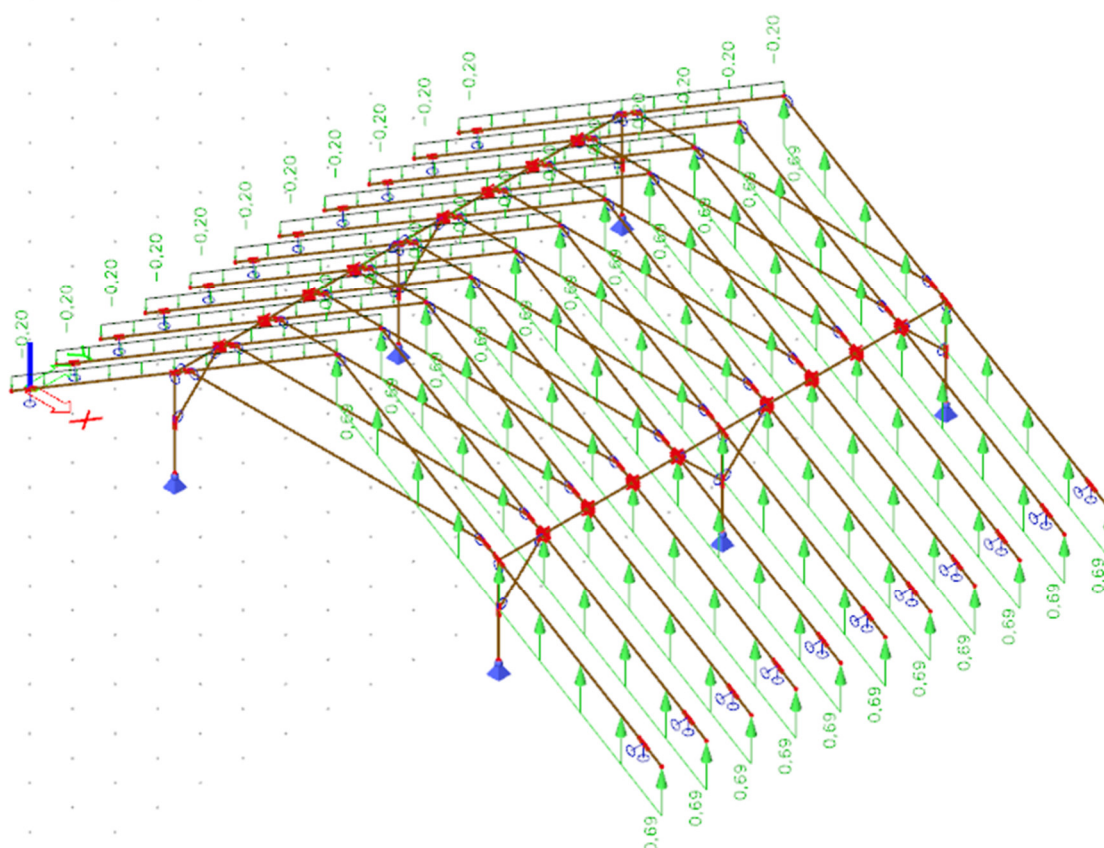
ZS2-stálé zatížení



ZS3-zatížení sněhem



ZS4-zatížení větrem



5.6. Vnitřní síly

Vnitřní síly sloupů

1D vnitřní síly

Hodnoty: **N**

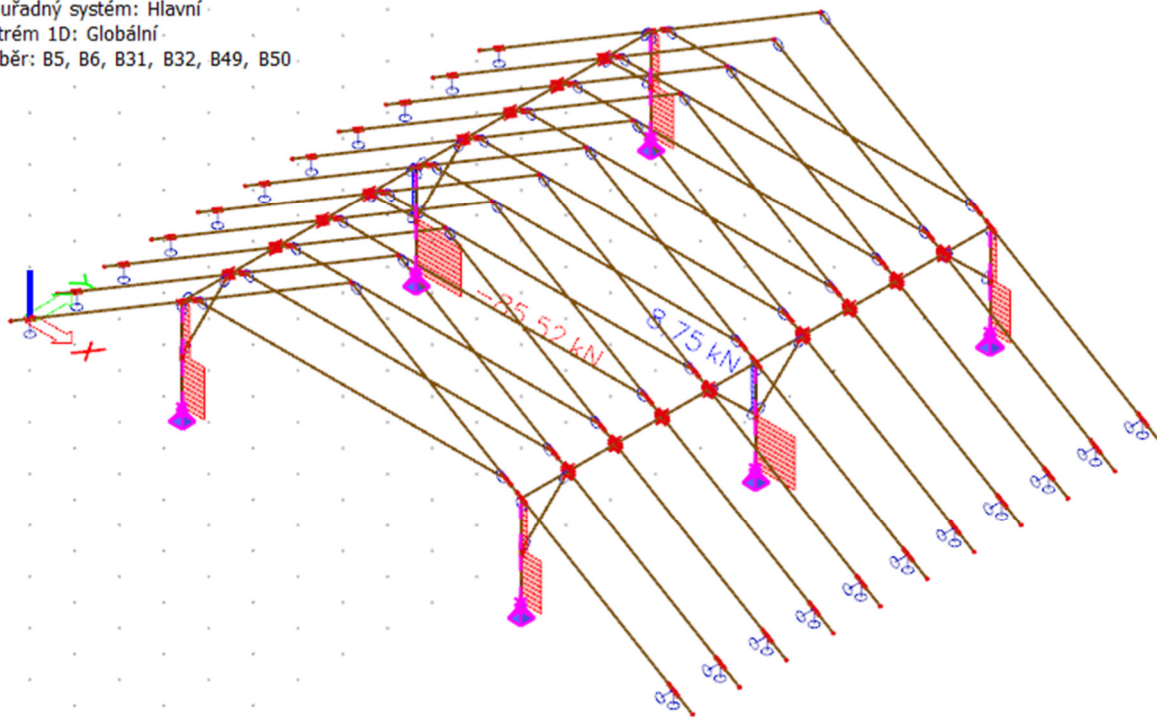
Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: B5, B6, B31, B32, B49, B50



1D vnitřní síly

Hodnoty: **N**

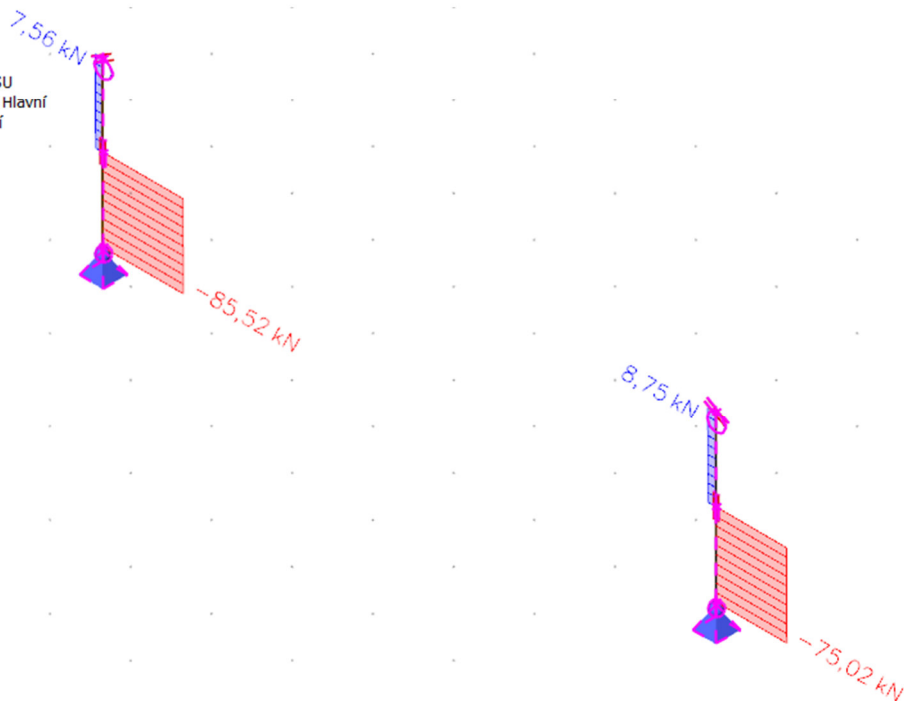
Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B31, B32



Vnitřní síly krokve

1D vnitřní síly

Hodnoty: Vz

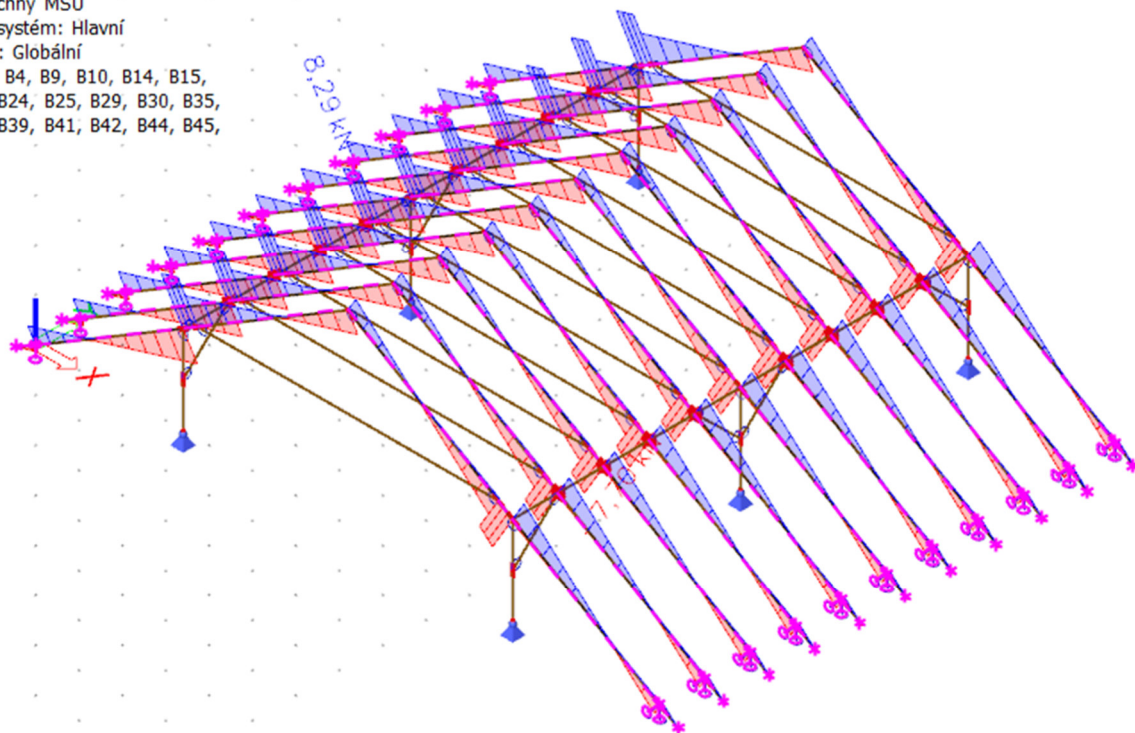
Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: B3, B4, B9, B10, B14, B15,
B19, B20, B24, B25, B29, B30, B35,
B36, B38, B39, B41, B42, B44, B45,
B47, B48



1D vnitřní síly

Hodnoty: Vz

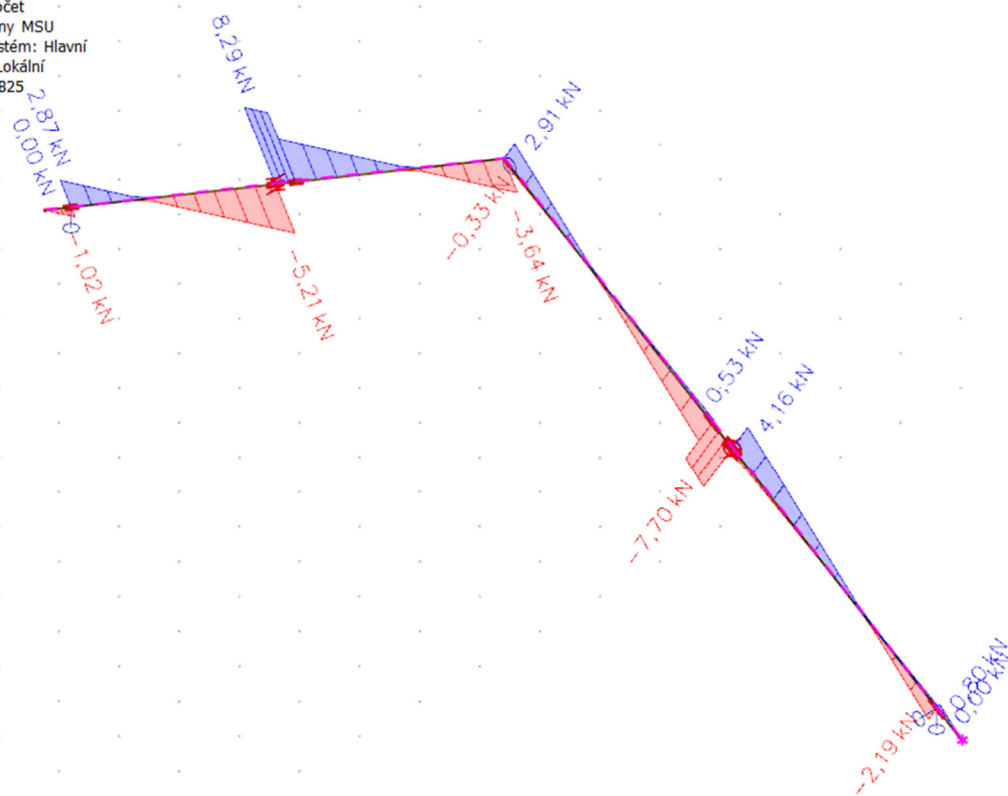
Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B24, B25



1D vnitřní síly

Hodnoty: M_y

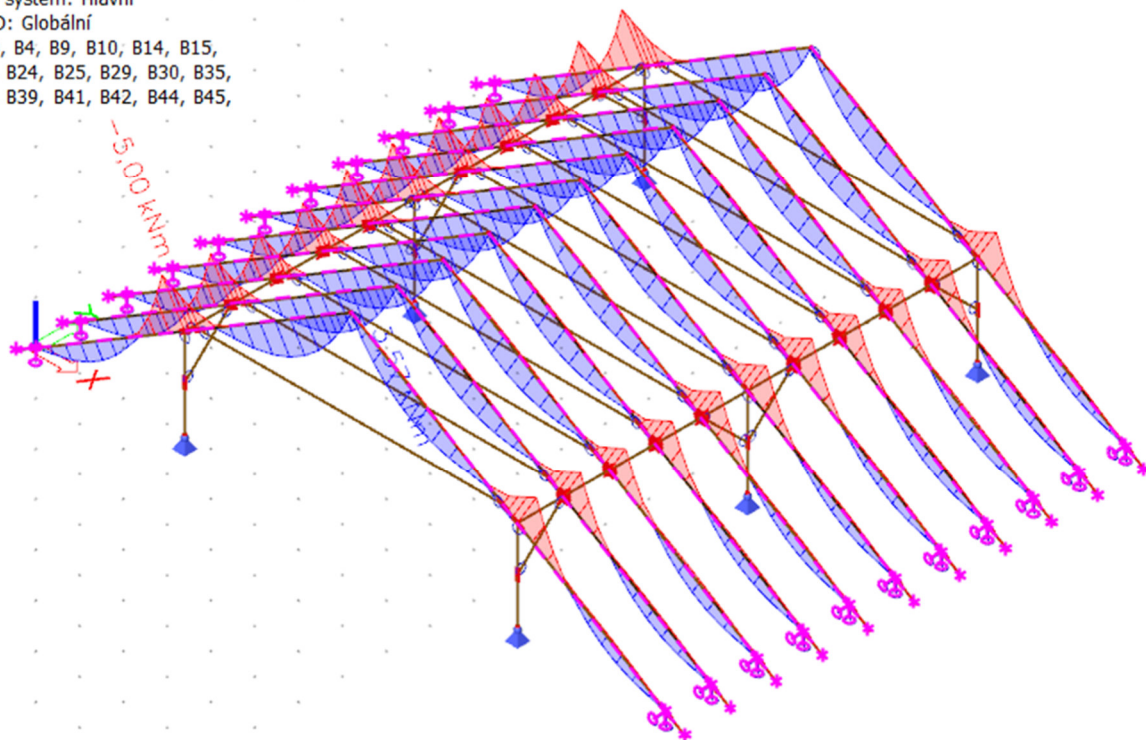
Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: B3, B4, B9, B10, B14, B15,
B19, B20, B24, B25, B29, B30, B35,
B36, B38, B39, B41, B42, B44, B45,
B47, B48



1D vnitřní síly

Hodnoty: M_y

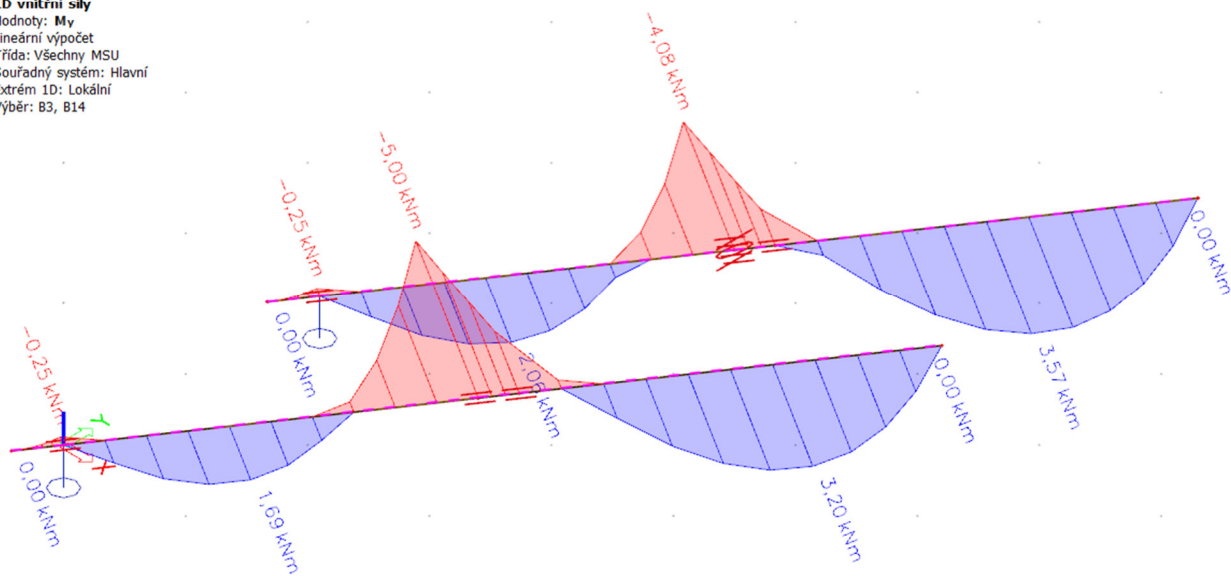
Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B3, B14



Vnitřní síly vaznice

1D vnitřní síly

Hodnoty: **N**

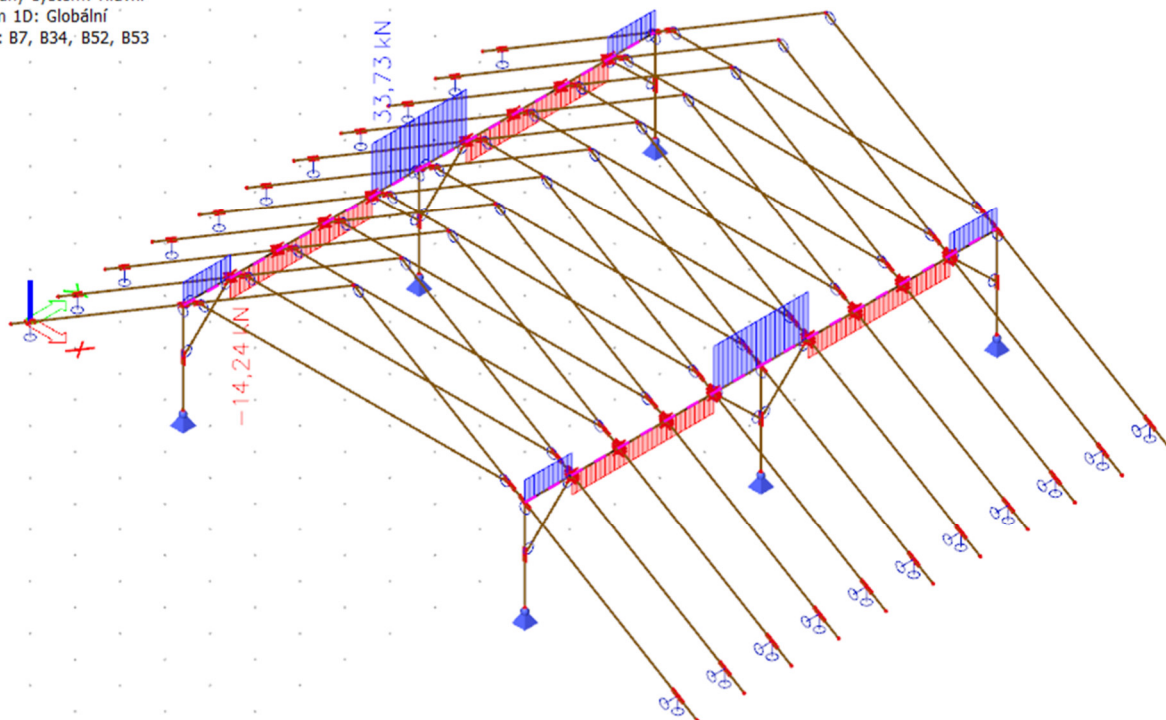
Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: B7, B34, B52, B53



1D vnitřní síly

Hodnoty: **N**

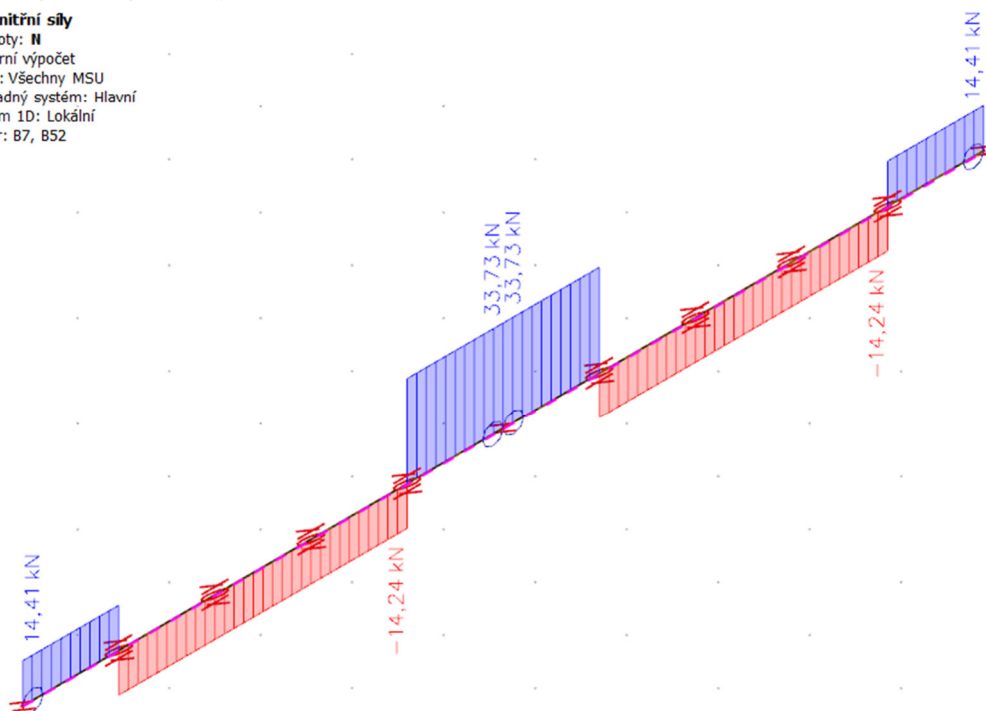
Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Souřadný systém: Hlavní

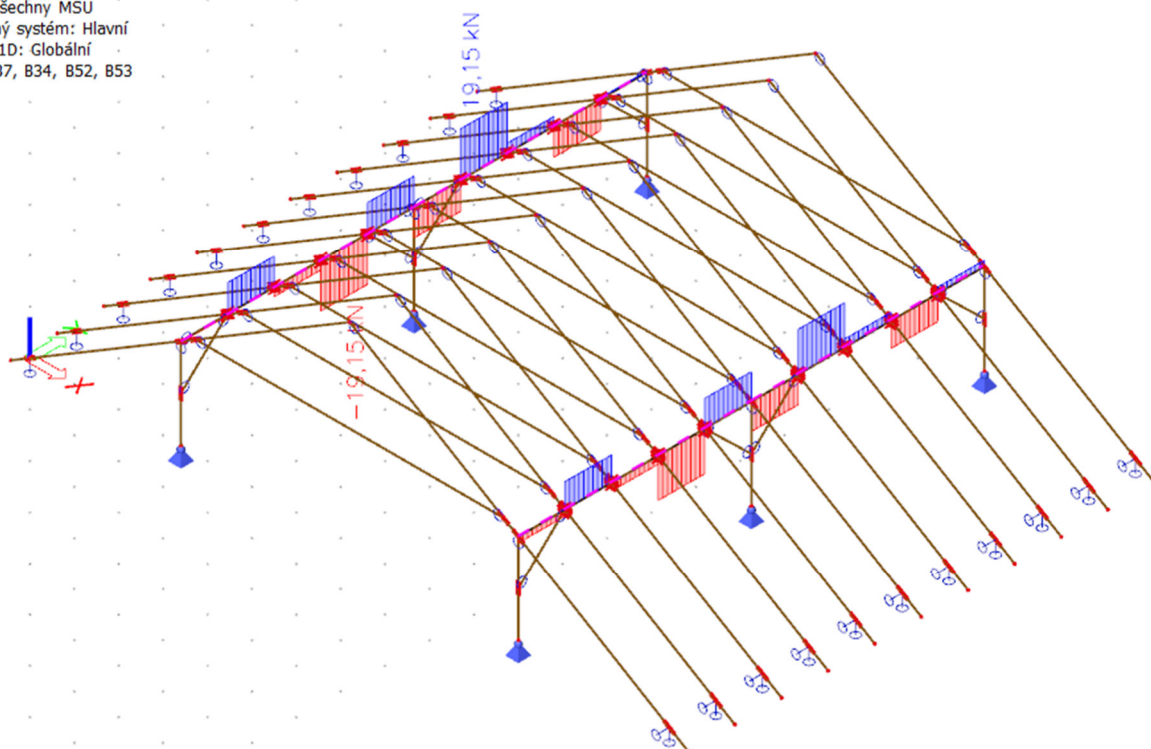
Extrém 1D: Lokální

Výběr: B7, B52



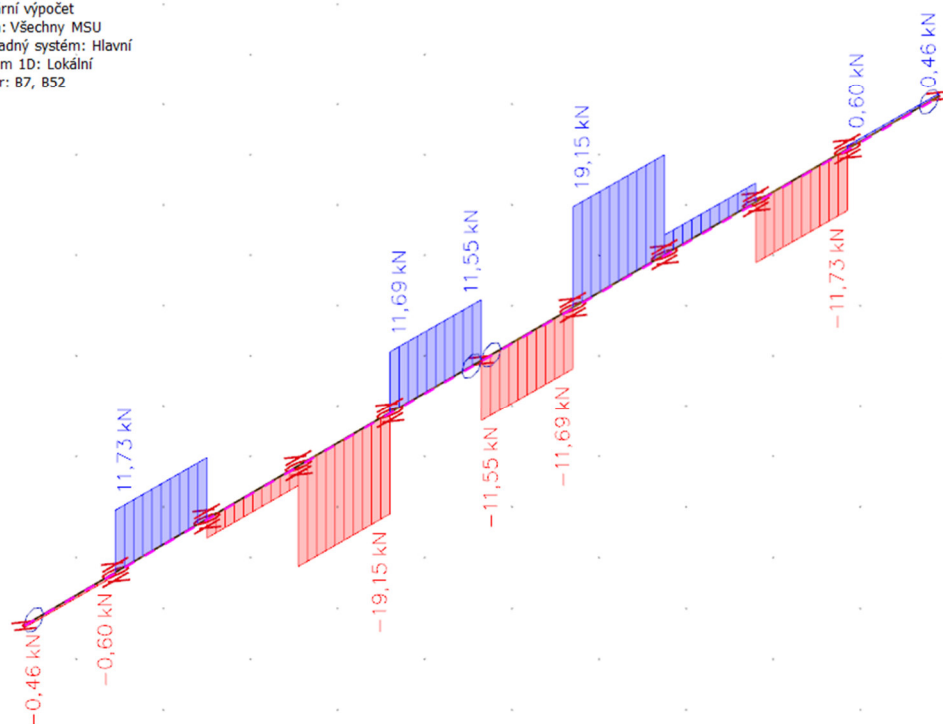
1D vnitřní síly

Hodnoty: Vz
Lineární výpočet
Třída: Všechny MSU
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Globální
Výběr: B7, B34, B52, B53

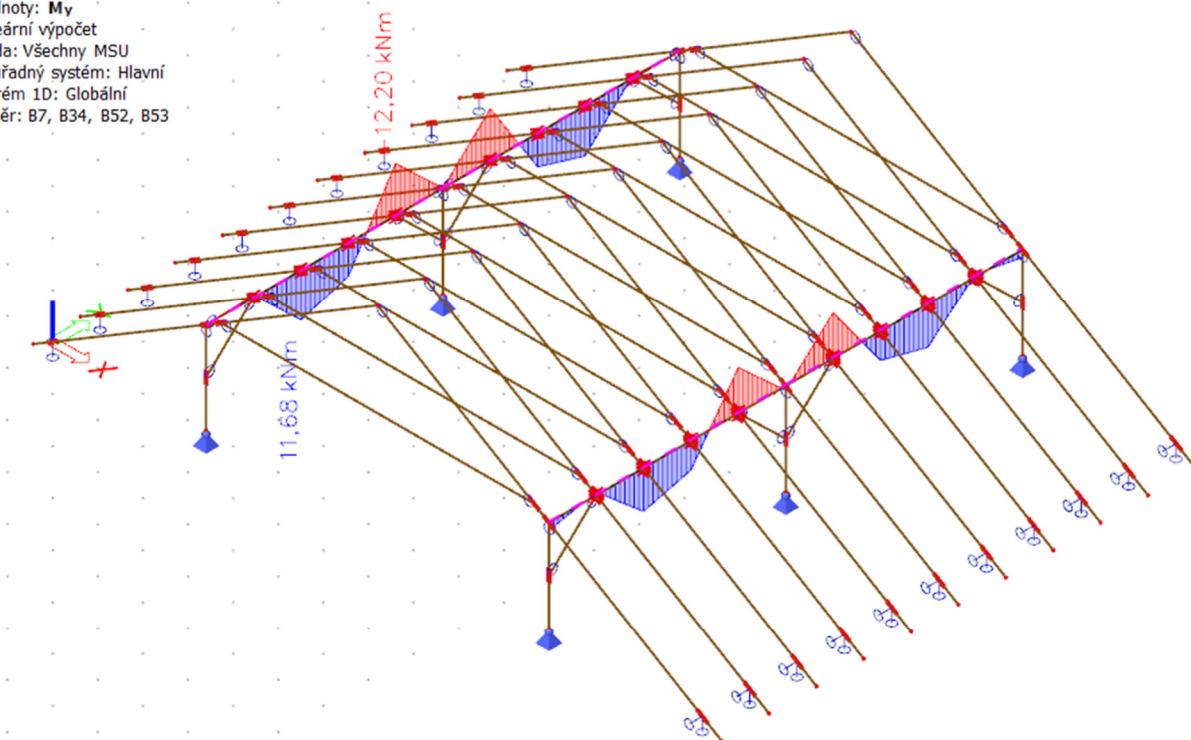


1D vnitřní síly

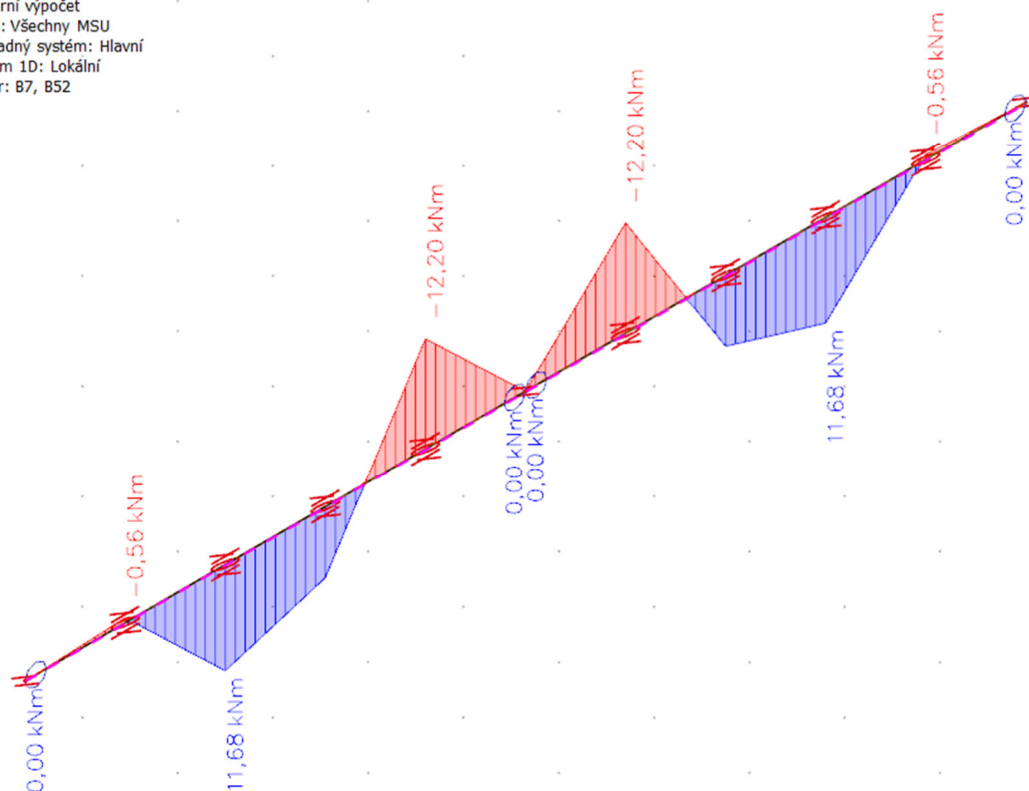
Hodnoty: Vz
Lineární výpočet
Třída: Všechny MSU
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Lokální
Výběr: B7, B52



1D vnitřní síly
Hodnoty: M_y
Lineární výpočet
Třída: Všechny MSU
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Globální
Výběr: B7, B34, B52, B53



1D vnitřní síly
Hodnoty: M_y
Lineární výpočet
Třída: Všechny MSU
Souřadný systém: Hlavní
Extrém 1D: Lokální
Výběr: B7, B52



Vnitřní síly v kleštině

1D vnitřní síly

Hodnoty: **N**

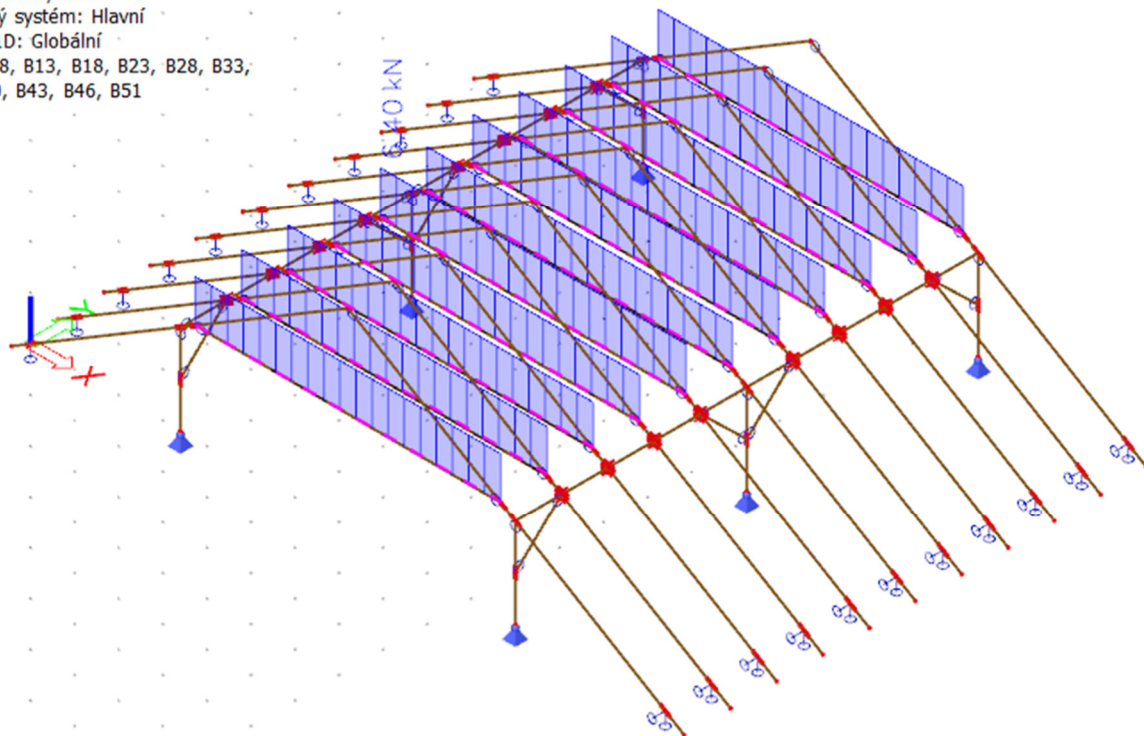
Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: B8, B13, B18, B23, B28, B33,
B37, B40, B43, B46, B51



1D vnitřní síly

Hodnoty: **N**

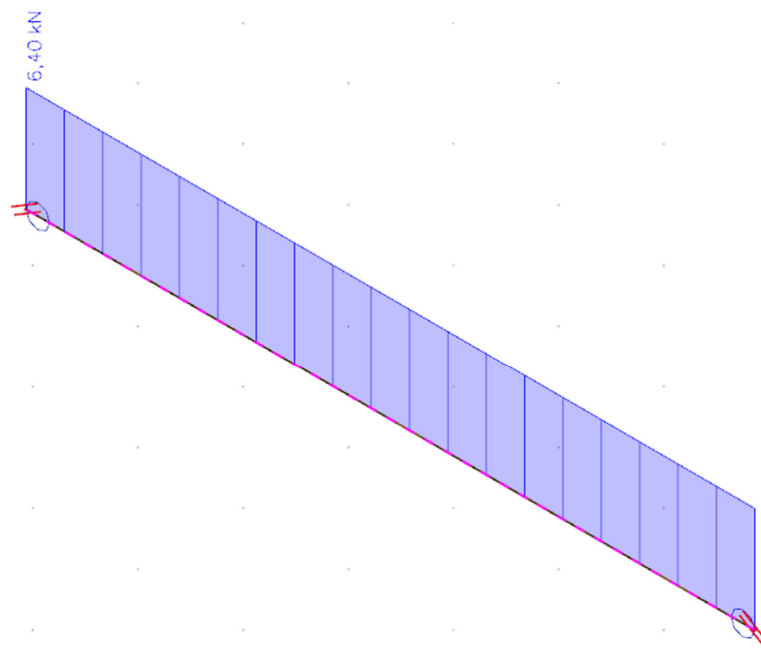
Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Lokální

Výběr: B28



Vnitřní síly v pásce

1D vnitřní síly

Hodnoty: **N**

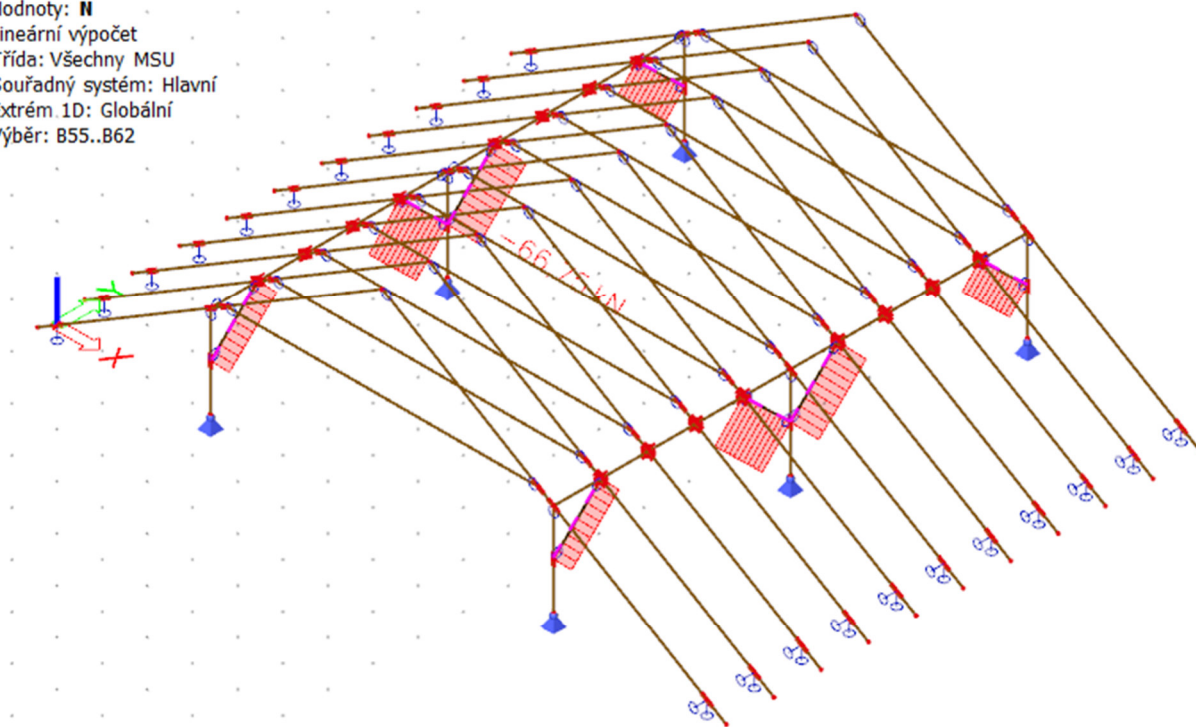
Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Globální

Výběr: B55..B62



1D vnitřní síly

Hodnoty: **N**

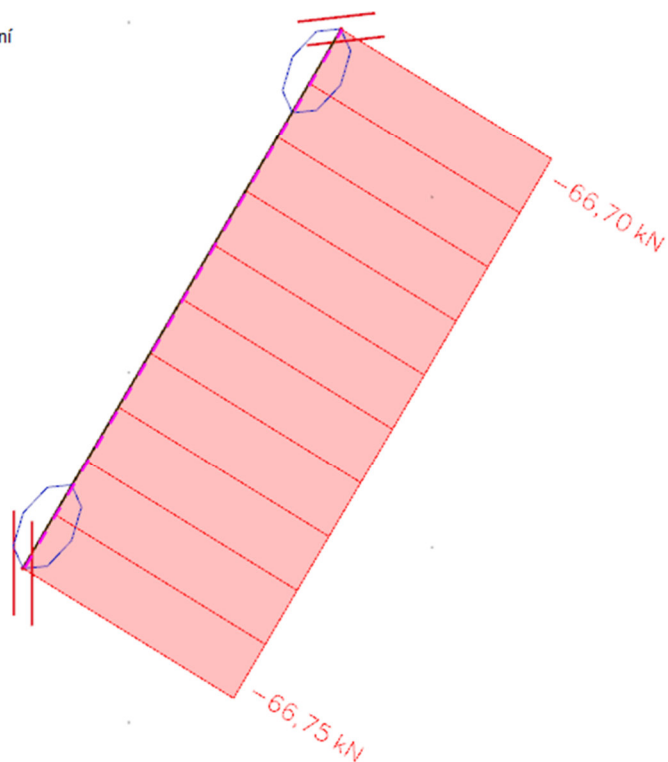
Lineární výpočet

Třída: Všechny MSU

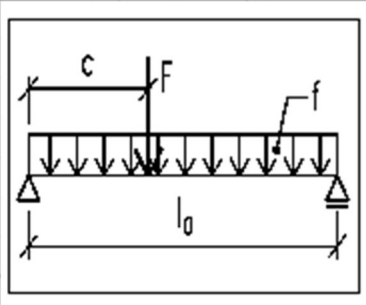
Souřadný systém: Hlavní

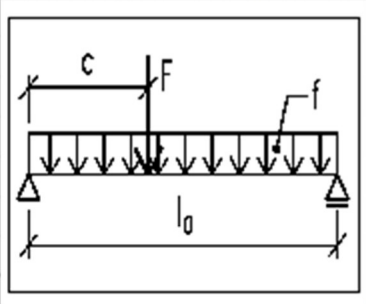
Extrém 1D: Lokální

Výběr: B58



5.7. Posouzení

Posouzení dřevěné krokve					
Posuzovaný prvek:		b = 0.10 m	Třída řeziva: C24 - SI		
		h = 0.16 m	f _{m,k} = 24.0 MPa		
		W _y = 1/6 . b . h ² = 0.000427 m ³	E _{0,mean} = 11.0 GPa		
		I _y = 1/12 . b . h ³ = 3.4133E-05 m ⁴	k _{mod} = 0.8		
		γ _M = 1.3	k _{def} = 0.8		
		třída prostředí: 2			
		f _{m,d} = k _{mod} . f _{m,k} / γ _M = 14.8 MPa			
a s = 1.05 m		Rozpětí prvku l ₀ = 4.00 m			
Zatížení:		charakteristické		návrhové	
Stálé		g _k = 0.00 kN/m ²	g _d = 0.00 kN/m ²		
Proměnné		q _k = 0.00 kN/m ²	q _d = 0.00 kN/m ²		
Reakce v podpoře R _a = 1/2 * (g _d + q _d) * s * l ₀ =		0.0 kN			
Návrhová hodnota momentu:		M _{Ed} = 0,125 . (g _d + q _d) . s . l ₀ ² =	5.00 kNm		
Moment únosnosti:		M _{Rd} = W _y . f _{m,d} =	6.30 kNm		
M _{Ed} / M _{Rd} =		0.79	≤ 1.00	VYHOVUJE	
Průhyb:					
w _{fin,G} = (1 + k _{def}) . (5 . g _k . s . l ₀ ⁴) / (384 . E _{0,mean} . I _y) =		0.00 mm	od stálého zatížení		
w _{fin,Q} = (5 . q _k . s . l ₀ ⁴) / (384 . E _{0,mean} . I _y) =		0.00 mm	od proměnného zatížení		
w _{fin} = w _{fin,G} + w _{fin,Q} =		0.00 mm			
w _{lim} = l ₀ / 250		16.00 mm			
procento využití:		0.0%			VYHOVUJE

Posouzení dřevěné vaznice					
Posuzovaný prvek:		b = 0.16 m	Třída řeziva: C24 - SI		
		h = 0.18 m	f _{m,k} = 24.0 MPa		
		W _y =1/6.b.h ² = 0.000817 m ³	E _{0,mean} = 11.0 GPa		
		I _y =1/12.b.h ³ = 7.1458E-05 m ⁴	k _{mod} = 0.8		
		γ _M = 1.3	k _{def} = 0.8		
		třída prostředí: 2			
		f _{m,d} =k _{mod} .f _{m,k} /γ _M = 14.8 MPa			
a s =		Rozpětí prvku l ₀ = 4.43 m			
Zatížení:		charakteristické		návrhové	
Stálé		g _k = 0.00 kN/m ²	g _d = 0.00 kN/m ²		
Proměnné		q _k = 0.00 kN/m ²	q _d = 0.00 kN/m ²		
Reakce v podpoře R _a =1/2*(g _d +q _d)*s*l ₀ =		0.0 kN			
Návrhová hodnota momentu:		M _{Ed} =0,125.(g _d +q _d).s.l ₀ ² =		12.00 kNm	
Moment únosnosti:		M _{Rd} =W _y .f _{m,d} =		12.06 kNm	
M _{Ed} /M _{Rd} =		0.99	≤	1.00	VYHOVUJE
Průhyb:					
w _{fin,G} =(1+k _{def}). (5.g _k .s.l ₀ ⁴)/(384.E _{0,mean} .I _y) =		0.00 mm	od stálého zatížení		
w _{fin,Q} = (5.q _k .s.l ₀ ⁴)/(384.E _{0,mean} .I _y) =		0.00 mm	od proměnného zatížení		
w _{fin} = w _{fin,G} +w _{fin,Q} =		15.10 mm			
w _{lim} = l ₀ / 250		17.72 mm			
procento využití:		85.2%	VYHOVUJE		

Posouzení sloupku na vzpěrný tlak a otláčení

Tlaková síla ve sloupku:	$N_{Ed}=$	86.0 kN	Třída řeziva: C24 - SI	
Rozměry sloupku:	$b =$	0.16 m	$E_{0,05}=$ 7.4 GPa	$f_{c,0,k}=$ 21.0 MPa
	$h =$	0.16 m	$\gamma_M=$ 1.30	$f_{c,90,k}=$ 2.5 MPa
Rozměry otláčované oblasti	$b_{pp}=$	0.16 m	$h_{pp}=$ 0.20 m	$k_{mod}=$ 0.8
Výška podepřeného prvku	$h_v=$	0.18 m		
		$f_{c,90,d}=k_{mod}\cdot f_{c,90,k}/\gamma_M=$	1.5 MPa	$f_{c,0,d}=k_{mod}\cdot f_{c,0,k}/\gamma_M=$ 12.9 MPa

Posouzení otláčení sloupku:

- rovnoběžně s vlákny	$k_{c,d} =$	1.0	krajní podpora
$\sigma_{c,d} = N_{Ed} / (b \cdot h) =$	3.36 MPa	$f_{c,d} =$	12.9 MPa
$\sigma_{c,d} / f_{c,d} \cdot k_{c,d} \leq$	0.26	\leq	1.00
VYHOVUJE			

Posouzení otláčení podepřeného prvku (stejně materiálové charakteristiky):

- kolmo k vláknům	$k_{c,d} =$	1.8	střední podpora
$\sigma_{c,d} = N_{Ed} / (b_{pp} \cdot h_{pp}) =$	2.69 MPa	$f_{c,d} =$	1.5 MPa
$\sigma_{c,d} / f_{c,d} \cdot k_{c,d} \leq$	0.97	\leq	1.00
VYHOVUJE			

Výpočet průřezových charakteristik:

$I_y = 1/12 \cdot b \cdot h^3 =$	5.46E-05 m ⁴	$i_y = (I_y/A)^{0.5} =$	0.046 m
$I_z = 1/12 \cdot h \cdot b^3 =$	5.46E-05 m ⁴	$i_z = (I_z/A)^{0.5} =$	0.046 m
$A = b \cdot h =$	0.0256 m ²		

Vzpěrná délka sloupku:	$l_{cr,y} =$	2.10 m	Štíhlost: $\lambda_y = l_{cr,y} / i_y =$	45.5
	$l_{cr,z} =$	2.10 m	$\lambda_z = l_{cr,z} / i_z =$	45.5
			$\lambda = \max(\lambda_y, \lambda_z) =$	45.5

Poměrný štíhlostní poměr:

$\lambda_{rel} = \lambda / \pi \cdot (f_{c,0,k} / E_{0,05})^{0.5} =$	0.77		rostlé dřevo
$k = 0.5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel} - 0.3) + \lambda_{rel}^2) =$	0.84	$\beta_c =$	0.2
$k_c = 1 / (k + (k^2 - \lambda_{rel}^2)^{0.5}) =$	0.84		

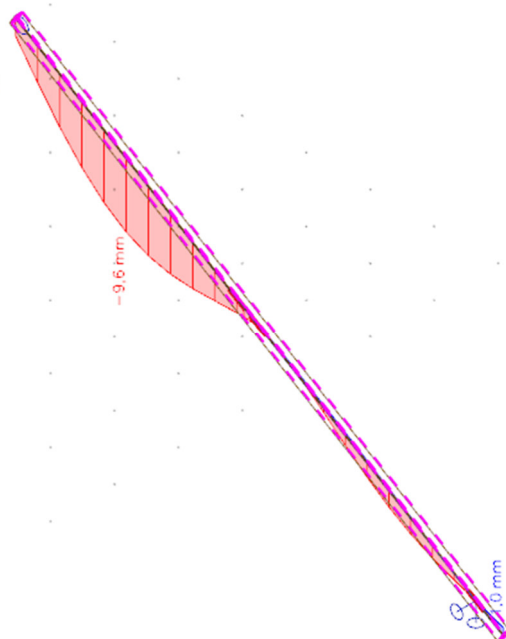
Únosnost sloupku ve vzpěrném tlaku:

$$N_{Rd} = A \cdot k_c \cdot f_{c,0,d} = 278.4 \text{ kN}$$

$N_{Rd} / N_{Ed} =$	0.31	\leq	1.00
VYHOVUJE			

Průhyb kroků

1D deformace
Hodnoty: u_z
Lineární výpočet
Třída: Všechny MSP
Souřadný systém: Globální
Extrém 1D: Globální
Výběr: B30



$$u_z = 9.6 \text{ mm} < u_{zmax} = 4.4 / 250 = 17.6 \text{ mm} \text{ VYHOVÍ}$$

Průhyb vaznice

1D deformace

Hodnoty: u_z

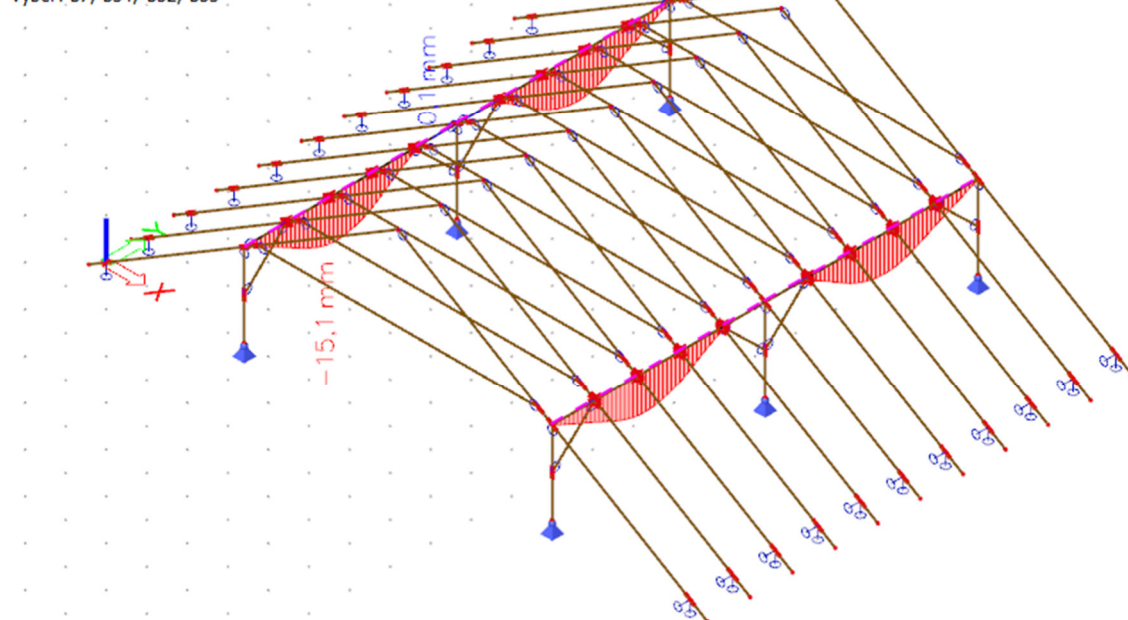
Lineární výpočet

Třída: Všechny MSP

Souřadný systém: Globální

Extrém 1D: Globální

Výběr: B7, B34, B52, B53



$$u_z = 15,1 \text{ mm} < U_{z, \max} = 5,25 / 250 = 21 \text{ mm} \text{ VYHOVÍ}$$

Závěr

Plochá střecha (č. 1 půdorysného schématu)

Vodorovná nosná konstrukce ploché střechy byla klasifikována jako prefabrikovaný ŽB panelový dutinový strop. Při vyhodnocení průzkumných prací bylo přihlédnuto k více aspektům a hodnoty vstupující do statického posouzení jsou uvažovány konzervativně. V závislosti na tomto poznatku můžeme konstatovat, že části ploché střechy objektu (č. 1 půdorysného schématu) **vyhoví** na přetížení systémem FVE.

Sedlová střecha (č. 2 půdorysného schématu)

Nosnou vodorovnou konstrukci střechy v této části objektu tvoří ŽB příhradové vazníky, z vizuální prohlídky nebylo zřejmé, zda se jedná o vazníky předpjaté nebo pouze vyztužené betonářskou výztuží a tento typ konstrukce je velmi citlivý na veškeré zásahy, v důsledku toho docházelo v minulosti k častým kolapsům a haváriím. V případě varianty s předpětím je diagnostika takových prvků velmi komplikovaná vzhledem ke štíhlosti jednotlivých částí (diagonály, horní a dolní pás). **V tomto případě doporučujeme kvalifikovanějšího dodavatele stavebně-technického průzkumu.**

Krov (č. 3 půdorysného schématu)

V krovu ve stávajícím stavu zřejmě z důvodu chybného provedení chybí některé ztužující pásy podírající vaznice do sloupků a stávající stav je proto z hlediska normy nevyhovující na průhyb a **je nutné uvažovat s doplněním chybějících pásků ke sloupkům** jako s nutným předpokladem výpočtu. Po provedení této drobné lokální úpravy konstrukce krovu na přetížení systémem FVE **bezpečně vyhoví**.

Cílem tohoto posudku bylo zhodnocení stávající nosné konstrukce společně se specifikací materiálů a prací potřebných k provedení stavebního záměru osazení fotovoltaických panelů na střechu objektu U Fotochemy 259/8, Hradec Králové. Konstrukce byla posouzena dle norem ČSN EN, splňuje požadavky těchto norem i požadavky zadání investora a spolehlivě přenesla veškerá relevantní zatížení.

Autor tohoto materiálu si vyhrazuje právo korigovat svůj názor na technické řešení a upravit znění tohoto textu na základě jakýchkoliv skutečností, které budou zjištěny v průběhu dalších prací.

V Praze 02/2023

Ing. Vojtěch Černý, Ing. Martin Enderla

Ing. Petr Žalský Ph.D.

STATIKON Solutions s.r.o.

www.statikon.cz