



HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Dani Hrvatske komore inženjera građevinarstva 2020.

ALUMINIJSKE KROVNE KUPOLE NA SPREMNICIMA ZA SKLADIŠTENJE TEKUĆINA

Josip Pišković, Mario Bajsić, Vedran Slunjski

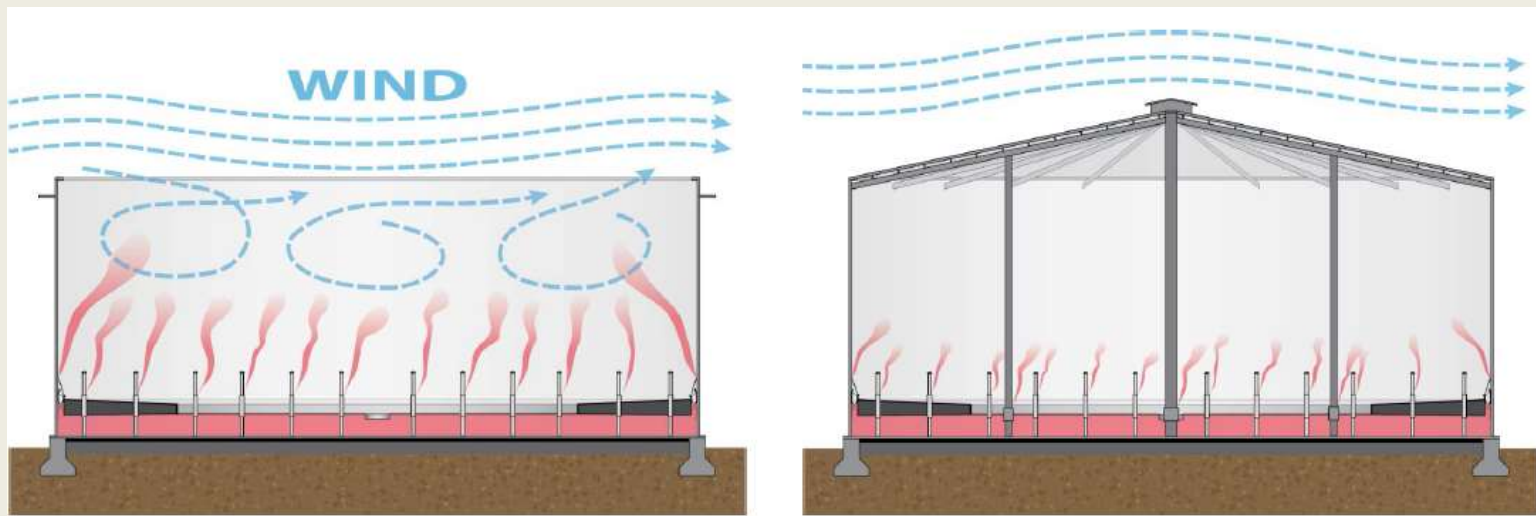
dr.sc. Josip Pišković, mag.ing.aedif., IVICOM Consulting d.o.o., Zagreb

Mario Bajsić, dipl.ing.građ, IVICOM Consulting d.o.o., Zagreb

Vedran Slunjski, mag.ing.aedif. IVICOM Consulting d.o.o., Zagreb

UVOD

- na čeličnim spremnicima naftnih derivata kao zaštita od atmosferilija unutrašnjosti spremnika
- koriste se u kombinaciji s unutarnjim plivajućim krovovima koji značajno smanjuju gubitke medija uslijed isparavanja
- Vrlo lagane konstrukcije raspona do 60 m
- Masa s pokrovom 5-15 kg/m²



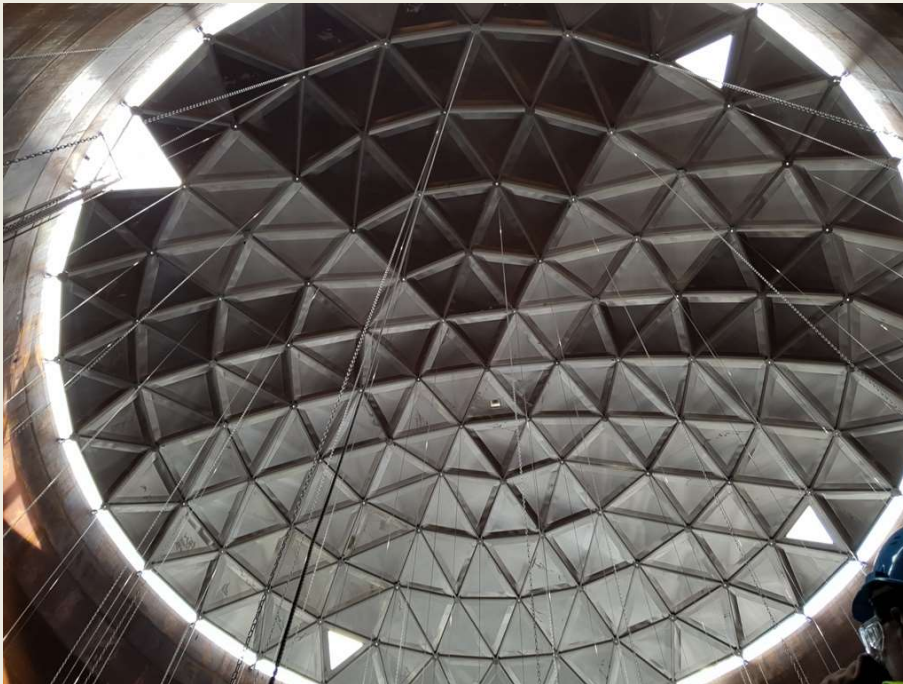
IZVEDBA NA NOVIM SPREMNICIMA

- Krovna kupola i plivajući krov



IZVEDBA NA NOVIM SPREMNICIMA

- Krovna kupola i plivajući krov



IZVEDBA NA NOVIM SPREMNICIMA

- Priključci



NOVI SPREMNICI

- Probno ispitivanje krova



IZV. NA POST. SPREMNICIMA

- Postojeći spremnik s vanjskim plutajućim krovom



IZV. NA POST. SPREMNICIMA

- Izvedba nove alumunijske kupole



IZV. NA POST. SPREMNICIMA

- Zaštita od prodiranje vode u skladišteni medij kroz plutajući krov.
- Produljena trajnost plutajućeg krova i plašta spremnika obzirom da su zaštićeni od atmosferskih utjecaja s unutarnje strane.
- Smanjeni troškovi održavanja zbog uklanjanja kliznih ljestava, primarne drenaže plivajućeg krova i zglobne cijevi za ispušt oborinske vode, te dišnih ventila brtvenog prostora sa zaustavljačima plamena
- Nesmetano korištenje postojećeg radarskog sustava i uređaja za prevenciju prepunjenja spremnika.

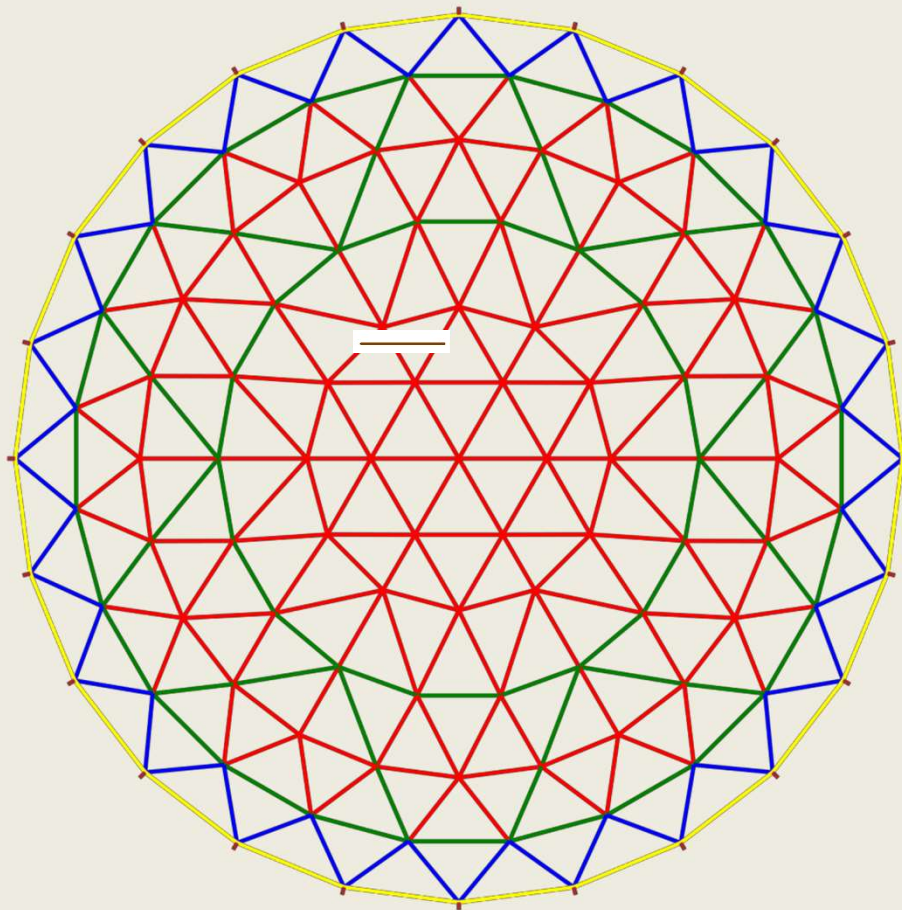


IZV. NA POST. SPREMNICIMA

- Uzimanje uzoraka s krovne platforme bez potrebe za silaženjem na plutajući krov spremnika povećava se sigurnost u smislu zaštite na radu i zaštite od požara.
- Vizualni pregled krova i brtve plivajućeg krova omogućen je s hodne staze kroz otvore za pregled na krovnoj kupoli koji su raspoređeni jednoliko po opsegu spremnika
- Pristup na plutajući krov u slučaju kada je spremnik ispražnjen i potpuno odzračen omogućen je s donje strane plivajućeg krova kroz otvor na plutajućem krovu s „brodskim poklopcem“ koji ima mogućnost otvaranja s gornje i donje strane

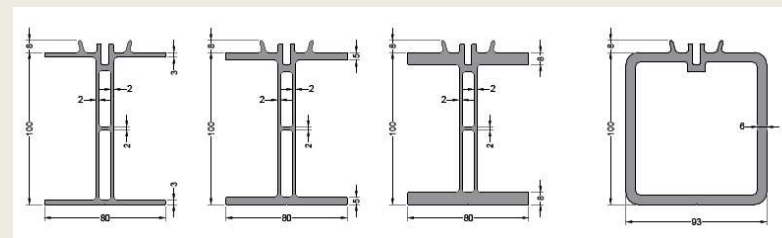


Odabir poprečnih presjeka



LEGENDA

PRESJEK 11
PRESJEK 12
PRESJEK 13
PRESJEK 35
PRESJEK SB02



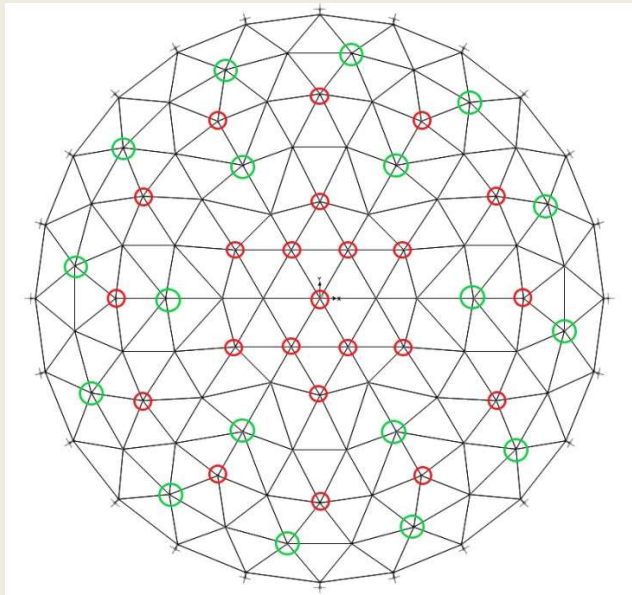
Karakteristike i oprema

- Klizni/fiksni ležajevi Krovni paneli
- Svjetlarnici
- Otvori za pregled unutrašnjosti spremnika
- Priključci na krovu
 - MJERILO NIVOVA U SPREMNIKU
 - INDIKATOR VISOKOG NIVOVA U SPREMNIKU
 - Cijev za uzimanje uzoraka
 - UV/IR DETEKTORI



Opterećenja

- **Stalno opterećenje (D)** - Vlastita težina elemenata krova
- **Korisno opterećenje na krovu (LL)** – 0,5 – 1,0 kN/m²
- **Stalno opterećenje na plutajućem krovu (Df)**



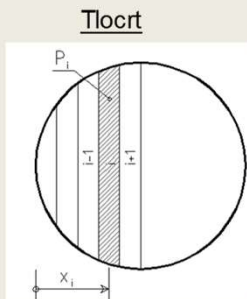
Opterećenja

- Korisno opterećenje na plutajućem krovu (LLf)

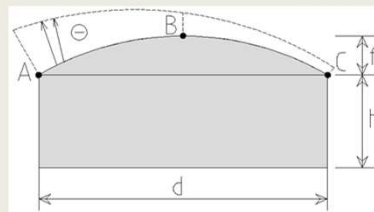
Korisno opterećenje na krovu iznosi $0,24 \text{ kN/m}^2$

Vjetar (W)

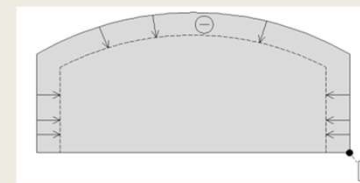
Skica



Raspodijela vanjskih tlakova



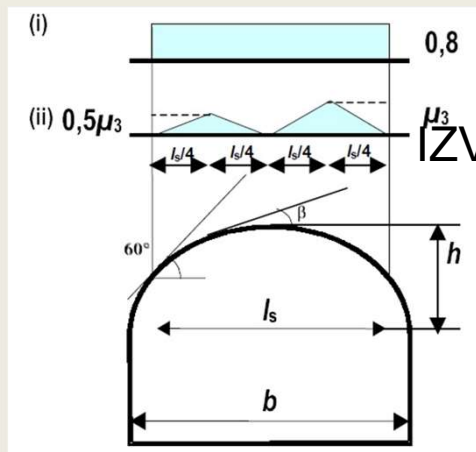
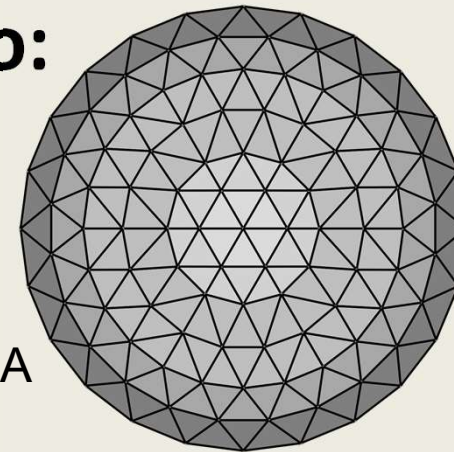
Raspodijela unutarnjih tlakova



Opterećenja

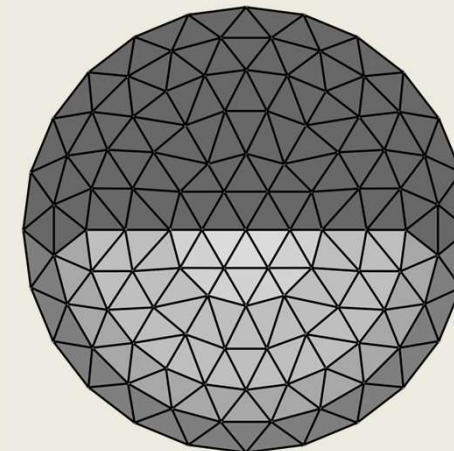
- Snijeg (S)

-simetrično:



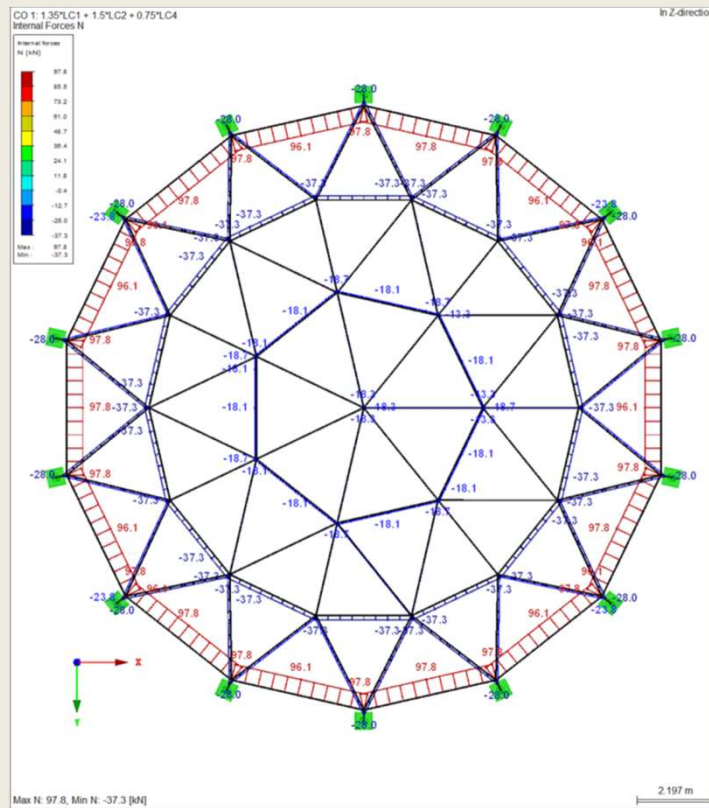
IZV. NA POST. SPREMNICIMA

nesimetrično



Dimenzioniranje konstrukcije

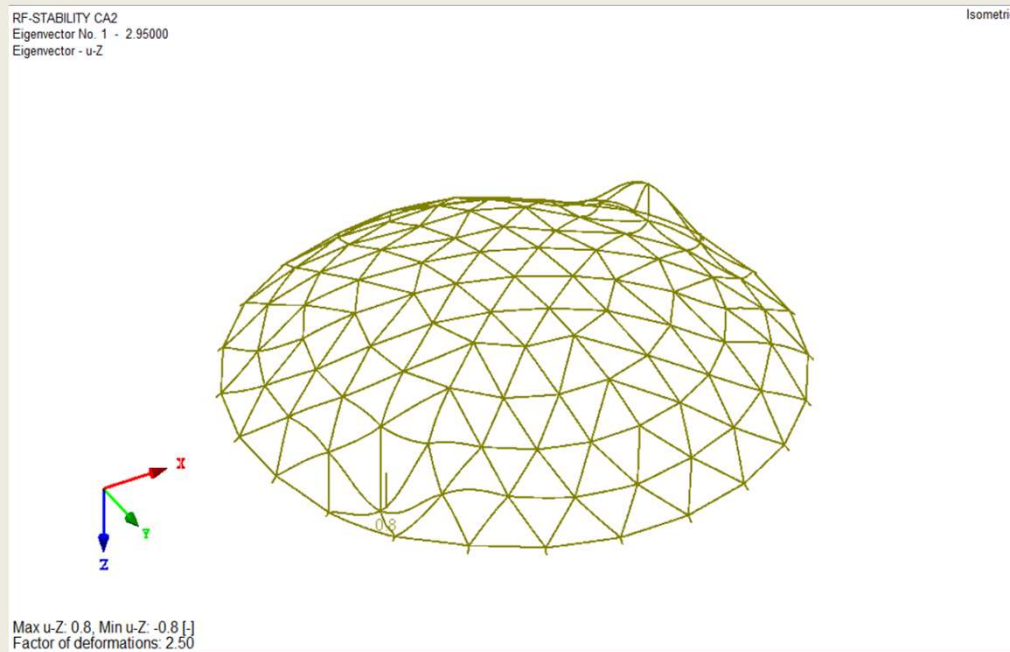
- HRN EN 1999-1-1



2.4 Design by Member													
Member	Location	LC/CO/	Design		Equation	Description							
No.	x [m]	RC			No.								
A			8.56	cm ²	$W_{eff,y}$	23.21	cm ²	$W_{eff,z}$	5.17	cm ²			
A_{eff}			5.77	cm ²	$W_{eff,y}$	28.13	cm ²	$W_{eff,z}$	6.64	cm ²			
N_{Ed}			131.1	kN	$M_{Ed,y,Ed}$	5.3	kNm	$M_{Ed,z,Ed}$	1.2	kNm			
ψ			1.000		$M_{Ed,y,Ed}$	5.3	kNm	$M_{Ed,z,Ed}$	1.2	kNm			
V_{Ed}			1.3	kN	V_{Ed}	0.5	kN	η_{Nz}		0.28			
$A_{s,t}$			3.55	cm ²	$A_{s,t}$	3.76	cm ²	η_{Nz}		0.06			
$t_{c,t}$			2.0	mm	$t_{c,t}$	3.0	mm	η_{Nz}		0.18			
T_{Ed}			0.05	kN/cm ²	$T_{c,t,Ed}$	0.03	kN/cm ²	η		0.70			
0.683		CO1	0.54		≤ 1	331)	Stability analysis - Bending about y-axis and compression acc. to 6.3.3						
Material Properties - Aluminum EN-AW 6082 (EP,ET) T6													
E		7000.00		kN/cm ²	G	2700.00		kN/cm ²					
Thickness range t ≤ 5 mm													
f_y	25.00		kN/cm ²		$f_{y,Red}$	18.50		kN/cm ²		BC	A (1)		
f_u	29.00		kN/cm ²		$\rho_{y,Red}$	0.500							
$f_{y,Red}$	12.50		kN/cm ²		$\rho_{y,Red}$	0.640							
Thickness range t > 5 mm and t ≤ 15 mm													
f_y	26.00		kN/cm ²		$f_{y,Red}$	18.50		kN/cm ²		BC	A (1)		
f_u	31.00		kN/cm ²		$\rho_{y,Red}$	0.480							
$f_{y,Red}$	12.50		kN/cm ²		$\rho_{y,Red}$	0.600							
Cross-Section Properties - BOX(A) 80/3/2/8/100/80/3/0/0													
Cross-Section Type	General		z_y		50.0		mm		z_{zy}	0.0		mm	
A	8.56		cm ²		I_y	40.5		mm		I_{yy}	573.71		cm ⁴
A_{eff}	4.80		cm ²		I_z	17.6		mm		I_{zz}	0.0		mm
$A_{s,t}$	3.76		cm ²		$S_{eff,y}$	28.13		cm ³		R_y	0.0		mm
I_y	140.63		cm ⁴		$S_{eff,z}$	6.64		cm ³		Q_z	8.03		cm ³
I_z	26.55		cm ⁴		$W_{eff,y}$	32.12		cm ²		Q_y	2.87		cm ³
I_t	3.82		cm ⁴		$W_{pl,z}$	11.48		cm ²					
y_s	0.0		mm		$y_{pl,z}$	0.0		mm					
Design Internal Forces													
N_{Ed}	-37.3		kN		$V_{c,Ed}$	1.0		kN		$M_{c,Ed}$	-0.1		kNm
$V_{c,Ed}$	0.3		kN		T_{Ed}	0.0		kNm		$M_{c,Ed}$	0.0		kNm
Element No 1													
ε	1.000				$\sigma_{Ed,A,1,Ed}$	-6.50		kN/cm ²		$\beta_{Ed,1,Ed}$	11.333		
$C_{1,Ed}$	10.000				$\sigma_{Ed,B,1,Ed}$	-6.50		kN/cm ²		$\rho_{Ed,1,Ed}$	0.696		
$C_{2,Ed}$	24.000				$W_{pl,1,Ed}$	1.000				$t_{c,1,Ed}$	2.1		mm

Stabilnost

- Proračun globalnog izvijanja kupole nelinearnom analizom izvijanja povećanjem opterećenja do otkazivanja



Ventilacija

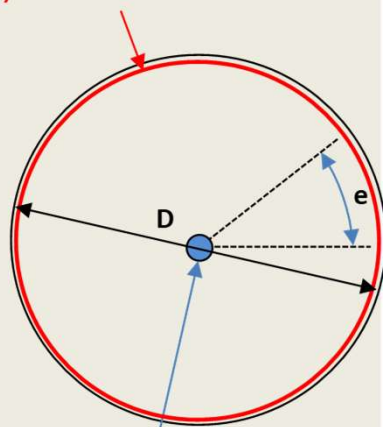
- Prostor između površine plutajućeg krova i krovne kupole slobodno ventiliran prema HRN EN 14015 odnosno API 650
- Potrebno je osigurati otvore dovoljne veličine po opsegu (rubu) krova te centralni otvor u tjemenu.
- Dimenzionirati na stvaranje podtlaka i nadtlaka prilikom pražnjenja i punjenja spremnika i temperaturnih širenja i skupljanja



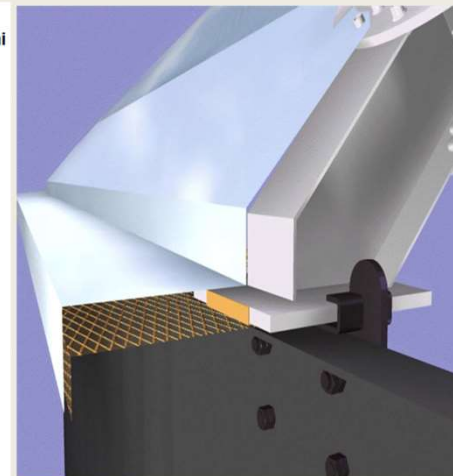
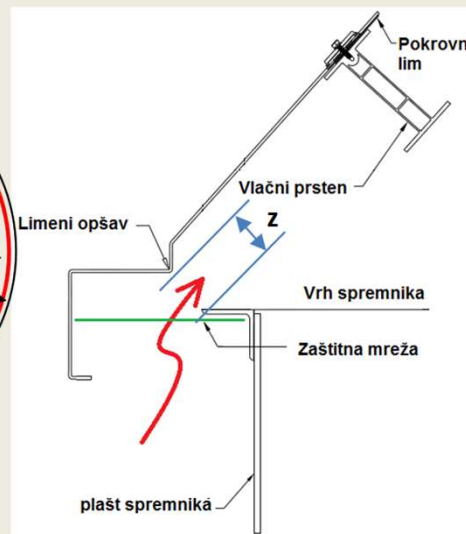
Normalna i sigurnosna ventilacija

- Protok uslijed punjenja i pražnjenja
- Protoci uslijed temperaturnih promjena
- Sigurnosna ventilacija u slučaju požara

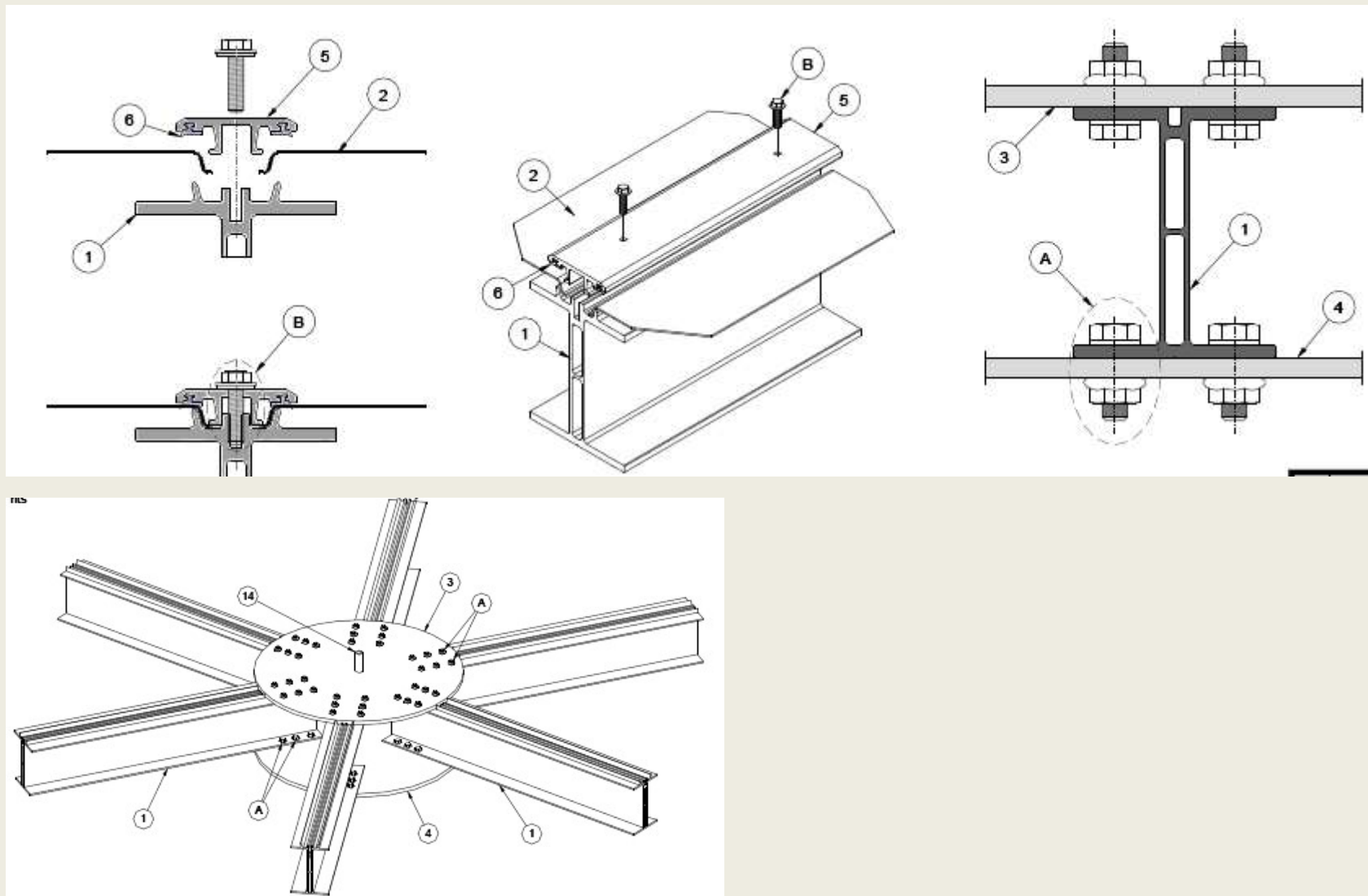
a) Rubni odzračnik



b) Centralni odzračnik



Izvedba



Montaža

- Okrupnjavanje krova pored spremnika te instalacija dizalicom
- Montaža s plutajućeg krova
- Montaža unutar spremnika te podizanje ručnim dizalicama

