

GENERÁLNÍ PROJEKTANT

dkarchitekti

s.r.o.

KŘENOVÁ 409/52, TRNITÁ, 602 00 BRNO | IČO: 052 90 236 | DIČ: CZ 052 90 236

ARCHITEKT

ING. ARCH. D.KUDLA

ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT

ING. JAROMÍR ŠMERDA

HLAVNÍ INŽENÝR PROJEKTU

ING. P.CIPRYS

VYPRACOVAL

ING. JAROMÍR ŠMERDA

NÁZEV AKCE

REKONSTRUKCE STŘECHY HALY RONDO

MÍSTO STAVBY

KŘÍDLOVICKÁ 911/34, 603 00 BRNO-STŘED

KATASTRÁLNÍ ÚZEMÍ

STARÉ BRNO (610089)

INVESTOR:

STAREZ - SPORT, A.S.

ČÁST DOKUMENTACE

D.1.2 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

NÁZEV DOKUMENTU:

STATICKÝ POSUDEK

KÓD DOKUMENTU - REVIZE:

D.1.2.01

OBJEKT

SO 101A

STUPEŇ PD

DPS

PARÉ:

ČÍSLO ZAKÁZKY:

2303010

DATUM

05/2023

Statický posudek

Posouzení konstrukce střechy haly Rondo (Winning Group Arena)

Rekonstrukce a výměna střešního pláště haly

Kontroloval:	Ing. Ladislav Huryta
Vypracoval:	Ing. Jaromír Šmerda
Objednavatel:	dkarchitekti, s.r.o. Křenová 409/52 602 00 Brno
Číslo zakázky:	H23031
Datum:	Květen 2023
Souprava:	

Statický posudek

Posouzení konstrukce střechy haly Rondo (Winning Group Arena)

Rekonstrukce a výměna střešního pláště haly

1. Všeobecné údaje:

Objednavatel: dkarchitekti, s.r.o.
Křenová 409/52 602 00 Brno

**Zpracovatel
statického posudku:** HURYTA s.r.o.
Staňkova 557/18a 602 00 Brno

Kontroloval: Ing. Ladislav Huryta
Autorizovaný inženýr pro obor Mosty a inženýrské konstrukce
Pozn.: obor autorizace plně zahrnuje obor Statika a dynamika
staveb
mobil: 602 538 884

Zodpovědný projektant: Ing. Jaromír Šmerda

Vypracoval: Ing. Jaromír Šmerda

2. Předmět statického posudku:

Jedná se o statické posouzení lanové konstrukce střechy haly Rondo v Brně (nově WINNING GROUP ARENA) za účelem rekonstrukce střešního pláště haly. Statické posouzení se zabývá konstrukcí kopulovité části střechy haly, která je provedena jako předepnutá lanová konstrukce vynášející skladbu střešního pláště.

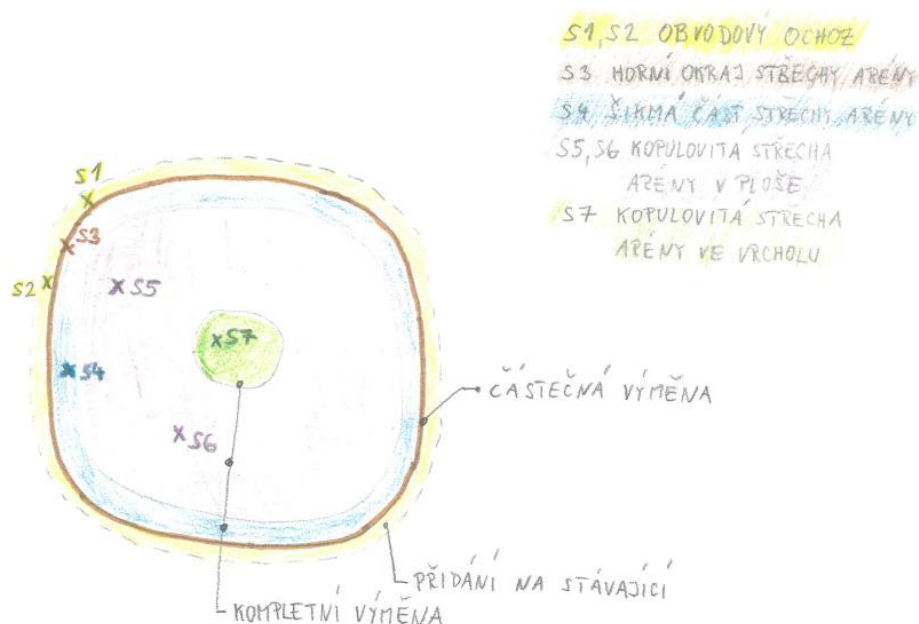
Součástí statického posouzení je také zhodnocení stavu nosné konstrukce střechy haly, na základě provedené prohlídky ze dne 06.04.2023. Prohlídka byla provedena naší statickou kanceláří.

3. Popis stávajícího stavu konstrukce:

Na základě požadavku objednavatele bylo provedeno posouzení nosné střešní konstrukce haly Rondo v Brně za účelem plánované rekonstrukce střešního pláště. Rekonstrukce střešního pláště v kopulovité části konstrukce střechy je navržena kompletní výměnou stávajícího

střešního pláště, který je v současné době shledán jako nevyhovující ze stavebně fyzikálního hlediska, a nahrazením novým souvrstvím.

Skutečná skladba stávajícího střešního pláště byla zjištěna několika sondami provedenými do střešního souvrství. Tíha stávajícího střešního pláště byla ve statickém výpočtu stanovena na základě materiálového složení souvrství střešního pláště dle výsledků sond. Statický výpočet vycházel zejména ze sond označených jako S5 a S6, které byly provedeny v ploše kopulovité části střechy, v prostoru od dešťového žlabu po vrchlík. Dále dle sondy označené S7, která byla provedena v místě vrchlíku kopulovité střechy, tedy ve vrcholu. Pozice sond je patrná z následujícího schématu:



Obr.1 Pozice provedených sond v ploše střechy haly

Stávající skutečná skladba střešního pláště dle sond S5 a S6:

SKLADBA KOPULOVITÉ STŘECHY ARÉNY V PLOŠE - SONDA 5, 6						
ozn.	funkce vrstvy	typ	tloušťka [mm]		stav vrstev	činnost
SS 04	exteriér					
	hydroizolační vrstva	povlaková hydroizolace na bázi PVC-P bez vyztužené vložky	~ 1,5	59,5	mokrý na spodním povrchu, lokální perforace HI, mírná degradace horního povrchu, lokálně zapravena vyztuženou HI stěrkou	odstranit
	separační vrstva	netkaná geotextilie	-		mokrý	odstranit
	hydroizolační vrstva	povlaková hydroizolace na bázi EPDM bez výztužné vložky	~ 2		mokrý	odstranit
	funkce vrstvy není známa	2x oxidovaný asfaltový pás s nasávkovou vložkou	~ 4		mokrý	odstranit
	tepelněizolační vrstva	desky z expandovaného polystyrenu (typ POLSID)	~ 50		mokrý	odstranit
	funkce vrstvy není známa	litý asfalt	~ 1		mokrý na povrchu	odstranit
	nosná vrstva	trapezový plech - horní vlny zaklopené rovnými pláty plechu	~ 1		-	ponechat
	interiér					
			celkem	~ 59,5		

Tab.1 Stávající skladba dle sond S5 a S6

Tíha skladby střešního pláště dle sond S5 a S6:

Zatížení stálá - vl.tíhy konstrukcí - stávající stav:						
Stálé zatížení - střešní kce - stávající skladba SONDY S5 a S6:	b _k	h _k	ρ _k	g _k	γ _F	g _{sd}
	mm	mm	kg/m ³	kN/m ²	-	kN/m ²
HI folie mPVC 1,5kg/m ²	1000	1000	1,5	0,015	1,10	0,02
Separální geotextilie 120g/m ²	1000	1000	0,0	0,000	1,10	0,00
HI EPDM 1,5kg/m ²	1000	1000	1,5	0,015	1,10	0,02
2x oxidovaný asfaltový pás s vložkou nasákovou 2x 4,5kg/m ²	1000	1000	9,0	0,090	1,10	0,10
TI POLSID tl.50mm	1000	50	25,0	0,013	1,10	0,01
Litý asfalt tl.1-2mm	1000	1000	2,0	0,020	1,10	0,02
CELKEM				0,15		0,17
VSŽ 12202 nebo VSŽ12204	1000	1000	18,0	0,180	1,10	0,20
Pomocné konstrukce 6kg/m ²	1000	1000	6,0	0,060	1,10	0,07
CELKEM vč. VSŽ a pom.kce				0,39		0,43
Podhled 12kg/m ²	1000	1000	12,0	0,120	1,10	0,13
Technická zařízení 5kg/m ²	1000	1000	5,0	0,050	1,10	0,06
CELKEM vč. Podhled a techn.zařízení				0,56		0,62
Nosný TR plech VSŽ 12202 a VSŽ12204 a stávající nosná lanová konstrukce střešky bude zachována.						

Tab.2 Tíha stávající skladby dle sond S5 a S6

Stávající skutečná skladba střešního pláště dle sond S7:

SKLADBA KOPULOVITÉ STŘECHY ARÉNY VE VRCHOLU - SONDA 7						
ozn.	funkce vrstvy	typ	tloušťka [mm]		stav vrstev	činnost
SS 05	exteriér					
	hydroizolační vrstva	povlaková hydroizolace na bázi PVC-P bez vyztužené vložky	~ 1,5	360,5	suchá na spodním povrchu, lokální perforace HI, mírná degradace horního povrchu, lokálně zapravena vyztuženou HI stěrkou	odstranit
	separační vrstva	netkaná geotextilie	-		suchá	odstranit
	tepelněizolační vrstva	desky z expandovaného polystyrenu ve třech vrstvách	~ 300		suché, celistvé	odstranit
	hydroizolační vrstva	povlaková hydroizolace na bázi EPDM bez vyztužené vložky	~ 2		suchá	odstranit
	funkce vrstvy není známa	pogumovaná hliníková vložka	~ 1		-	odstranit
	funkce vrstvy není známa	2x oxidovaný asfaltový pás s nasákovou vložkou	~ 4		suché	odstranit
	tepelněizolační	desky z expandovaného polystyrenu (typ POLSID)	~ 50		suché	odstranit
	funkce vrstvy není známa	litý asfalt	~ 1		suchý na povrchu	odstranit
	nosná vrstva	trapezový plech - horní vlny zaklopené rovnými pláty plechu	~ 1		-	ponechat
interiér						
			celkem	~ 360,5		

Tab.3 Stávající skladba dle sond S7

Tíha skladby střešního pláště dle sond S7:

Stálé zatížení - střešní kce - stávající skladba SONDY S7:	b _k	h _k	ρ _k	g _k	γ _F	g _{sd}
	mm	mm	kg/m ³	kN/m ²	-	kN/m ²
HI folie PVC-P 1,5kg/m ²	1000	1000	1,5	0,015	1,10	0,02
Separální geotextilie 120g/m ²	1000	1000	0,0	0,000	1,10	0,00
TI EPS 300mm	1000	300	25,0	0,075	1,10	0,08
HI EMDP 1,5kg/m ²	1000	1000	1,5	0,015	1,10	0,02
Pogumovaný hliníkový plech 1-2mm	1000	2	2700,0	0,041	1,10	0,04
2x oxidovaný asfaltový pás s vložkou nasákovou 2x 4,5kg/m ²	1000	1000	9,0	0,090	1,10	0,10
TI POLSID tl.50mm	1000	50	25,0	0,013	1,10	0,01
Litý asfalt tl.1-2mm	1000	1000	2,0	0,020	1,10	0,02
CELKEM				0,27		0,29
VSŽ 12202 nebo VSŽ12204	1000	1000	18,0	0,180	1,10	0,20
Pomocné konstrukce 6kg/m ²	1000	1000	6,0	0,060	1,10	0,07
CELKEM vč. VSŽ a pom.kce				0,51		0,56
Podhled 12kg/m ²	1000	1000	12,0	0,120	1,10	0,13
Technická zařízení 5kg/m ²	1000	1000	5,0	0,050	1,10	0,06
CELKEM vč. Podhled a techn.zařízení				0,68		0,75
Nosný TR plech VSŽ 12202 a VSŽ12204 a stávající nosná lanová konstrukce střešky bude zachována.						

Tab.4 Tíha stávající skladby dle sond S7

Zatížení užitná - rovnoměrná - dle ČSN 730035 (původní statický výpočet):						
Nahodilé zatížení užitné:	b_k	h_k	ρ_k	g_k	γ_F	g_{sd}
	mm	mm	kg/m ³	kN/m ²	-	kN/m ²
Užitné zatížení plošné na střeše (obsluha údržba) 75kg/m ²	1000	1000	75	0,75	1,40	1,05
				0,75	1,40	1,05
Zatížení rozhoduje, je větší než zatížení sněhem.						
Zatížení sněhem dle ČSN 73 0035 (původní statický výpočet)						
Nahodilé zatížení sněhem - krátkodobé:				s_k	γ_F	s_{sd}
				kN/m ²	-	kN/m ²
charakt.zatížení sněhem	s_{sk}	0,50	kN/m ²	0,50	1,40	0,70
sklon střechy:	α	0,00	°			
zatěžovací šířka:	b_s	1,00	m	0,50	1,40	0,70
Zatížení sněhem nerozhoduje, je menší než užitné zatížení na střeše.						

Tab.5 Zatížení užitné střech a zatížení sněhem (původní zatížení ve SV dle ČSN 730035)

Dále byla provedena rešerše původní projektové dokumentace nosné konstrukce střechy haly Rondo, za účelem získání poznatků o původním návrhovém zatížení konstrukce střechy. V původním statickém výpočtu konstrukce, na základě kterého byla konstrukce střechy navržena a také realizována, byla uvažována následující skladba střešního pláště a s tím spojená jeho tíha :

zpracování dle podkladu projektové

2.1. Střešní kůla

2.1.1. střešní zařízení

2.1.1.1. Rovnoměrné střešní a chod A

	normant	n	vypočet
reflexní fólie	0,5 kg/m ²	1,3	0,65
optibol E 95cm	2	1,3	2,6
perforovaný 405.555	27,5	1,3	35,75
tepelná izolace 71,0		1,3	91,1
čistící systém PERBITA GIL 95cm	4,5	1,3	5,85
betonový podklad 405.350	17,5	1,3	22,75
ocel. střešní 10 C14 1531 42.00	7,0	1,1	7,7
podhled	12,0	1,3	15,6
technická zařízení	5,0	1,3	6,5
mezičet	77,3	1,296	99,9
konstr. pl. VSŽ	13,0	1,1	14,3
pomocné konstrukce	6,0	1,1	6,6
rovnováha střešní celkem	101 kg/m²	1,059	106,9
<u>2.1.1.2. zatížení sněh</u>	<u>20 kg/m²</u>	<u>1,1</u>	<u>2,2</u>
<u>- přídavné zatížení</u>	<u>0,0</u>	<u>1,1</u>	<u>0,0</u>
celkové zatížení	121 kg/m²	1,169	125,9

STŘEŠNÍ PLÁŠŤ:
IES - PODHLED
- TECHN. ZAŘ.

$q_{k,pův} = 44 - 5 - 12 = 27 \text{ kg/m}^2 = 0,27 \text{ kN/m}^2$
 $- 65 \text{ kg/m}^2 = 0,65 \text{ kN/m}^2$
 $q_{k,d} = 99 - 6,5 - 15,6 = 76,9 \text{ kg/m}^2 = 0,769 \text{ kN/m}^2$
 $+ 24 \text{ kg/m}^2 = 0,24 \text{ kN/m}^2$

Obr.2 Zatížení konstrukce střechy haly dle původního statického výpočtu

Návrhové zatížení střešním pláštěm dle pův. statického výpočtu:

- Skladba střešního pláště bez podhledu, techn.zařízení, VSŽ plechů a pomocných konstrukcí **$q_{pův,k} = 0,65 \text{ kN/m}^2$ (65kg/m²)**
- Skladba vč.Podhledu a technického zařízení **$q_{pův,k} = 0,77 \text{ kN/m}^2$ (77kg/m²)**
- Skladba vč.VSŽ plechů a pomocných konstrukcí **$q_{pův,k} = 1,01 \text{ kN/m}^2$ (101kg/m²)**

Рудови: стар. уред

ZATVĚRŮV SUDKEM DNE ČSN EN 1991-1-3/21

$$S_{k_{12}}(\text{Brew}) = 0,70 \text{ kV/m}^2 \quad \mu = 0,80$$

$s_k = \mu \cdot s_{kI} = 0,70 \cdot 0,80 = 0,56 \text{ kN/m}^2 \ll \text{maximálna}$
dĺžka prúduho st. rýpostu
 $\sigma_k = 0,75 \text{ kN/m}^2 \text{ (75 g/m}^2\text{)}$
bod. 2.1.2.2.

$$\tau_{12} = 0,75 \text{ kN/m}^2 \quad (75 \text{ g/m}^2)$$

bed. 2.1.2.2.

$$S_{1,2} = \gamma_F \cdot S_{1,2} = 1,50 \cdot 0,56 = 0,84 \text{ W/m}^2 \ll r_{1,2} = 1,05 \text{ W/m}^2 \text{ (105 g/m}^2\text{)}$$

bod. 2.1.2.2.

bod. 2.1. 2.2.

2.1.2. 1 - low P
NEEDS MORE
2.1.2. 2 - mod. b' solution
all in 1000's of m²
2.1.2. 3 - high

W = 65 kg/m² . 92
Crodynam. stat; C_r = +
C_w = 1 -

(kg/m²)
75
105 kg/m²

NEED TO BUY

2. 1. 2. 2.

Red. V. edition

at 1300 ft. 119

\log/m^2

$$\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

2.1.2.3 with

$$c_p = 6560 \text{ J/m}^2$$

112

Gerodgnum. str.

$C_{\text{or}} = 1$

$$C_2 = 4$$

Obr.3 Zatížení konstrukce střechy haly dle původního statického výpočtu.

4. Popis nového, navrhovaného stavu konstrukce:

V rámci rekonstrukce střešního pláště bude kompletně odstraněna stávající skladba střešního pláště v oblasti kopulovité střechy vč. oblasti vrchlíku, tj. skladba dle sond S5, S6 a S7. Odstranění jednotlivých vrstev bude provedeno až na vyrovnávací plech, který je uložen přímo na horní líc stávajících VSŽ plechů. Tyto VSŽ plechy budou v rámci rekonstrukce také zachovány a nebudou dotčeny. Pouze v případě zjištění jejich poškození a narušené statické únosnosti bude provedena po dohodě se statikem jejich sanace, či výměna.

Na stávající vyrovnávací plech, tedy na horní líc VSŽ plechů bude uložena nová skladba střešního souvrství (skladba SN03):

Navrhovaná, nová skladba střešního pláště SN03:

SKLADBA ŠIKMÉ A KOPULOVITÉ STŘECHY ARÉNY - SONDA 4, 5, 6, 7				
ozn.	funkce vrstvy	typ	tloušťka [mm]	stav vrstev
SN 03		exteriér		
	hydroizolační vrstva	fólie z měkkého PVC (PVC-P) - polyesterová výztužná vložka určená pro fixaci mechanickým kotvením - minimální reakce na oheň E - odolná vůči UV záření - mechanicky kotvit	1,8	nové vrstvy ^{21, 22, 23}
	separační vrstva	netkaná textilie ze skleněných vláken - jednotlivé pásy textilie budou pokládány s přesahem - plošná hmotnost 120 g/m ²	-	
	tepelněizolační vrstva	pénový polystyren - napětí v tlaku při 10% deformaci 150 kPa - součinitel tepelné vodivosti $\lambda \leq 0,035$ W/mK - minimální třída reakce na oheň E - nízká objemová hmotnost cca do 23-25 kg/m ³ - mechanicky kotvit	60	
	tepelněizolační vrstva	pénový polystyren - napětí v tlaku při 10% deformaci 100 kPa - součinitel tepelné vodivosti $\lambda \leq 0,032$ W/mK - minimální třída reakce na oheň E - nízká objemová hmotnost cca do 18-20 kg/m ³ - mechanicky kotvit	80	
	tepelněizolační vrstva	čedičová minerální vlna - tl. 2x 30 mm - součinitel tepelné vodivosti $\lambda \leq 0,037$ W/mK - napětí v tlaku při 10% deformaci 20 kPa - třída reakce na oheň A1 - objemová hmotnost cca 100-142 kg/m ³ - mechanicky kotvit	60	
	parotěsnicí vrstva	samolepící pás z SBS modifikovaného asfaltu - nosná vložka ze skleněné mřížky spřažené s hliníkovou fólií - ekvivalentní difuzní tloušťka $s_d \geq 1500$ m - výhřevnost < 11,6 kJ/m ² - minimální třída reakce na oheň E	0,45	
	penetrační vrstva	asfaltová penetrační emulze bez obsahu rozpouštědel - podklad určený k nanesení penetrace čistý, suchý, soudržný a bez ostrých výčnělků	-	
	nosná vrstva	trapezový plech - horní vlny zaklopené rovnými pláty plechu - po odstranění horních vrstev se můžou nalézt lokální porušení, tyto místa je potřeba obrousit, očistit a provést nátěr kategorie korozní agresivity pro stupeň C3. Pokud budou porušeny ve větší míře, tak budou nahrazeny plechem stejného nebo staticky a geometricky podobného typu - cca 1000 m2.	~ 1	stávající vrstvy
interiér				
celkem			~ 203,25	

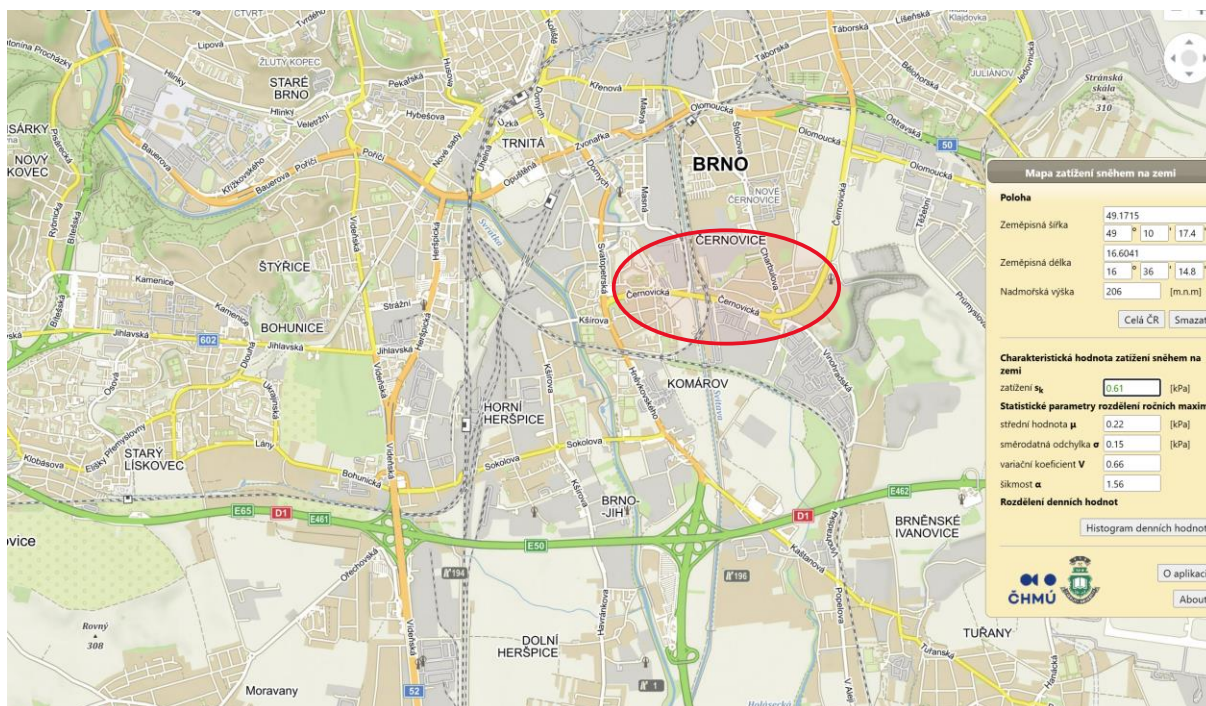
Tab.6 Navrhovaná skladba střešního pláště

Zatížení stálá - vl.tíhy konstrukcí - nový navrhovaný stav:						
Stálé zatížení - střešní kce - navrhovaná skladba střešního pláště SN03	b_k	h_k	ρ_k	g_k	γ_F	g_{Sd}
	mm	mm	kg/m³	kN/m²	-	kN/m²
HI folie mPVC 1,5kg/m ²	1000	1000	1,5	0,015	1,35	0,02
Separční geotextilie 120g/m ²	1000	1000	0,0	0,000	1,35	0,00
TI minerální vata 2x30mm 150kg/m ³	1000	60	150,0	0,090	1,35	0,12
TI EPS 25kg/m ³	1000	140	25,0	0,035	1,35	0,05
Parotěsná vrstva asfaltový pás	1000	1000	4,5	0,045	1,35	0,06
Penetrační asfaltový nátěr	1000	1000	0,0	0,000	1,35	0,00
CELKEM				0,19		0,25
VSŽ 12202 nebo VSŽ12204	1000	1000	18,0	0,180	1,35	0,24
Pomocné konstrukce 6kg/m ²	1000	1000	6,0	0,060	1,35	0,08
CELKEM vč. VSŽ a pom.kce				0,43		0,57
Podhled 12kg/m ²	1000	1000	12,0	0,120	1,10	0,13
Technická zařízení 5kg/m ²	1000	1000	5,0	0,050	0,00	0,00
CELKEM vč. Podhled a techn.zařízení				0,60		0,71
Multimediální kostka nad ledovou plochou 3,5t (přepočteno na plochu stř. 3848m ²)	1000	1000	1,0	0,010	1,35	0,01
CELKEM				0,61		0,72

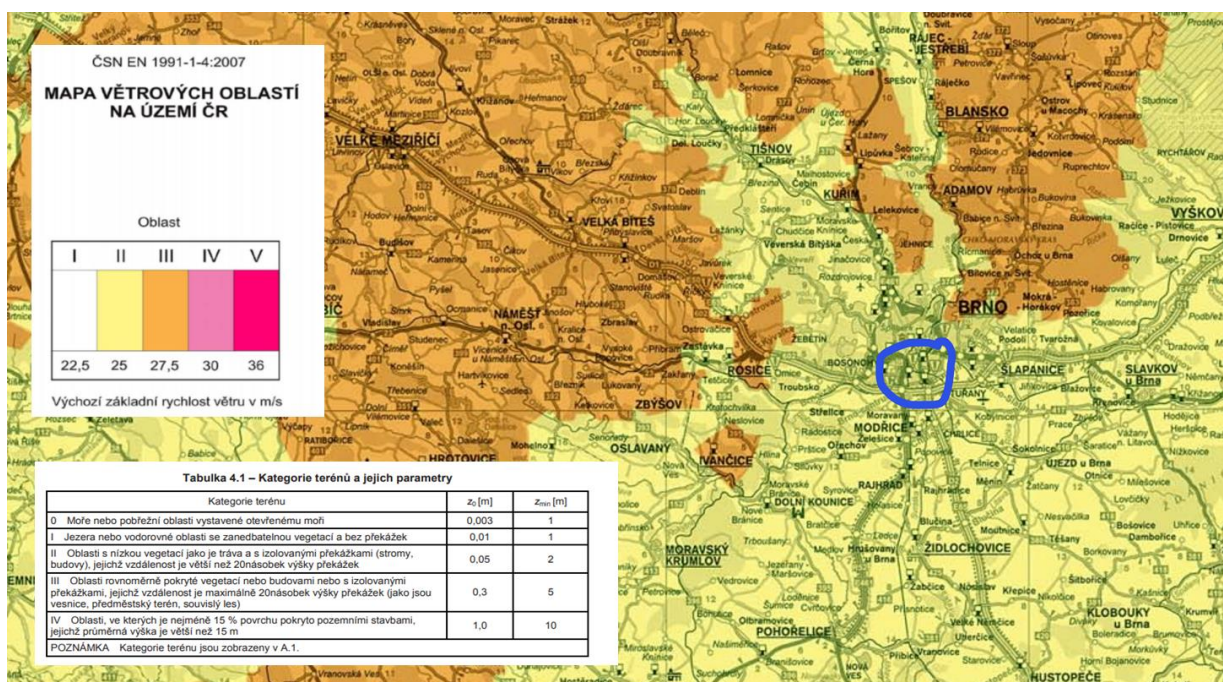
Tab.7 Tíha navrhované skladby střešního pláště

Zatížení užitná - rovnoměrná:						
Nahodilé zatížení užitné:	b_k	h_k	ρ_k	g_k	γ_F	g_{Sd}
	mm	mm	kg/m³	kN/m²	-	kN/m²
Užitné zatížení plošné na střeše (obsluha údržba) 75kg/m ²	1000	1000	75	0,75	1,50	1,13
				0,75	1,50	1,13
Zatížení sněhem dle EC 1991-1-3/Z1						
Česká republika, Brno město						
Nahodilé zatížení sněhem - krátkodobé:				s_k	γ_F	s_{Sd}
				kN/m²	-	kN/m²
charakt.zatížení sněhem (Ce, Ct = 1,0): dle www.snehovamapa.cz	s _{sk}	0,70	kN/m ²	0,70	1,50	1,05
sklon střechy:	α	0,00	°			
tvarový součinitel střechy:	μ _{i,1}	0,80	-	0,80		0,80
zatěžovací šířka:	b _s	1,00	m	0,56	1,50	0,84
POZN. Zatížení sněhem uvažováno jako nejmenší možné dle údajů EC1 0,70 kN/m ² . Dle údajů ČHMÚ je zatížení sněhem na zemi 0,61kN/m ²						
Zatížení sněhem nerozhoduje, je menší než užitné zatížení na střeše.						

Tab.8 Zatížení užitné střech a zatížení sněhem (zatížení dle ČSN EN 1991-1)



Obr.4 Zatížení sněhem dle údajů ČHMÚ



Obr.5 Zatížení větrem

5.1 Porovnání tíhy střešních skladeb

Níže je provedeno porovnání hodnoty plošného zatížení (tíhy) skladeb střešní konstrukce za účelem zjištění, zda výměnou střešního pláště za nový, navrhovaný dojde k přetížení nosné konstrukce střechy, či naopak.

- Tíha stávajících skladeb a zatížení užité:

Tíha skutečné stávající skladby dle sond S5 a S6 (viz tab.2)	$q_{k,skut1} = 0,56 \text{ kN/m}^2$
Tíha skutečné stávající skladby dle sond S7 (viz tab.4)	$q_{k,skut2} = 0,68 \text{ kN/m}^2$
<u>Užitné plošné zatížení na střeše (zatížení sněhem nerozhoduje)</u>	<u>$v_{pův,k} = 0,75 \text{ kN/m}^2$</u>
CELKEM	$q_{skut,tot,k1} = 1,31 \text{ kN/m}^2$
CELKEM	$q_{skut,tot,k2} = 1,43 \text{ kN/m}^2$

- Tíha původních skladeb (dle původního SV) a zatížení užité:

Tíha skladby dle původního statického výpočtu (viz obr.2)	$q_{pův,k} = 1,01 \text{ kN/m}^2$
<u>Užitné plošné zatížení na střeše (zatížení sněhem nerozhoduje viz obr.3)</u>	<u>$v_{pův,k} = 0,75 \text{ kN/m}^2$</u>
CELKEM	$q_{pův,tot,k} = 1,76 \text{ kN/m}^2$

- Tíha nových, navrhovaných skladeb a zatížení užité:

Tíha navrhované, nové skladby (viz tab.7)	$q_{nov,k} = 0,61 \text{ kN/m}^2$
<u>Užitné plošné zatížení na střeše (zatížení sněhem nerozhoduje viz tab.8)</u>	<u>$v_{nov,k} = 0,75 \text{ kN/m}^2$</u>
CELKEM	$q_{nov,tot,k} = 1,36 \text{ kN/m}^2$

Srovnáním výše uvedených hodnot zatížení střechy v nejnepříznivější kombinaci zatížení tj. zatížení stálá + zatížení užité, lze konstatovat, že:

- Užitná zatížení střech $v_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$ jsou beze změny, tedy platná jak v současné době, taktéž platná nadále i v budoucnu a v této hodnotě byla uvažována i v původním statickém výpočtu nosné kce. Hodnota zatížení užitého je tedy pro všechny případy stále stejná. O přetížení konstrukce tedy rozhoduje tíha skladeb.
- Tíha nových, navrhovaných skladeb v kombinaci se zatížením užitným na střeše je $1,36 \text{ kN/m}^2$ (136 kg/m^2). Přitom tíha skladby po úroveň VSŽ plechu, který bude již zachován, je $0,19 \text{ kN/m}^2$ (19 kg/m^2), viz tab.7.

- Toto zatížení novým pláštěm je srovnatelné s hodnotou stávajícího zatížení střešním pláštěm v kombinaci s užitným zatížením na střeše tj. $1,31 \text{ kN/m}^2$ (rozdíl tíhy nové vs. stávající je $1,36 - 1,31 = 0,06 \text{ kN/m}^2 = 6 \text{ kg/m}^2$ je přitížením pro konstrukci, ale je přitížením zanedbatelným). Přitom tíha skladby po úroveň VSŽ plechu, který bude již zachován, je $0,15 \text{ kN/m}^2$ (15 kg/m^2), viz tab.2, respektive $0,27 \text{ kN/m}^2$ (27 kg/m^2), viz tab.4 v oblasti vrchlíku.
- Toto zatížení novým pláštěm je menší než hodnota stávajícího zatížení střešním pláštěm v kombinaci s užitným zatížením na střeše tj. $1,43 \text{ kN/m}^2$ (rozdíl tíhy nové vs. stávající je $1,36 - 1,43 = -0,07 \text{ kN/m}^2 = -7 \text{ kg/m}^2$ a je odlehčením pro konstrukci).
- Toto zatížení novým pláštěm je menší než hodnota původního zatížení střešním pláštěm uvažovaná dle původního statického výpočtu v kombinaci s užitným zatížením na střeše tj. $1,76 \text{ kN/m}^2$ (rozdíl tíhy nové vs. stávající je $1,36 - 1,76 = -0,40 \text{ kN/m}^2 = -40 \text{ kg/m}^2$ a je tedy významným odlehčením pro konstrukci).

Lze tedy konstatovat, že zatížení konstrukce novým střešním pláštěm je srovnatelné oproti stávajícímu stavu (rozdíl 6 kg/m^2 je zanedbatelný), v oblasti vrchlíku střechy je zatížení novým střešním pláštěm o 7 kg/m^2 menší než stávající zatížení.

Dále lze konstatovat, že zatížení novým střešním pláštěm je významně nižší, než zatížení uvažované v původním statickém výpočtu a to o 40 kg/m^2 . Přitom ve všech případech je historicky zatížení užitné na střeše uvažováno vždy stejné hodnoty tj. 75 kg/m^2 . Toto užitné zatížení je vždy větší než zatížení sněhem a to i historicky i v současné době a toto zatížení je tedy rozhodující. Naopak zatížení sněhem nerozhoduje. (Současné působení zatížení užitného a zatížení sněhem na střeše v plné míře nenastane).

Je však otázkou, jaká skutečnost vedla v době výstavby střechy haly ke změně skladby střechy, a s tím spojeným snížením zatížení oproti návrhovému zatížení uvažovaném ve statickém výpočtu. Je tedy relevantní srovnání hodnot nového navrhovaného zatížení novou skladbou a skutečného zatížení stávajícím střešním pláštěm.

POZN. Zatížení větrem na konstrukci kopulovité střechy není rozhodující, na střešní konstrukci působí zejména vztlak větru. (Tlak větru na konstrukci plošně nepůsobí, pouze lokálně v oblasti atik).

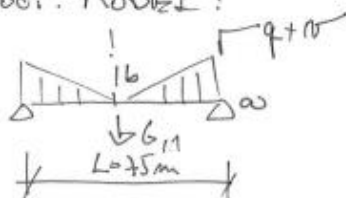
5.2 Výpočet silového zatížení lanové konstrukce a posouzení lan

ÚPŘEDČET SIL V LANĚCH

ZATÍŽENÍ DLE PŘÍJEDNÍHO STAV. ÚPŘEDČETU:

ZATÍŽENÍ STŘEŠE	$q_{přst,k} = 1,01 \text{ kN/m}^2$	$\gamma_F = 1,24$	$q_{d,k} = 1,24 \text{ kN/m}^2$	
VĚTRNÁ OK	$q_{vř.l.k} = 0,25 \text{ kN/m}^2$	$\gamma_F = 1,1$	$q_{vř.l.d} = 0,27 \text{ kN/m}^2$	
UČETNÍ ZAT.	$\sigma_{k,k} = 0,75 \text{ kN/m}^2$	$\gamma_F = 1,50$	$\sigma_{d,k} = 1,125 \text{ kN/m}^2$	
35 kN/21 lan	KOSTKA 3,5t	$G_{k,1} = 1,4 \text{ kN}$	$\gamma_F = 1,50$	$G_{d,1} = 2,1 \text{ kN}$

ÚPŘEDČET. MODEL:



OKRSL. POHLED:

$$M_{g,b,d} = \frac{1}{4} \cdot G_{d,1} \cdot L + \frac{1}{24} \cdot (q_{vř.l,d} + q_{d,k} + \sigma_{d,k}) \cdot L^2 = \frac{1}{4} \cdot 2,1 \cdot 7,5 + \frac{1}{24} \cdot (1,27 + 0,28 + 1,125) \cdot 7,5^2 = 4,4 + 630 = \underline{\underline{677 \text{ kNm}}}$$



VZEPŘÍMÍ H. LANA $f_H = 2,2 \text{ m}$
 — II — D. LANA $f_D = 3,9 \text{ m}$

NORM. SILA V HORNÍM LANĚ: $N_{H,d} = -\frac{M_{g,b,d}}{f_H} = -\frac{677}{2,2} = 307 \text{ kN}$

— II — V DOLEVNÍM LANĚ: $N_{D,d} = \frac{f_H}{f_D} \cdot \frac{M_{g,b,d}}{f_H} = \frac{677}{3,9} = 173 \text{ kN}$

DLE PŘÍJ. STAV. ÚPŘEDČETU JE KRITÉRIUM:

- Velikost předpětí v H. laně při uvažování 10% relaxaci při plném zatížení stálým, stačíma až. zatížením: 475 kN TMM .
- Velikost kalové síly v D laně je pak: $\text{TMM } 1027,9 \text{ kN}$

ÚPŘEDČET. ÚNOSNOST D. LANA: $N_{D,k} = 582 \text{ kN}$
 H. LANA: $N_{H,k} = 1094 \text{ kN}$

PODÍL PŘEDPĚTÍ V LANECH:

$$\text{H. lano : } 445 \text{ kN} + 307 \text{ kN} = 752 \text{ kN} > 813 \text{ kN}$$

$$\text{D. lano : } 1027,9 \text{ kN} - 173 \text{ kN} = 854 \text{ kN}$$

PŘEDP. SÍLA V H. I DOLNÍM LANĚ MUSÍ BÝT
STEJNÁ. ODCETLKA JE $\sim 4,5\%$, PŘEDP. SÍLA
JE COŽ $820 \text{ kN} = F_{pr}$

POSUDEK LAN:

$$\text{HORNÍ LANO : } F_{pr} - N_{h,d} < N_{u,h}$$

$$820 \text{ kN} - 307 \text{ kN} < 582 \text{ kN}$$

$$513 \text{ kN} < 582 \text{ kN}$$

OKAY!

DOLNÍ LANO:

$$F_{pr} + N_{d,d} < N_{u,d}$$

$$820 + 173 < 1094$$

$$993 \text{ kN} < 1094 \text{ kN}$$

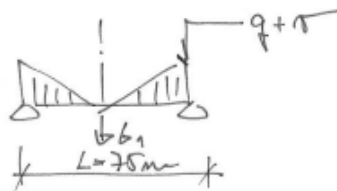
OKAY!

VÝPOČET SIL V LANECH

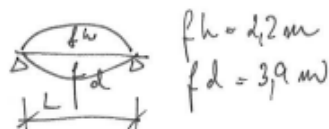
ΣΑΤΙΣΕΩΝΙ! ΝΟΥΑ! ΣΚΛΑΔΙΣΑ + ΑΕΙΩΜΕΣ ΣΑΤΙΣΕΩΝΙ!

ΣΑΤΙΣΕΩΝΙ! ΣΤΑΛΑ!	$q_{1, \text{mor}, k} = 0,61 \text{ kN/m}^2$	$\gamma_F = 1,35$	$q_{1, \text{mor}, d} = 0,82 \text{ kN/m}^2$
ΣΑΤΙΣΕ. ΥΠΕΡΤΗΛΑ ΟΚ :	$q_{1, \text{rel}, k, d} = 0,25 \text{ kN/m}^2$	$\gamma_F = 1,10$	$q_{1, \text{rel}, k, d} = 0,28 \text{ kN/m}^2$
ΣΑΤΙΣΕ. ΑΕΙΩΜΕΣ :	$\pi_{k, d} = 0,75 \text{ kN/m}^2$	$\gamma_F = 1,50$	$\pi_{d, d} = 1,125 \text{ kN/m}^2$
ΚΟΣΤΟΣ (ΝΑ 1 ΛΑΝ. ΔΥΟΚΕΙ)	$G_{k, 1} = 1,7 \text{ kN}$	$\gamma_F = 1,50$	$G_{d, 1} = 2,55 \text{ kN}$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕ ΜΟΔΕΛ:



$$M_{g, b, d} = \frac{1}{4} \cdot G_{d, 1} \cdot L + \frac{1}{24} \cdot (q_{1, \text{rel}, k, d} + q_{1, \text{mor}, d} + \pi_{d, d}) \cdot L^2 = \frac{1}{4} \cdot 2,55 \cdot 7,5 + \frac{1}{24} \cdot (0,28 + 0,82 + 1,125) \cdot 7,5^2 = 4,7 + 52,2 = 57,0 \text{ kNm}$$



ΝΟΜ. ΣΙΛΑ U H. ΛΑΝΕ

$$N_{h, d} = \frac{M_{g, b, d}}{f_h} = \frac{57,0}{2,2} = 260 \text{ kN}$$

ΝΟΜ. ΣΙΛΑ U D. ΛΑΝΕ

$$N_{d, d} = \frac{-11-}{f_d} = \frac{57,0}{3,90} = 147 \text{ kN}$$

ΠΡΕΔΠΕΤΙ U ΛΑΝΕΧΙ: $F_{pñ} = 820 \text{ kN}$

ΠΟΣΥΔΕΚ ΛΑΝ:

ΜΟΔΥΜΙ ΛΑΝΟ:

$$F_{pñ} - N_{h, d} < N_{u, h} \\ 820 - 260 < 582 \\ 560 \text{ kN} < 582 \text{ kN} \quad \text{ΠΛΑΤΙ!} \quad \circ$$

ΔΟΜΥΜΙ ΛΑΝΟ :

$$F_{pñ} + N_{d, d} < N_{u, d} \\ 820 + 147 < 1094 \\ 967 \text{ kN} < 1094 \text{ kN} \quad \text{ΠΛΑΤΙ!} \quad \circ$$

Tahové síly v lanech jsou menší než výpočtové únosnosti lan, posudek je vyhovující!

6. Závěr:

6.1 Výměna střešního pláště

Předmětem statického posouzení byla nosná konstrukce haly Rondo v Brně, konkrétně její kopulovitá střecha, jejíž nosná část je tvořena předepnutou lanovou konstrukcí. Cílem statického posouzení bylo posouzení konstrukce střechy za účelem plánované rekonstrukce stávajícího střešního pláště, konkrétně výměnou za nový střešní plášť.

Statickým výpočtem je prokázáno, že zatížení nově navrhovaným střešním pláštěm je co do velikosti srovnatelné se zatížením stávajícím pláštěm, konstrukce tedy nebude novou skladbou střešního pláště přetížena. Statickým výpočtem také byly stanoveny síly do lan lanové konstrukce střechy a porovnány s jejich únosností. Síly stanovené statickým výpočtem do horního i dolního lana jsou menší než únosnost lan, tudíž vyhovující.

Ve statickém posudku byla posouzena nová skladba střešního pláště, kterým bude nahrazena skladba střešního pláště stávající. Posuzovaná nová skladba střešního pláště bude provedena v tomto materiálovém složení dle tab. :

Navrhovaná, nová skladba střešního pláště SN03:

SKLADBA ŠIKMÉ A KOPULOVITÉ STŘECHY ARÉNY - SONDA 4, 5, 6, 7				
ozn.	funkce vrstvy	typ	tloušťka (mm)	stav vrstev
SN 03		exteriér		
	hydroizolační vrstva	fólie z měkčeného PVC (PVC-P) - polyesterová výztužná vložka určená pro fixaci mechanickým kotvením - minimální reakce na oheň E - odolná vůči UV záření - mechanicky kotvit	1,8	202,25 nové vrstvy ^{11, 21, 31}
	separační vrstva	netkaná textilie ze skleněných vláken - jednotlivé pásy textilie budou pokládány s přesahem - plošná hmotnost 120 g/m ²	-	
	tepelněizolační vrstva	pěnový polystyren - napětí v tlaku při 10% deformaci 150 kPa - součinitel tepelné vodivosti $\lambda \leq 0,035$ W/mK - minimální třída reakce na oheň E - nízká objemová hmotnost cca do 23-25 kg/m ³ - mechanicky kotvit	60	
	tepelněizolační vrstva	pěnový polystyren - napětí v tlaku při 10% deformaci 100 kPa - součinitel tepelné vodivosti $\lambda \leq 0,032$ W/mK - minimální třída reakce na oheň E - nízká objemová hmotnost cca do 18-20 kg/m ³ - mechanicky kotvit	80	
	tepelněizolační vrstva	čedičová minerální vlna - tl. 2x 30 mm - součinitel tepelné vodivosti $\lambda \leq 0,037$ W/mK - napětí v tlaku při 10% deformaci 20 kPa - třída reakce na oheň A1 - objemová hmotnost cca 100-142 kg/m ³ - mechanicky kotvit	60	
	parotěsnicí vrstva	samolepící pás z SBS modifikovaného asfaltu - nosná vložka ze skleněné mřížky sřížkové s hliníkovou fólií - ekvivalentní difúzní tloušťka $s_d \geq 1500$ m - výhřevnost $< 11,6$ kJ/m ² - minimální třída reakce na oheň E	0,45	
	penetrační vrstva	asfaltová penetrační emulze bez obsahu rozpouštědel - podklad určený k nanesení penetrace čistý, suchý, soudržný a bez ostrých výčnělků	-	
	nosná vrstva	trapezový plech - horní vlny zaklopené rovnými pláty plechu - po odstranění horních vrstev se můžou nalézt lokální porušení, tyto místa je potřeba obrousit, očistit a provést nátěr kategorie korozní agresivity pro stupeň C3. Pokud budou porušeny ve větší míře, tak budou nahrazeny plechem stejného nebo staticky a geometricky podobného typu - cca 1000 m ² .	~ 1	~1 stávající vrstvy
interiér			celkem	~ 203,25

Při rekonstrukci je v rámci demoličních prací uvažováno s odstraněním veškerých vrstev stávajícího střešního pláště od vrchní vrstvy až po nosný ocelový trapézový plech VSŽ, který již zůstane v rámci skladby zachován. Tento VSŽ plech bude případně lokálně opraven, případně nahrazen novým plechem stejného nebo staticky a geometricky podobného typu, pokud budou po demontáži skladby střechy zjištěny jeho poruchy.

Při demolici střešního pláště nesmí docházet k hromadění suti a stavebního materiálu na ploše střechy. Toto musí být kontinuálně odstraňováno a sneseno mimo plochu střechy.

Při rekonstrukci střechy je dovoleno plošné zatížení střešního TR plechu rovnoměrným zatížením max. 100 kg/m².

6.2 Zhodnocení stavebně technického stavu konstrukce na základě prohlídky

Součástí tohoto statického posouzení je také zhodnocení stavebně - technického stavu nosné lanové konstrukce střechy na základě provedené prohlídky statikem v 04/2023. Prohlídka konstrukce byla provedena s cílem odhalení případných vad, poruch, deformací nosné ocelové konstrukce a zjištění rozsahu případné koroze nosné konstrukce. Prohlídka konstrukce byla provedena vizuální kontrolou nosné konstrukce, při níž byly ověřeny m.j. také některé geometrické charakteristiky konstrukce či průřezů, potřebné pro posouzení konstrukce při výměně pláště.

Na základě provedené prohlídky nosné konstrukce lanové střechy lze konstatovat, že nosná konstrukce střechy nevykazuje viditelných vad a poruch ať už globálního či lokálního charakteru. Při vizuální prohlídce nebylo patrné mechanické porušení konstrukce ať už lokálních, dílčích částí, či jako celku. Nebyly patrné nadměrné deformace konstrukce (konstrukce však v době prohlídky byla zatížena pouze vlastní tíhou a skladbou střešního pláště, bez užitného zatížení, či klimatického zatížení sněhem či větrem). Na viditelných částech konstrukce nebyly zjištěny poruchy koroze ať už zatékáním srážkové vody nevyhovujícím střešním pláštěm, či kondenzací v konstrukci. Nebylo zjištěno poškození nátěrového systému ocelových konstrukcí, stáří nátěrového systému je cca 15let.

Lze konstatovat, že konstrukce je i nadále schopna plnit svoji funkci a účel pro který byla navržena. Konstrukce je schopna nadále přenášet zatížení na které byla navržena, tj. zatížení vlastní tíhou, stálým zatížením skladbou střešního pláště (nová skladba pláště po rekonstrukci o plošné tíze 0,19kN/m² (skladba nad VSŽ plechem)), užitným zatížením střech kat. H, dle ČSN EN 1991-1 hodnoty 0,75kN/m² a zatížení větrem dle ČSN EN 1991-1-4/2007 větrová oblast II. (Brno), kategorie terénu IV, v_{bo} = 25m/s. Konstrukce je nadále schopna přenášet zatížení sněhem pro oblast I. (Brno), s_k = 0,70kN/m², kdy toto zatížení je menší než hodnota užitného zatížení střech, tudíž pro posouzení konstrukce není rozhodující. Konstrukce je stabilní.

Případné zatížení konstrukce nad rámec výše uvedeného zatížení např., zatížení zavěšením audiovizuální, multimediální aj. techniky pro koncertní a jiná kulturní vystoupení je nutné staticky posoudit individuálně !!!

Po odstranění skladeb stávajícího střešního pláště v rámci plánované rekonstrukce střechy, je nutné provedení kontroly a posouzení stavebně technického stavu

konstrukcí, které byly střešním pláštěm zakryté, statikem. Případné vady a poruchy pak neprodleně řešit se statikem.

V rámci prohlídky nosné konstrukce byla provedena také prohlídka ochozu, který navazuje na lanovou konstrukci střechy. Prohlídka byla zaměřena na ocelovou konstrukci ochozu a konstrukci střechy ochozu. Na základě prohlídky lze konstatovat, že nosná OK je v dobrém stavu, bez známek mechanického poškození, bez známek nadměrných deformací, viditelné části konstrukce nejsou napadeny a poškozeny korozí. Konstrukce skryté ve stěnovém opláštění, podlaze či střeše nebyly co se týká koroze zkoumány. Ve střešním trapézovém plechu jsou necitlivě provedeny prostupy nad střechu, trapézový plech je v těchto místech deformován, některé prostupy nejsou zakryty např. stříškou. Nosná konstrukce ochozu je však stabilní, schopná přenášet uvažované zatížení a plnit svoji funkci. Otázkou je stavebně-technický stav zakrytých částí konstrukce, např. těch v obvodovém plášti, který je z hlediska tepelně technického a stavebně fyzikálního nevyhovující, na mnoha místech je degradována spárová hmota a do pláště zatéká.

V Brně, Květen 2023

Ing. Jaromír Šmerda
HURYTA s.r.o.

Přílohy: Fotodokumentace stávajícího stavu 04/2023

Příloha: fotodokumentace stávajícího stavu 04/2023



Foto. č.1 Pohled na střechu směrem od dešťového žlabu k vrchlíku



Foto. č.2 Pohled na střechu, dešťový žlab

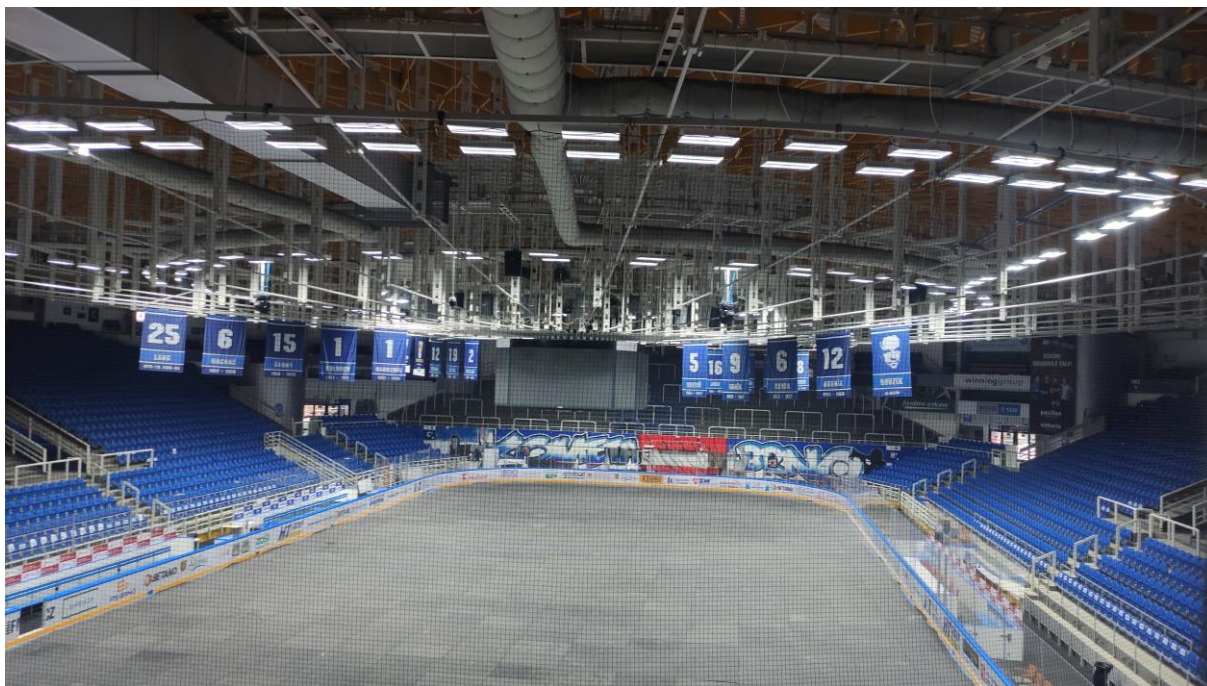


Foto. č.3 Celkový pohled na nosnou lanovou konstrukci z interieru směrem ke středu

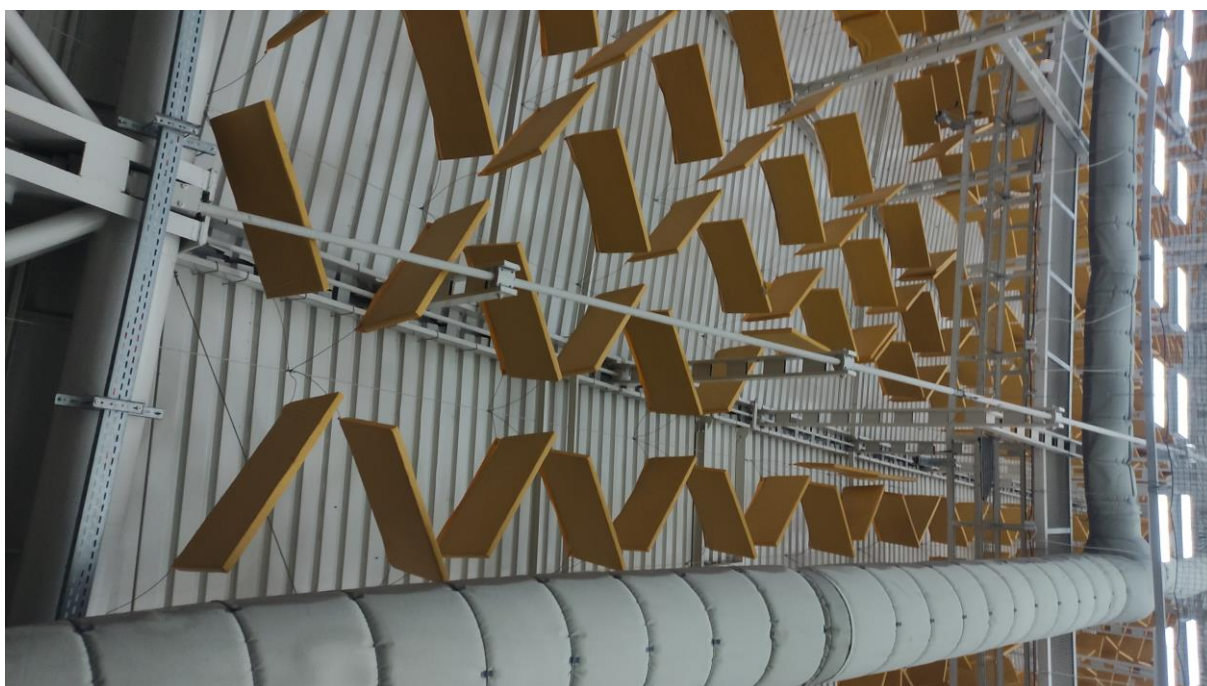


Foto. č.4 Pohled na spodní líc střešní konstrukce – patrný VSŽ plech, zavěšený akustický podhled a VZT potrubí



Foto. č.5 Detailní pohled na spodní líc střešní konstrukce – patrný VSŽ plech, vedení horního nosného lana, vaznice, kotvení VSŽ plechu

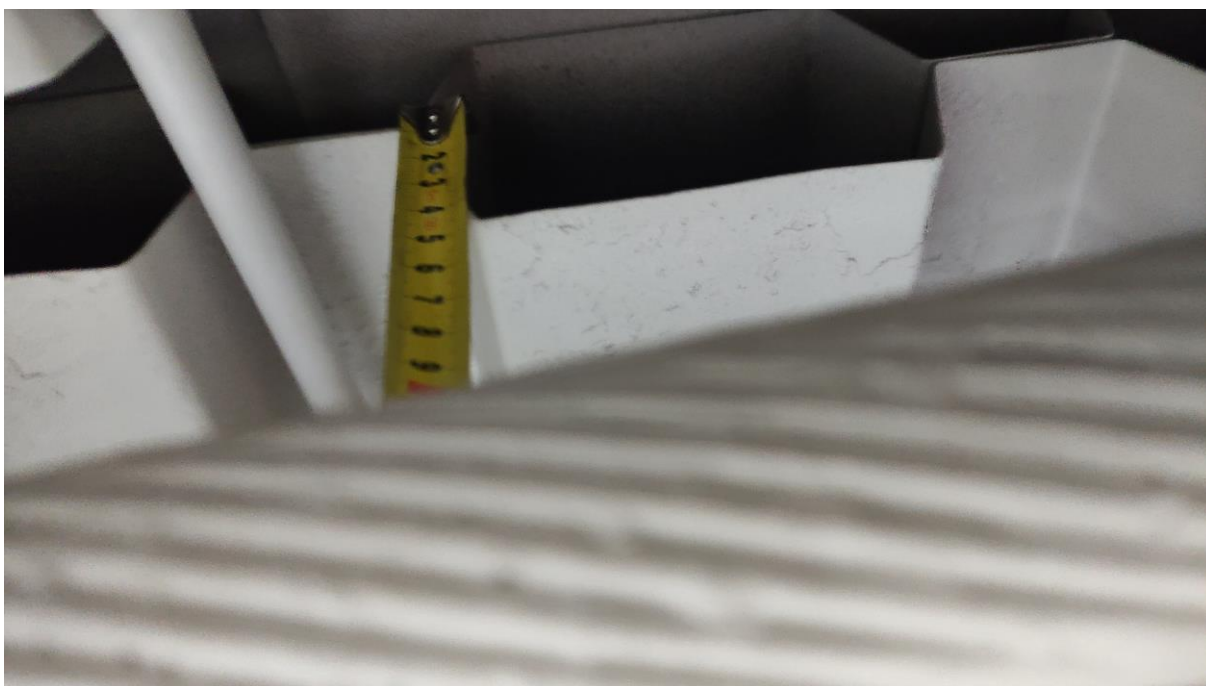


Foto. č.6 Detailní pohled na spodní líc střešní konstrukce – patrný VSŽ plech, skladba dvou VSŽ plechů na sobě

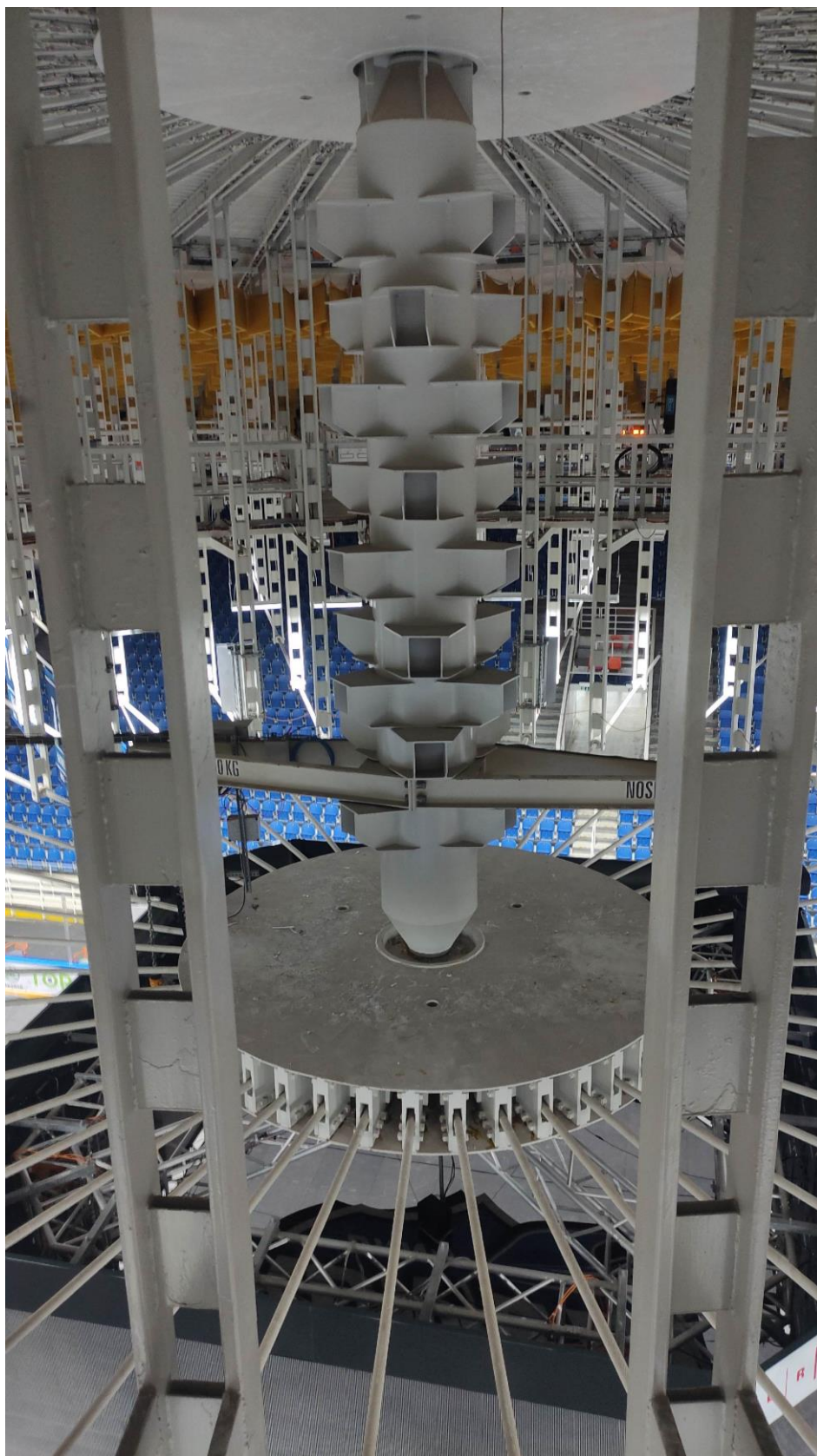


Foto. č.7 Detailní pohled na rozpínací vřeteno a kotevní prstence horních a dolních lan



Foto. č.8 Detailní pohled na rozpínací vřeteno a kotevní prstence horních lan

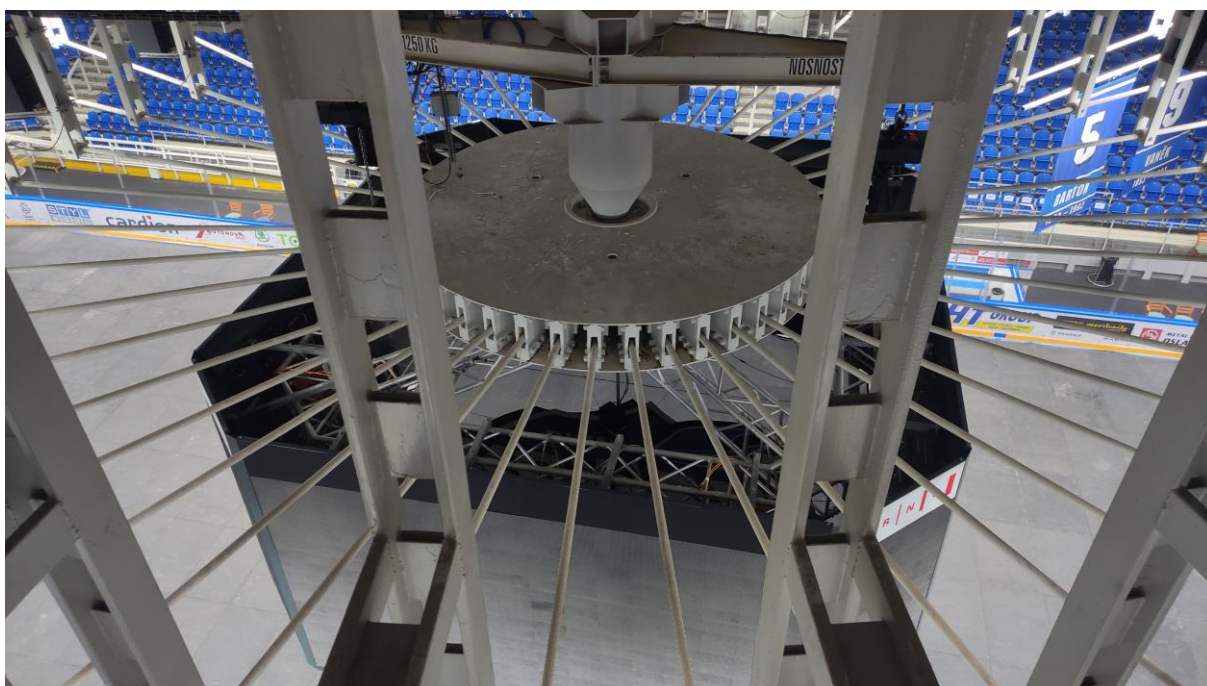


Foto. č.9 Detailní pohled na rozpínací vřeteno a kotevní prstence dolních lan

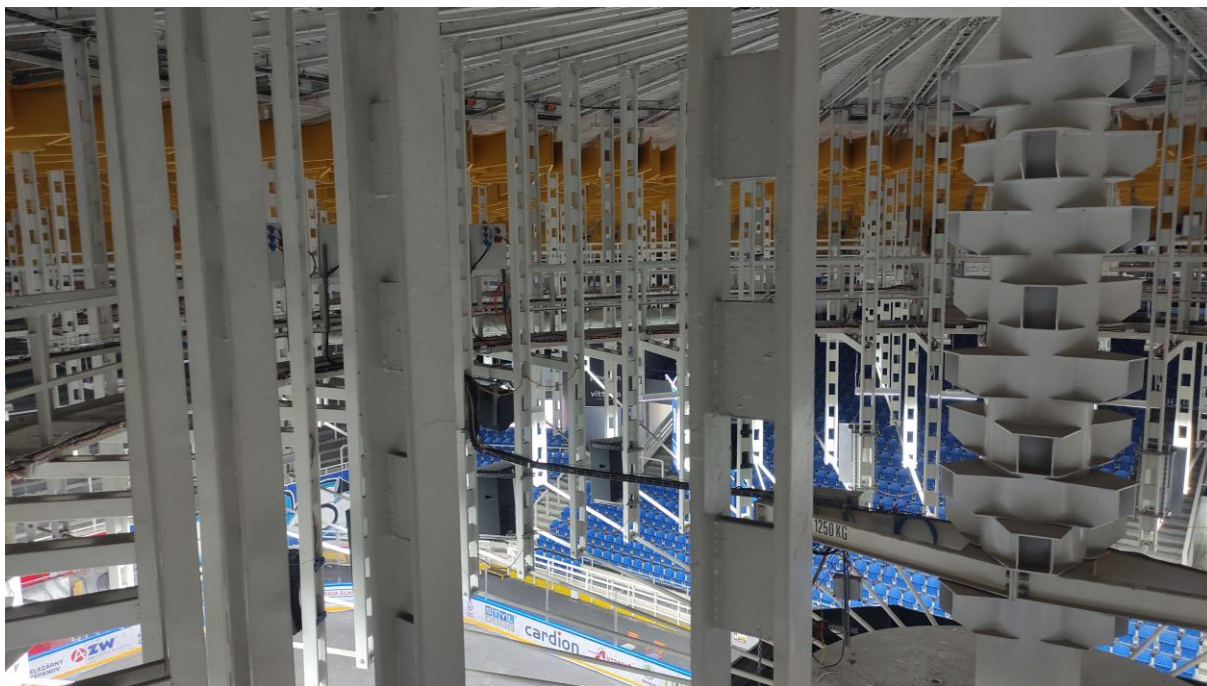


Foto. č.10 Detailní pohled na rozpínací vřeteno a svislice mezi horními a dolními lany

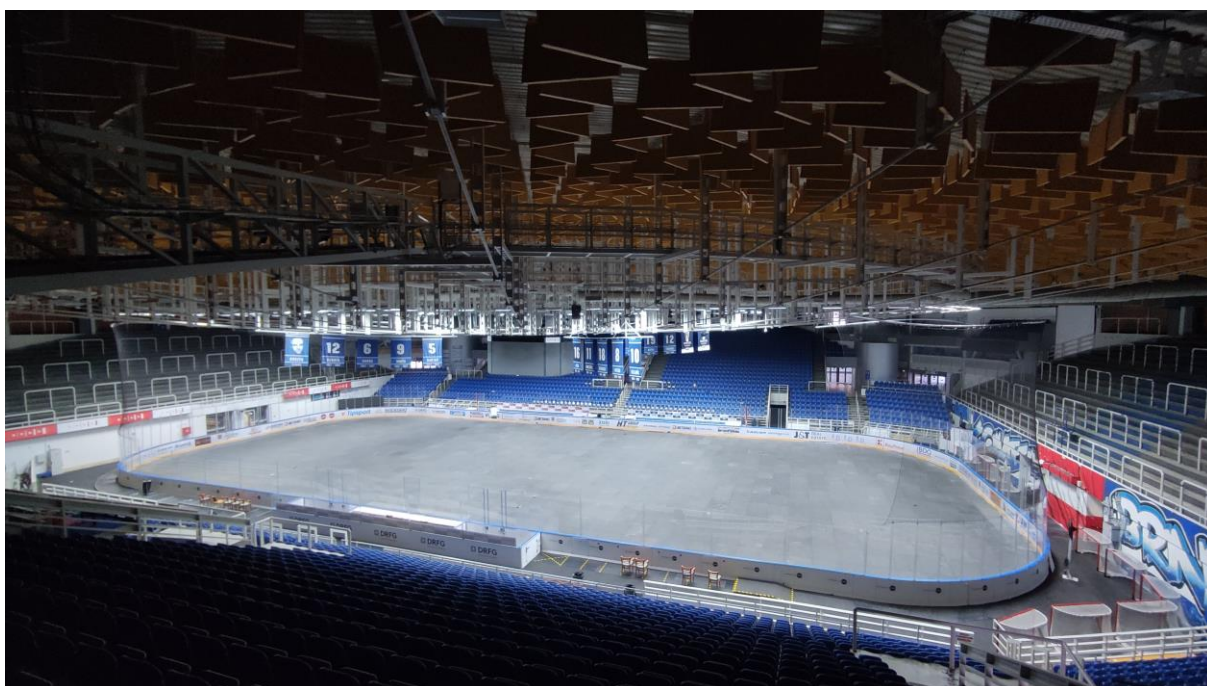


Foto. č.11 Pohled na konstrukci střechy z interieru



Foto. č.12 Detailní pohled příhradovou konstrukci – obvodový prstenec



Foto. č.13 Detailní pohled příhradovou konstrukci – obvodový prstenec a spodní líc dešťového žlabu

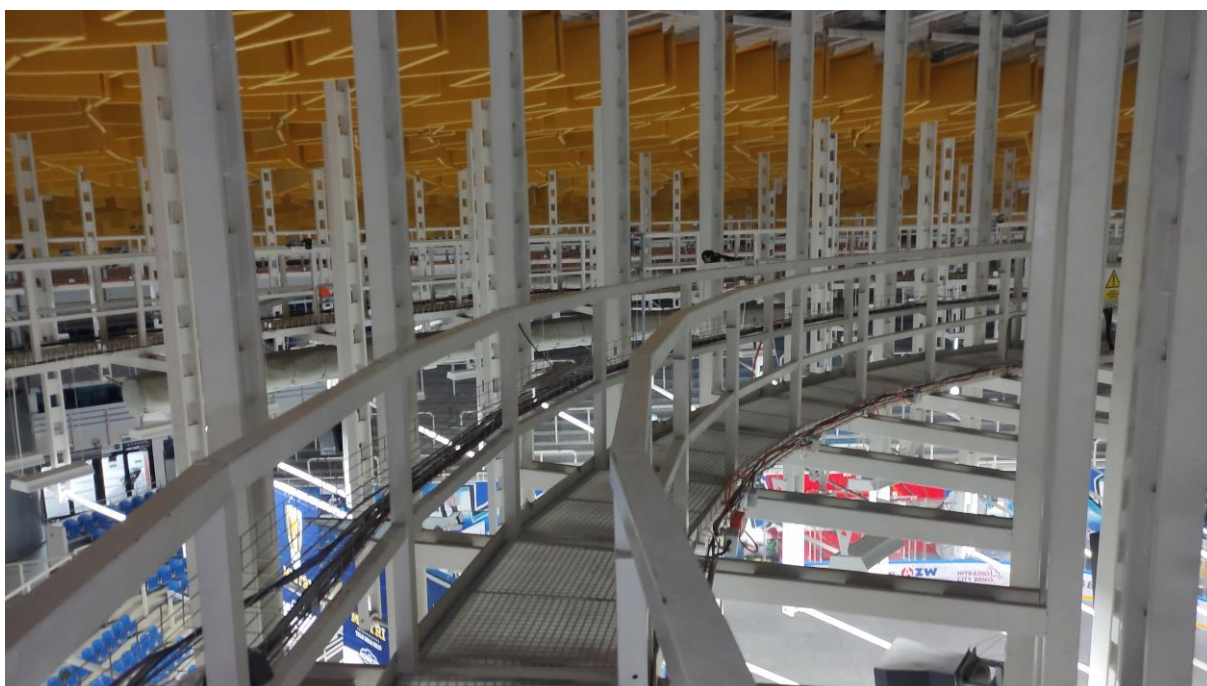


Foto. č.14 Pohled na revizní a obslužnou lávku pod střechou



Foto. č.15 Detailní pohled příhradovou konstrukci – obvodový prstenec a jeho uložení na sloupy



Foto. č.16 Detailní pohled na střešní konstrukci ochozu, prostup TR plechem bez podepření ocelovou výměnou



Foto. č.17 Detailní pohled na střešní konstrukci ochozu, prostup TR plechem a střechou bez zakrytí stříškou



Foto. č.18 Detailní pohled na střešní konstrukci ochozu, prostup TR plechem a střechou necitlivě proveden, TR deformován



Foto. č.19 Detailní pohled na obvodový plášť ochozu z keramických tvarovek kotvených na ocelové paždíky a pomocnou OK