

## Uvod

<b>1.</b>	<b>Okvirna nosiva konstrukcija</b>	<b>2</b>
1.0.	Izrada temelja	3
1.0.1.	Plan izrade temelja i prikupljanja podataka	3
1.0.2.	Usađivanje čeličnih dijelova u tlo	3
1.1.	Standardna nosiva konstrukcija ("LS")	6
1.2.	LINDAB varena okvirna konstrukcija	8
1.3.	Lindab rešetkasta okvirna konstrukcija	10
1.4.	Podizanje hale dizalicom	12
1.4.1.	Vodilica za dizalicu odvojena od okvira zgrade	12
1.4.2.	Vodilica za dizalicu na okvirnom stupu	12
1.5.	Posebna rješenja	14
1.6.	Širenje hale	18
1.7.	Prostorna rigidnost	18
1.7.1.	Longitudinalna ojačanja	19
1.7.1.1.	Standardna longitudinalna ojačanja	19
1.7.1.2.	Okvir ojačanja	19
1.7.1.3.	Ojačavanje zidarskim radovima	20
1.7.2.	Ojačanja protiv vjetra	20
1.7.3.	Ojačavanje rešetkastih primarnih okvira ili greda	20
1.8.	Zaštita od korozije	21
1.9.	Zaštita od vatre	21
<b>2.</b>	<b>Sekundarni nosivi elementi</b>	<b>22</b>
2.1	Krovne i zidne uzdužne grede	22
2.1.1.	Materijal, geometrija, mjerila	22
2.1.2.	Statički sustavi, statički dizajn	23
2.1.3.	Konstruktivski aspekti	27
2.1.3.1.	Dizajn potpornja	27
2.1.3.2.	Uzdužno povezivanje tankih greda	28
2.1.3.3.	Poprečni potpornji	29
2.1.3.4.	Povezivanje tankih greda	30
2.2.	Snažni pločni sustavi	31
2.2.1.	Materijal, vrste, opseg veličine	33
2.2.2.	Statički sustav, dimenzioniranje	34
2.2.3.	Građevinski aspekti, pravila	37
2.3.	Zidne kasete	43
2.3.1.	Materijali, vrste/modeli, opseg veličina	43
2.3.2.	Statički sustav, strukturalni dizajn	43
2.3.3.	Konstruktivski aspekti, pravila	45

<b>3.</b>	<b>Krovne i zidne obloge</b>	<b>46</b>
3.1.	Sustavi oblaganja krova	46
3.1.1.	Metalne ploče za prekrivanje krova	46
3.1.1.1.	Opis ploča profila	46
3.1.1.2.	Vrste profiliranih ploha	47
3.1.1.2.1.	Trapezni lim LTP20	48
3.1.1.2.2.	Trapezni lim LLP 20	50
3.1.1.2.3.	Trapezni lim LTP45	51
3.1.1.2.4.	Trapezni valoviti lim LTP85	53
3.1.1.2.5.	Trapezni valoviti lim SIN	55
3.1.1.2.5.	LPA lim imitacija crijepa	56
3.1.1.3.	Ravni lim PLX	57
3.1.1.4.	Sendvič paneli za krovove	57
3.1.2.	Toplinski izoliran krov	59
3.1.2.1.	Lindab <i>Ecoroof</i> (ekološki krov) – Složena sendvič-ploča	61
3.1.2.1.1.	Zahtjevi građevinske fizike	61
3.1.2.1.2.	Redoslijed slojeva i potrebni materijali	64
3.1.2.1.3.	Lindab <i>Toproof</i> (gornji krov) – Sandwich-krov složen od pločastog crijepa	74
3.1.2.1.4.	Lindab <i>Qualiroof</i> – Složeni sandwich-krov s presavijenom gornjom pločom	75
3.1.2.1.5.	Lindab <i>Builtroof</i> – Visoko profilirani složeni sustav sandwich-krova	76
3.1.2.1.6.	Lindab <i>Casetroof</i> (kazetni krov) – Složeni krov od profiliranog sustava	77
3.1.2.2.	Lindab <i>Flatroof</i> (ravni krov) – (neprohodni) krovni sustav na slaganje	78
3.1.2.2.1.	Zahtjevi građevinske fizike	78
3.1.2.2.2.	Konstrukcija i materijali krovne strukture	79
3.1.2.2.3.	Posebna pravila i načela za građevinski dizajn	81
3.1.2.3.	Lindab <i>Sandroof</i> – Sandwich-ploča za krovove	82
3.1.2.3.1.	Parametri toplinskih rješenja	82
3.1.2.3.2.	Zahtjevi građevinske fizike	83
3.1.2.3.3.	Građevinski aspekti	83
3.1.2.4.	Toplinski izoliran horizontalni spuštenu strop	86
3.1.2.4.1.	Zahtjevi građevinske fizike	86
3.1.2.4.2.	Građevinski dizajn	87
3.1.3.	Krov s jednom školjkom bez toplinske izolacije	88
3.1.3.1.	Zahtjevi građevinske fizike	88
3.1.3.2.	Strukturni dizajn	88
3.1.4.	Dizajn krovnih proboja i otvora	90
3.1.4.1.	Dimenzije proboja	90
3.1.4.2.	Konstruktivski detalj	91
3.1.4.3.	Oštrenje penetracija prorezanih krovova prekrivenih valovitom pločom	93

3.1.5.	Drenaža oborina s krova	95
3.1.5.1.	Odabir veličine komponenti žlijeba strehe utemeljen na MSZ 04-134 (mađarski standard)	95
3.1.5.2.	Sustav žljebova strehe	97
3.1.5.3.	Aspekti dizajniranja žljebova uvale u slučaju krovova izrađenih od trapezoidne ploče	99
3.1.6.	Svjetlarni sustav	101
3.1.6.1.	Transparentna trapezoidna valovita traka	101
3.1.6.2.	Svjetlo kupole	105
3.1.6.3.	Lindab <i>Topline</i> svjetlarna traka bačvastog svoda	108
3.1.7.	Zaštita od groma	110
3.1.8.	Sigurnosni krovni sustav	114
3.1.9.	Umetanje prijelomnog krova u LINDAB strukturu	117
	<b>Oblaganje hala - zidovi</b>	
3.2.	Sustavi zidnih obloga	119
3.2.1.	Opći opis profila zidnih obloga	121
3.2.1.1.	Tehnički parametri zidnih trapezoidnih profila	122
3.2.1.1.1.	LVP20 trapezoidna ploča	122
3.2.1.1.2.	SIN izbrazdane ploče	124
3.2.1.1.3.	LLP20 trapezoidna ploča	125
3.2.1.1.4.	LV30 trapezoidna ploča	126
3.2.1.1.5.	LVV30 trapezoidna ploča	127
3.2.1.1.6.	LVP45 trapezoidna ploča	128
3.2.1.2.	Sandwich panel za zidove - LINDABWALL	130
3.2.1.3.	Fiksiranje i učvršćavanje	132
3.2.2.1.	Lindab <i>Ecowall</i> (ekološki zid) – Složeni sustav sandwich zida	133
3.2.2.1.1.	Fizički zahtjevi gradnje	133
3.2.2.1.2.	Materijali i konstrukcija složenog sandwich-panel zida	133
3.2.2.2.	Lindab <i>Cassetwall</i> (kazetni zid) – Sasatvljeni zidni sustav s kazetama	139
3.2.2.3.	Lindab <i>Sandwall</i> – Sandwich (sastavljeni) sustav panelnih zidova	141
3.2.2.3.1.	Parametri termalnih tehnika	141
3.2.2.3.2.	Konstruktivsko ustrojstvo	141
3.2.2.4.	Lindab <i>Qualiwall</i> – Sastavljeni sustav zida pokriven podnosima	145
3.2.2.5.	Lindab <i>Tradwall</i> - Sustav zidova s tradicionalnim oblaganjem ciglana	147
3.3.	Tehnike učvršćivanja	148
3.4.	Transport, skaldištenje i instalacija LINDAB obložnih elemenata	154
3.5.	Akustika	156
3.5.1.	Ubacivanje vrata i prozora	157
3.5.1.1.	Prozori	157
3.5.1.2.	Vrata	162
3.5.1.3.	Industrijska vrata	162
	<b>LITERATURA</b>	163

1992. godine mađarska podružnica tvrtke Lindab Ltd. započela je s prodajom sustava hala lake konstrukcije, čije su omiljene osobine brzo postale poznate građevinskim poduzetnicima i njihovim klijentima. U skladu sa stalnim promjenama korisničkih zahtjeva, naše nastojanje za daljnjim razvitkom sve većih mogućnosti ovih proizvoda danas rezultira raznovrsnošću ponude, koja je daleko iznad poznatih standardnih rješenja.

Ova knjiga je proširena verzija Uputstva za primjenu tehnologije, koja je izdana 2000. godine, i izdana je s željom prikaza naših najnovijih razvojnih napora te tehničkih parametara našeg sustava hala, koji su prikazani u tri glavna poglavlja:

1. Primarna nosiva konstrukcija
2. Sekundarna nosiva konstrukcija
3. Krovni i zidni pokrovi

Raznovrsnost naših proizvoda zadovoljava zahtjeve svakog klijenta koji gradi tvorničke hale, uslužne ili pomoćne zgrade, sportske dvorane, hladnjače ili zgrade za potrebe poljoprivrede. Uz standardne vrste, rješenjima višestrukih pregrađivanja može se postići beskonačna raznolikost, uz uporabu međupodova ili dizalice.

Glavne sastavnice sustava odobrio je EMI (Mađarski institut za kontrolu kvalitete) certifikatom tehničke primjene:

LINDAB primarna čelična okvirna konstrukcija	A-993/1992
LINDAB nadogradna krovna struktura	M-98/1993
LINDAB nadogradna zidna struktura	M-103/1995
LINDAB izrađene prozirne ploče	M-271/1998

ISO 9001 i 14001 sustav garancije kvalitete jamči kvalitetu naših proizvoda i proizvodnih radnji.

Ova uputstva za uporabu nude pomoć dizajnerima, građevincima i ugovarateljima gradnje u svakoj fazi uporabe hala. Lindab Ltd. je spreman pomoći klijentima pri:

- izradi ponuda (predračuna) na temelju skice
- pripremi statične dokumentacije potrebne za dobivanje građevinske dozvole (ako je naručena)
- izvješće o reaktivnim silama konstrukcije radi određivanja vrste temelja (ako je naručeno)
- pripremanje planova podizanja utvrde primarnih i sekundarnih struktura, planova izrade krovnih i zidnih pokrova, u slučaju narudžbi gotovih hala,
- ponudi rješenja za izradu konstrukcijskih i arhitektonskih detalja
- davanju stručnih savjeta u uredu ili na gradilištu,
- osiguravanje dizajnerskih alata za statično i strukturalno dimenzioniranje (fotokopija ili CD-ROM)
- korištenjem usluga suradničke mreže naših dizajnera i građevinaca

### Alati izračuna

Izračun i izrada primarne čelične konstrukcije potpuno je podržan posredstvom računalnih programa (Software analize finalnih elemenata, CAD/CAM programi). Uporaba finih računalnih metoda u skladu s dotičnim međunarodnim standardima jamči savršenu kvalitetu procesa izrade kao i izrađenih elemenata.

### Primijenjeni standardi

ENV 1991	Eurocode 1	Osnove izrade i djelovanja na strukturama
ENV 1993	Eurocode 3	Izrada čeličnih struktura
MSZ 15021		Strukturni dizajn nosivih konstrukcija zgrada. Radnje i tereti na nadstrukturama
MSZ 15024		Strukturni dizajn čeličnih nosivih konstrukcija zgrada.

### Bazne vrijednosti i sigurnosni čimbenici (MSZ 15021)

Nosivost	kN/m <sup>2</sup>	$K_e = 1.2$
Opterećenje snijegom	0.80 kN/ m <sup>2</sup>	$K_e = 1.4 \div 1.75$
Pritisak vjetra	kN/m <sup>2</sup>	$K_e = 1.2$

### Uporabljeni materijali, spajanje

Primarni okviri:	- IPE, HEA vruće valjani dijelovi (S235) - vareni obloženi I-dijelovi (S235 ili S355)
Sekundarni (krovne i zidne letvice)	- certificirani, hladno oblikovani LINDAB "Z" i "C" profili.
Ploče:	- certificirane, presvučene, hladno oblikovane LINDAB trapezoidne ploče
Spojnice:	- za primarne: metrički vijci klase 10.9 ili 8.8 (DIN 6914-16) - za primarne na sekundarne: metrički vijci klase 5.6 (DIN 601) - za sekundarne na sekundarne: 5.6 metričke vijke ili samo-uvrćući šarafi

Građevni materijali ispunjavaju tražene zahtjeve; Materijali kupljeni od mađarskih dobavljača ispunjavaju specifikacije iz Mađarskog standarda MSZ EN 10113-1:1995 «Čelik uporabljen pri proizvodnji varenih sastavnica». Zavarci se rade pomoću od zraka zaštićenog električno lučnog zavarivanja koje ispunjava uvjete specificirane u MSZ 6442 «Tehnički zahtjevi za zavare i sastavne dijelove».

### 1.0 Izrada temelja

#### 1.0.1 Plan izrade temelja i prikupljanja podataka

Plan izrade temelja priprema vanjski arhitekt ili tvrtka. Crtež se temelji na:

- mehaničkim uvjetima tla
- podacima utemeljenja koje pribavlja LINDAB

koji kasnije određuje reaktivne sile od stane izgrađene konstrukcije; vrstu i uređenje usadive čelične armature koja će se postaviti u betonske temelje. Prema ovim uvjetima, pozornost treba obratiti na odabir najbolje tehnike polaganja temelja (npr. jednostavni temelji, temelji koji se mogu skinuti, obloženi temelji, tračni temelji itd.)

#### 1.0.2 Usađivanje čeličnih dijelova u tlo

Dna okvirnih stupova se učvršćuju u temelje posredstvom gotovih čeličnih dijelova izrađenih za primarne dijelove (Slika 1).

##### Glavne vrste:

- rasklopni veznici baze: - IPE učvrсни dijelovi
- bazna šina s 2 ili 4 učvrсна klina/vijka
- fiksni veznici baze: - bazna šipka s 4 do 12 učvrčnih vijaka
- vezivanje uz vanjski zid: - bazna šipka s 2 učvrсна vijka

##### Smještanje: (Slika 2)

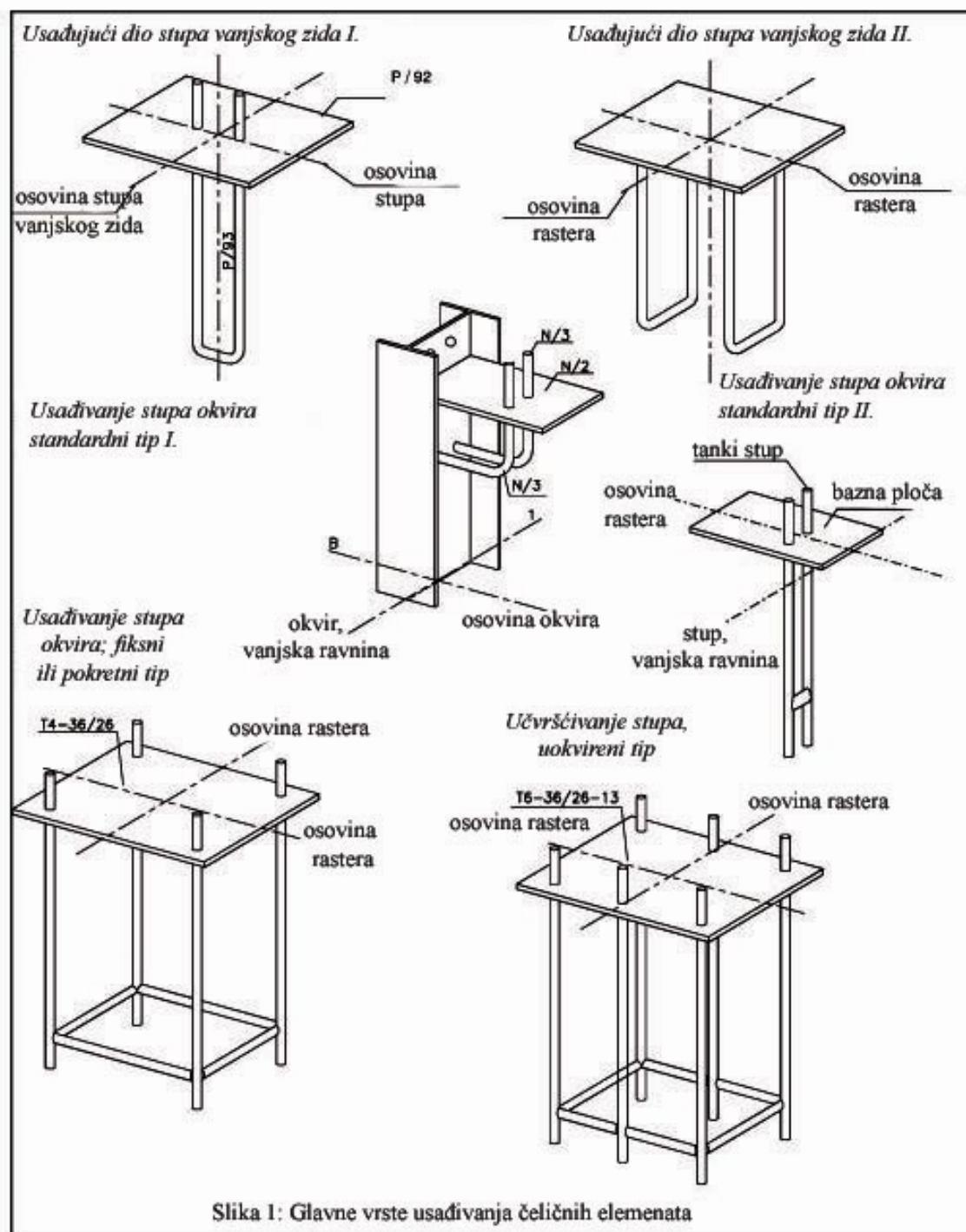
- privremeno učvršćen drvenim kolcem u džepu u tijelu temelja, zatim ispunjen C16 betonom ili
- učvršćen
- na pojačanje u betonskoj bazi

Dopustive tolerancije tijekom smještanja (ovisno o općoj geometriji) su:

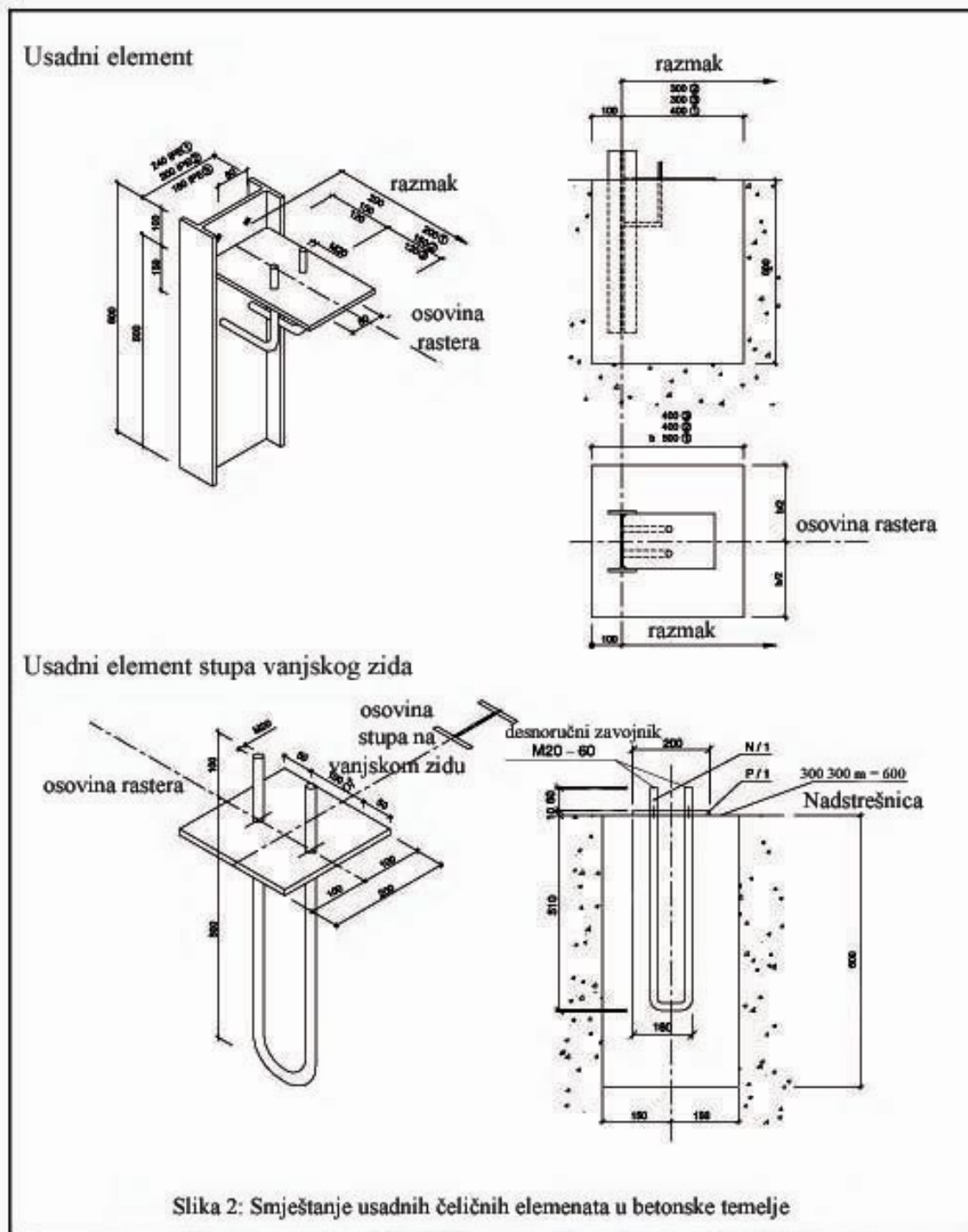
- u smjeru razmaka okvira:  $\pm 10$  mm
- između dva opća (nevezana) okvira:  $\pm 10$  mm
- između dva vezana okvira:  $\pm 2$  mm
- puna longitudinalna dužina:  $\pm 5$  mm
- razlika nivoa između susjednih stupnih osnovica:  $\pm 5$  mm

Ako bi se gornji vidljivi usadni dio trebao prekriti iz estetskih ili podno izolacijskih razloga, on se može spustiti ispod razine poda hale. U tom slučaju nominalna visina strehe bi se trebala povećati za oko 100 mm.

1. Okvirna nosiva konstrukcija



1. Okvirna nosiva konstrukcija

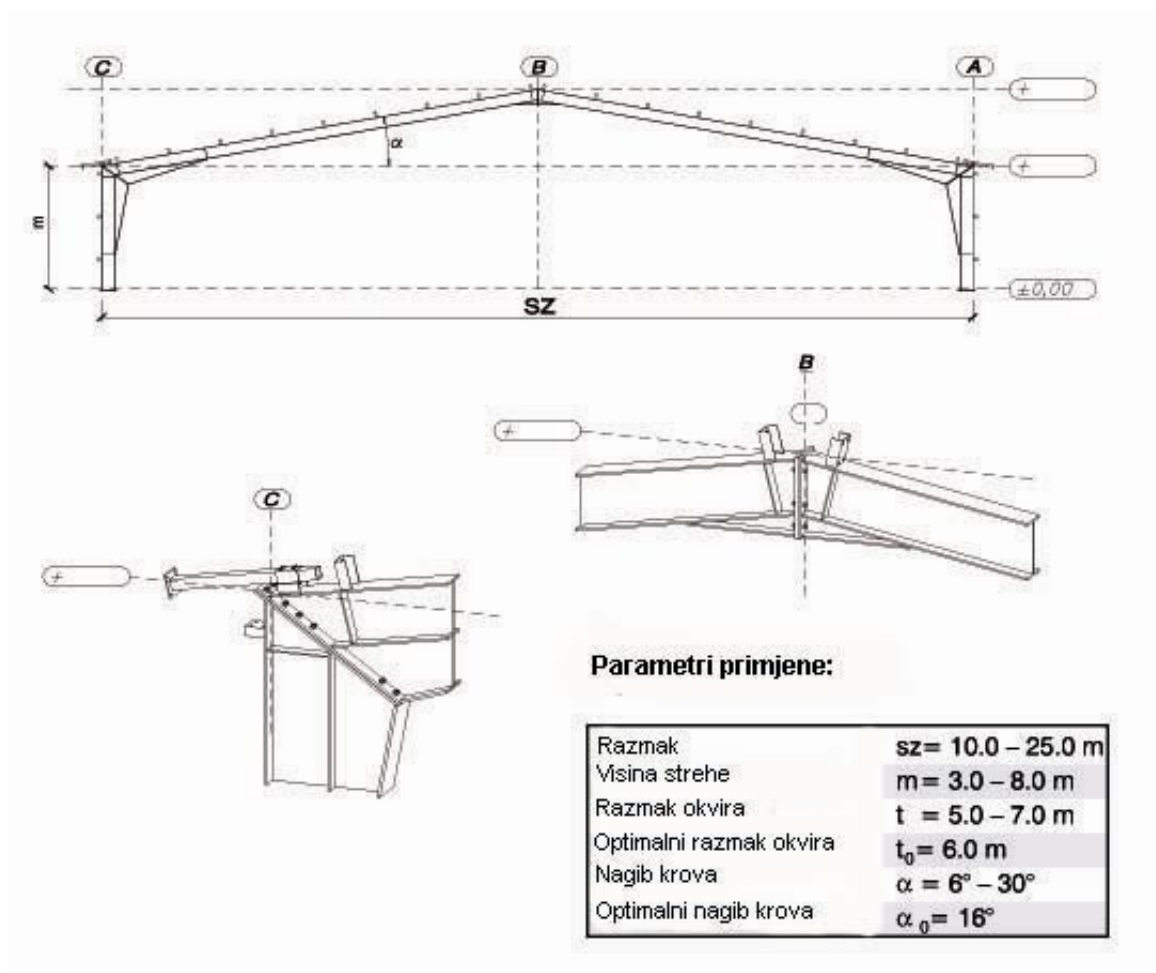




### 1.1. Standardna nosiva konstrukcija ("LS")

Glavna sastavnica okvira je duplo-rasklopiva čelična struktura čiji se bazni dio, od IPE vruće valjanog I-dijela, vješa na uglove okvira. Visina i dužina boka ovise o unutarnjim silama (dijagram momenta savijanja). Pripadajuće šarke su napravljene od spojnice koje su nazubljene i galvanizirane na krajevima.

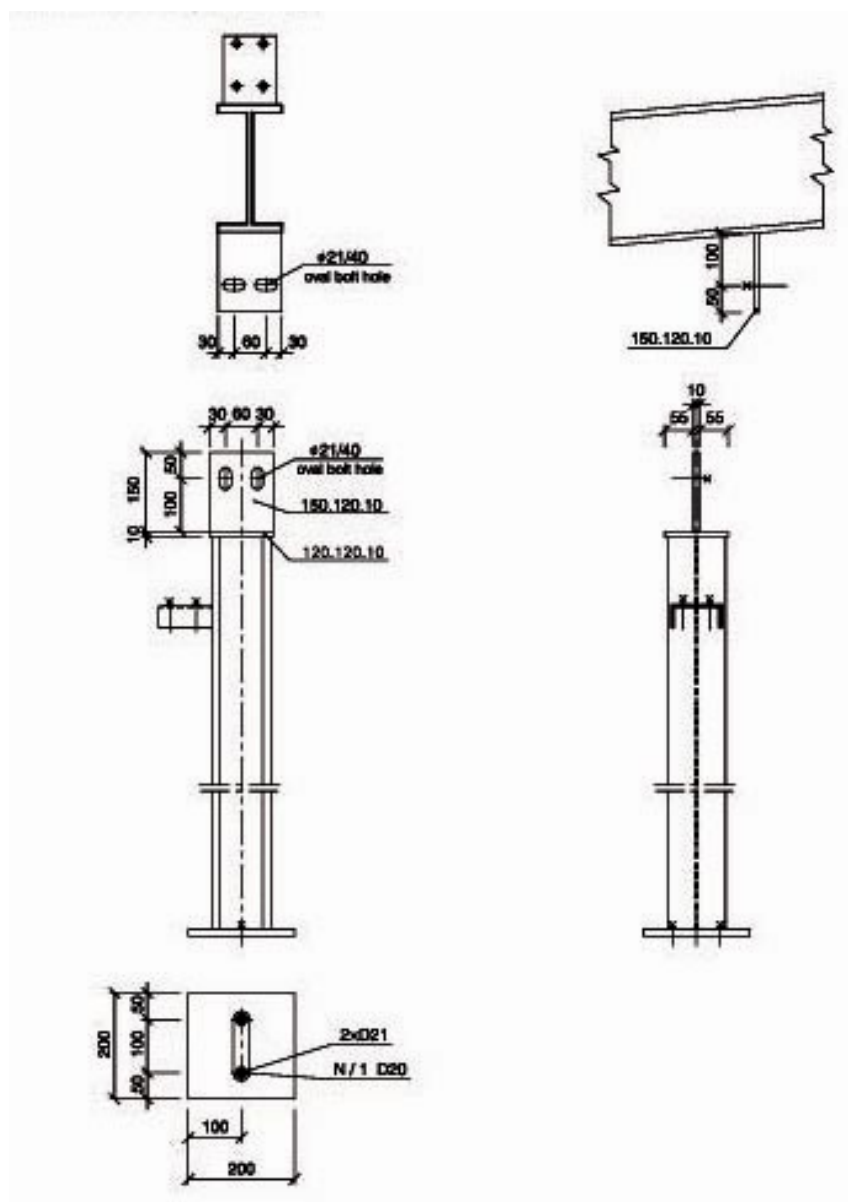
Čelični vijci visokih vrijednosti 8.8 ili 10.9 koriste se za spajanje sastavnih elemenata. Stupovi okvira su u podnožju rasklopivi (pomoću šarki) i to u oba vodoravna smjera. Na uglovima okvira koristi se posebni prilagodljivi strešni nosač, koji je šupalj (Slika 3).



Slika 3: Standardna struktura okvira

## 1. Okvirna nosiva konstrukcija

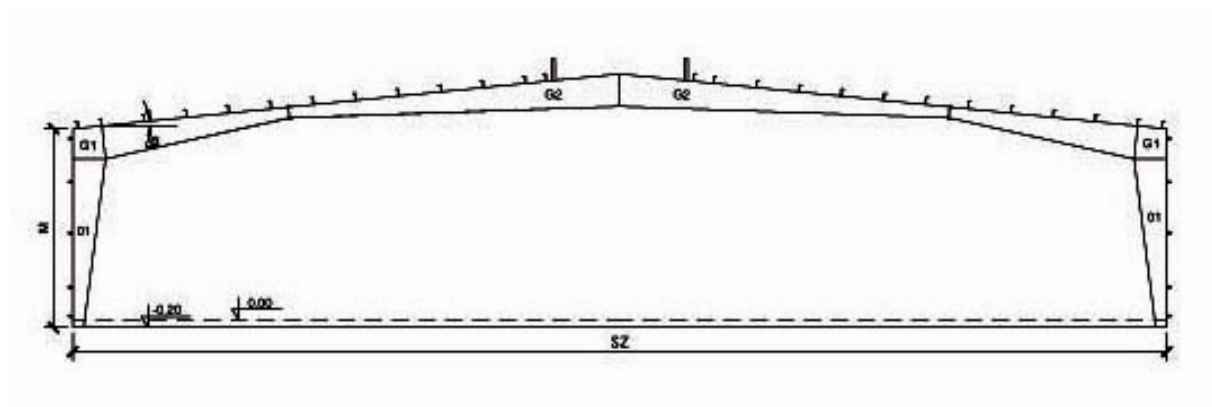
Okvir bočnih zidova ima dvostruku ulogu: nosi vertikalne terete kao unutrašnje, a istovremeno i horizontalne terete djelujući okomito na vanjski zid. Tako se on također podudara s oblikom fasade. Razmak između stupova bočnih zidova (unutarnjih stupova) je fleksibilan, ali bi se ipak trebao prilagoditi kapacitetu nosivosti sekundarnih zidnih greda i dimenzijama otvora. Gornje veze stupova vanjskih zidova mogu se izraditi prema nosaču tereta ili mogu biti pokretne u okomitom smjeru, što utječe na statično ponašanje vanjskog zida (Slika 4).



Slika 4: Stupovi vanjskih zidova s veznikom na vrhu koji omogućava okomito klizanje

### 1.2. LINDAB varena okvirna konstrukcija

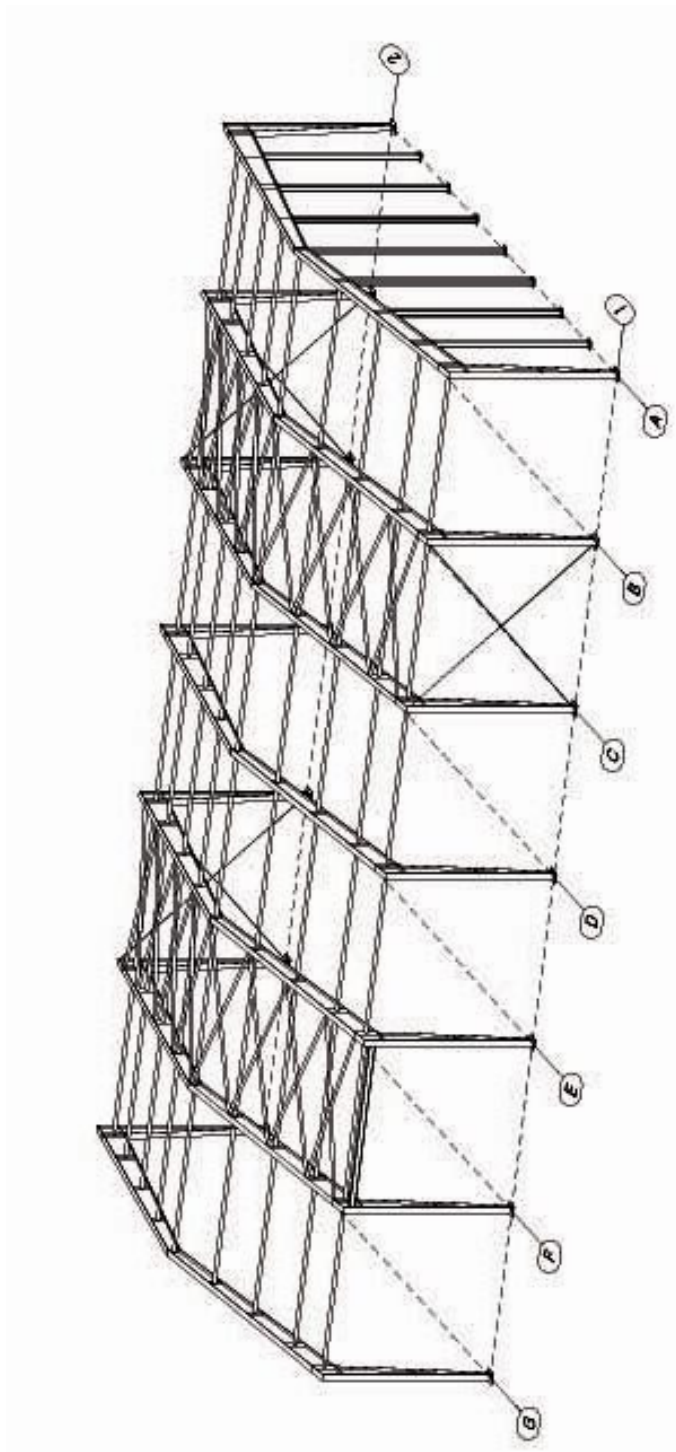
Glavna sastavnica okvirne strukture je čelični okvir s oštrim okvirnim uglovima, s rasklopivim ili fiksnim osnovicama, ovisno o uvjetima tla i geometriji okvira. Križne dijelove čine vareni, pocinčani I-nosači, visina se mijenja uz dužinu prema unutrašnjim silama. Spojevi konstrukcije su oštri, galvanizirane na krajevima ili spojeni vijcima. Za spajanje gradivnih elemenata obično se koriste visoko vrijedni metrički vijci 8.8 ili čak 10.9. Rješenja za nosače strehe i okvire vanjskih zidova slična su onima opisanim u Standardnim okvirnim oblicima u poglavlju 1.1 (slika 5).



Slika 5a: "LH" varena okvirna konstrukcija

#### Parametri primjene:

Razmak: $sz = 25.0 - 60.0$ m	Optimalni razmak okvira: $t_0 = 6.0$ m
Visina strehe: $m = 5.0 - 12.0$ m	Nagib krova: $\alpha = 2^\circ - 30^\circ$
Razmak okvira: $t = 5.0 - 7.0$ m	Optimalni nagib krova: $\alpha_0 = 6^\circ - 10^\circ$

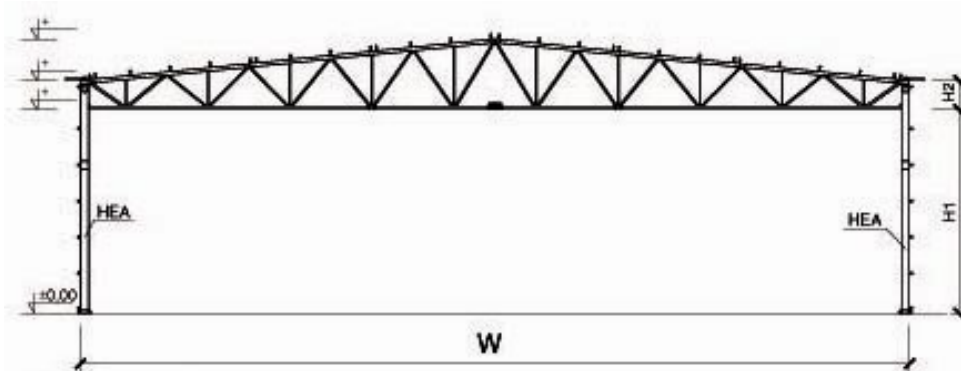


*Slika 5b: "LH" varena okvirna konstrukcija (prostorni 3D prikaz)*

### 1.3. Lindab rešetkasta okvirna konstrukcija

U ovom slučaju krovna greda okvira napravljena je od armiranog nosača, čije su gornje i donje žice napravljene od vruće valjanih HEA i HEB dijelova, okomiti stupovi su napravljeni od šupljih dijelova. U slučaju većih razmaka i dijagonale mogu biti od vruće valjanih HEA i IPE dijelova (slika 7).

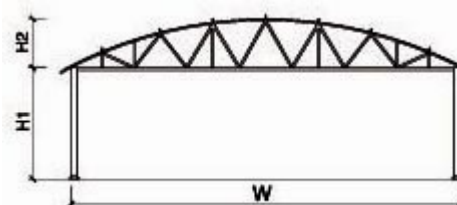
Stupovi okvira su izrađeni od krupnih HEA i HEB profila i na rešetkastu krovnu gredu su postavljeni uz pomoć šarki ili fiksno. Kako bi se smanjili troškovi postavljanja temelja, povezivanje šarkama se općenito koristi na podnožju stupova. U slučaju viših zgrada sa statičkog a time i financijskog gledišta, puno je raširenija uporaba fiksnog baziranja stupova.



#### Parametri primjene:

Razmak: $W = 25.5 - 45.0$ m	Optimalni razmak okvira: $t_0 = 6.0$ m
Visina strehe: $m = 3.0 - 7.0$ m	Nagib krova: $\alpha = 2^\circ - 10^\circ$
Razmak okvira: $t = 4.0 - 6.0$ m	Optimalni nagib krova: $\alpha_0 = 5.71^\circ$ (10%)

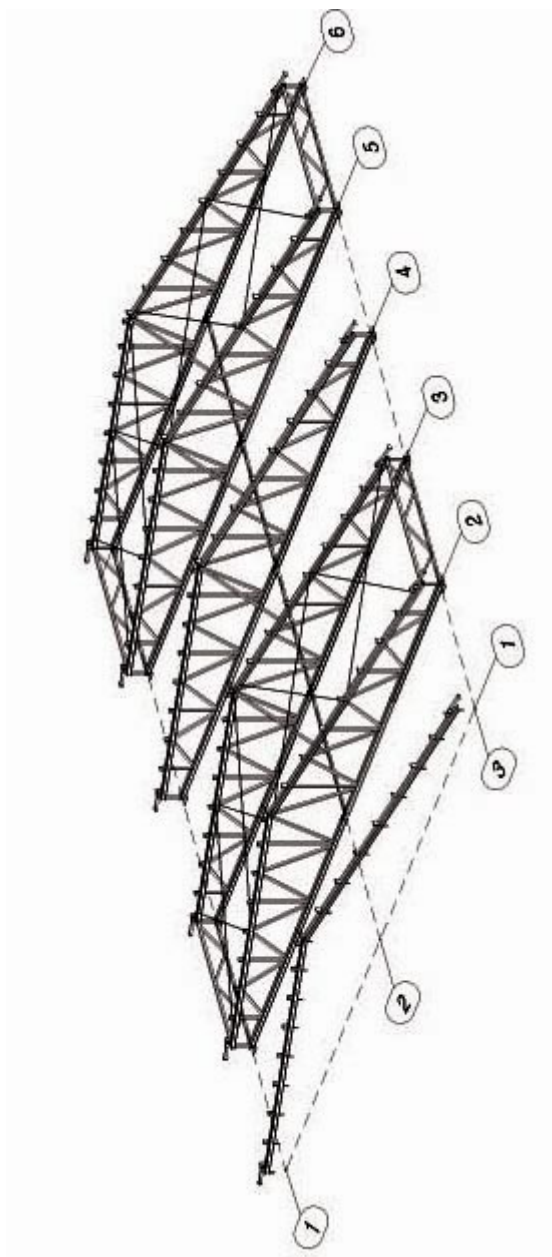
Rešetkasta svodna krovna traverza je posebna verzija rešetkastih okvira. Do 20 m razmaka, gornja zakrivljena žica je napravljena od vruće valjanih šupljih dijelova s minimalnim radijusom od 50 m ( $R \geq 50$  m). U slučaju raspona većih od 20 m, gornja je žica načinjena od HEA dijelova iz ravnih segmenata, koji su međusobno povezani poprečnim varovima ili vijcima s galvaniziranim krajevima. Donja žica/šipka i dijagonale su izrađene od šupljih dijelova ili pri većim rasponima, od HEA dijelova. Stupovi napravljeni od HEA dijelova luk povezuju šarkama. Podnožja stupova si većinom fiksna (slika 6).



Slika 6: Rešetkasta svodna krovna traverza

Ostala moguća polja primjene "LR" rešetkaste krovne konstrukcije:

- kada se rešetkasti krov gradi na pojačanim betonskim stupovima on nudi ekonomično rješenje kada zidne strukture zahtijevaju vrlo visoku stopu otpornosti od vatre (TH > 1 sat);
- kada se krovna struktura postavi na tradicionalnu opečnu zidnu strukturu s betonom prstenasta greda je vrlo dobra opcija kako bismo postigli puno veće raspone, uz minimalne troškove.



Slika 7: "LR" rešetkasta krovna konstrukcija

### 1.4. Podizanje hale dizalicom

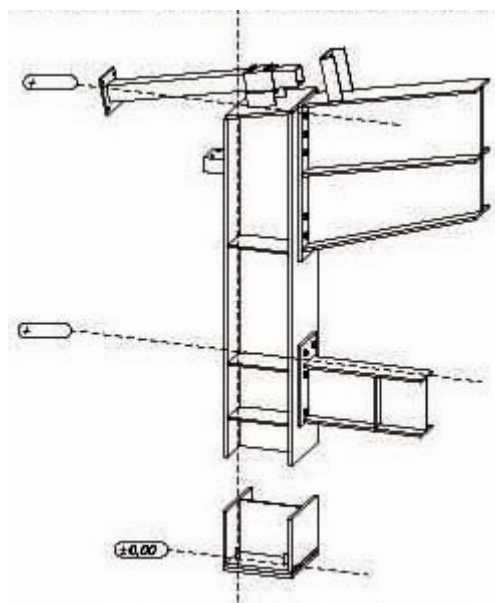
#### 1.4.1 Vodilica za dizalicu odvojena od okvira zgrade

U ovom slučaju nosivi čelični kostur standardne hale potpuno je neovisan o strukturama koje služe za dizanje konstrukcije dizalicom; Zgrada nije dizajnirana kako bi mogla nositi teret dizalice. Stoga je vodilica za dizalicu učvršćena pomoću fiksnih stupova podignutih odvojeno od strukture nosača zgrade.

#### 1.4.2 Vodilica za dizalicu na okvirnom stupu

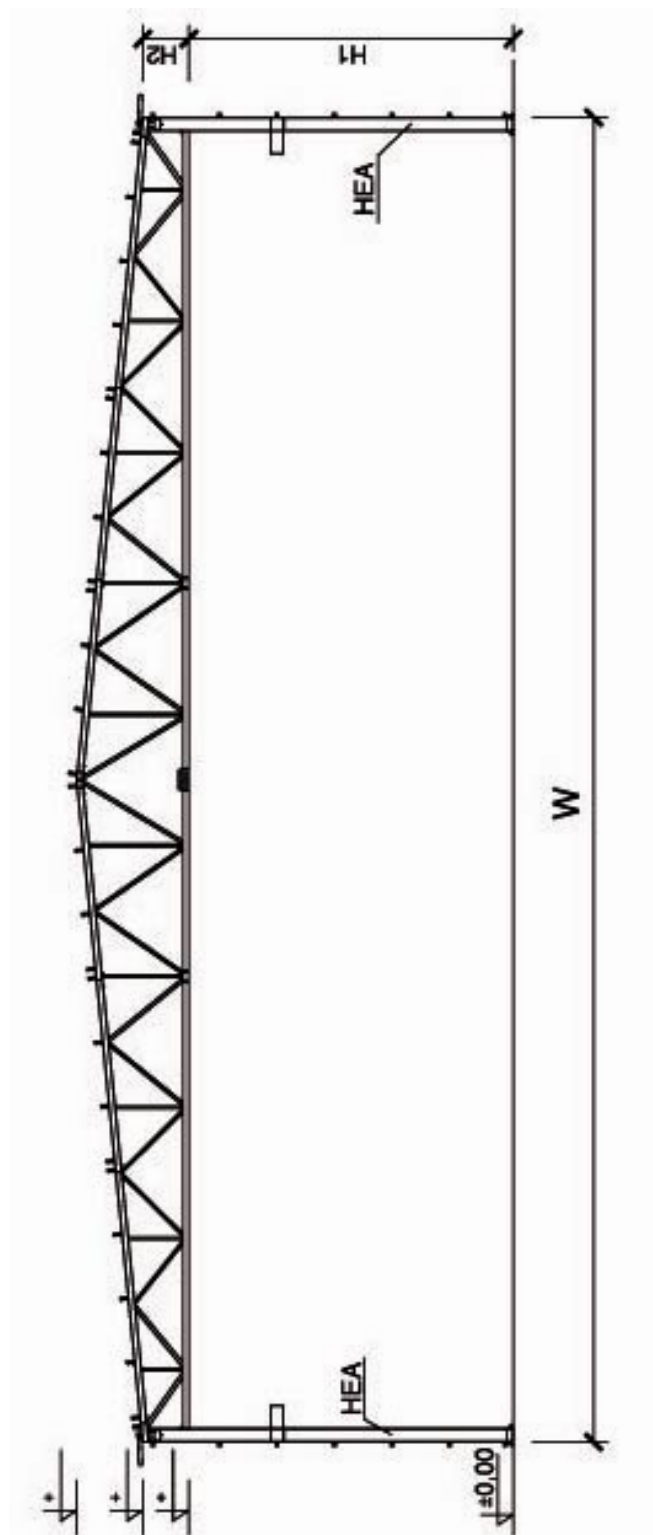
U ovom slučaju nosiva konstrukcija zgrade je uz normalne terete (kao što su popravci, teret snijega i vjetra) dizajnirana i kao potporanj za most dizalice. Proizvođač dizalica treba osigurati sve osnovne podatke koji su nužni za konstruiranje okvira; to su točni geometrijski podaci (mjesto čistine, udaljenost od objekta) kao i kapacitet tereta mosta dizalice (slika 9). Stupci okvira i istureni nosači su napravljeni od vruće valjanih HEA dijelova ili varnih galvaniziranih I-dijelova. Izbočeni nosači su s stupovima povezani vijcima ili varovima.

Spojevi stupova na grede su oštri na uglovima; u slučajevima niske strehe i malih opterećenja dizalice podnožje stupa većinom je spojeno šarkama, inače fiksno (slika 8).



Slika 8: Detalji strehe i temelja kod okvira prikladnih za uporabu dizalice

1. Okvirna nosiva konstrukcija



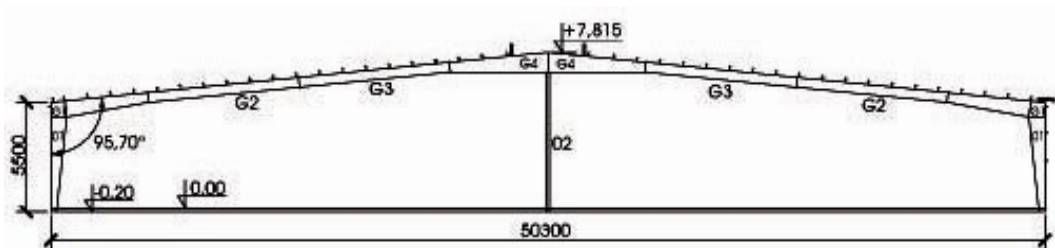
Slika 9: Rešetkasti okvir s bočnim izbočenjima za dizalice



### 1.5. Posebna rješenja

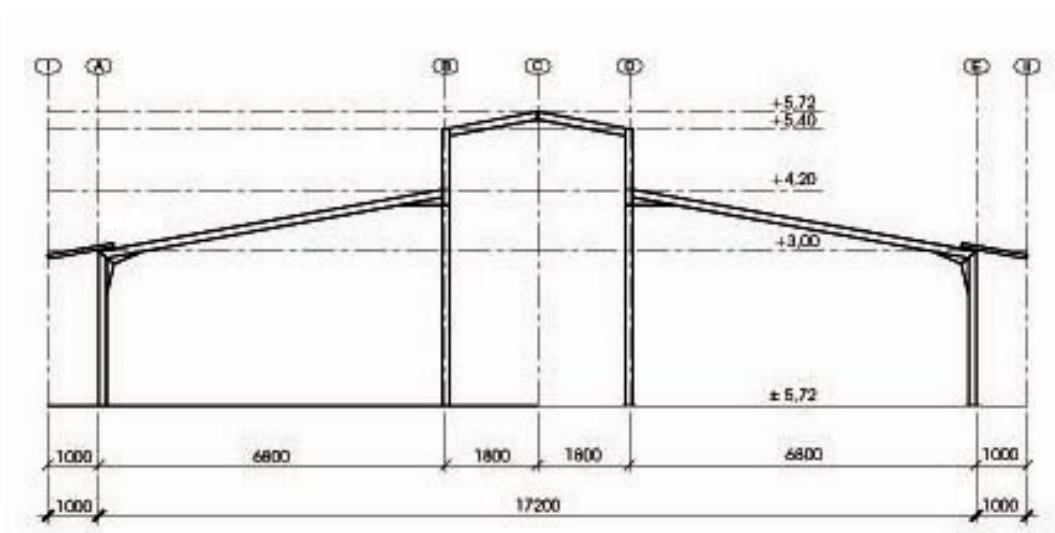
Kako bismo ispunili zahtjeve naših kupaca, uz gore predstavljene mogućnosti nudimo bezgraničnu raznolikost dizajna. Kratak sažetak najčešće rabljenih posebnih verzija je dat ispod.

- Primjena središnjeg stupa omogućava poželjnije statičko rješenje za oko 25-30m širine što u konačnici znači smanjenje troškova, gdje isti ne predstavlja funkcionalni problem (slika 10).



Slika 10: "LH" okvir učvršćen šarkama, sa središnjim stupom

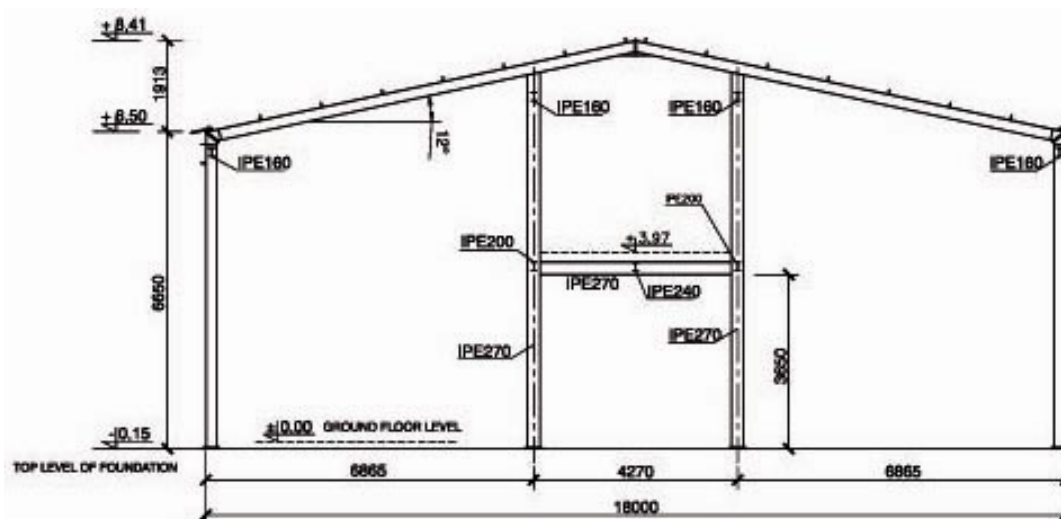
- Uporaba okvira hale sa skylight konstrukcijom obuhvaća funkcionalnu i estetsku vrijednost hale. Ovaj način vrlo je praktičan za rad obrazovnih ustanova ili ureda, gdje je neophodan središnji vodoravni hodnik.



Slika 11: Okvirna konstrukcija s unutarnjim visokim "skylight" sastavnim dijelom.

## 1. Okvirna nosiva konstrukcija

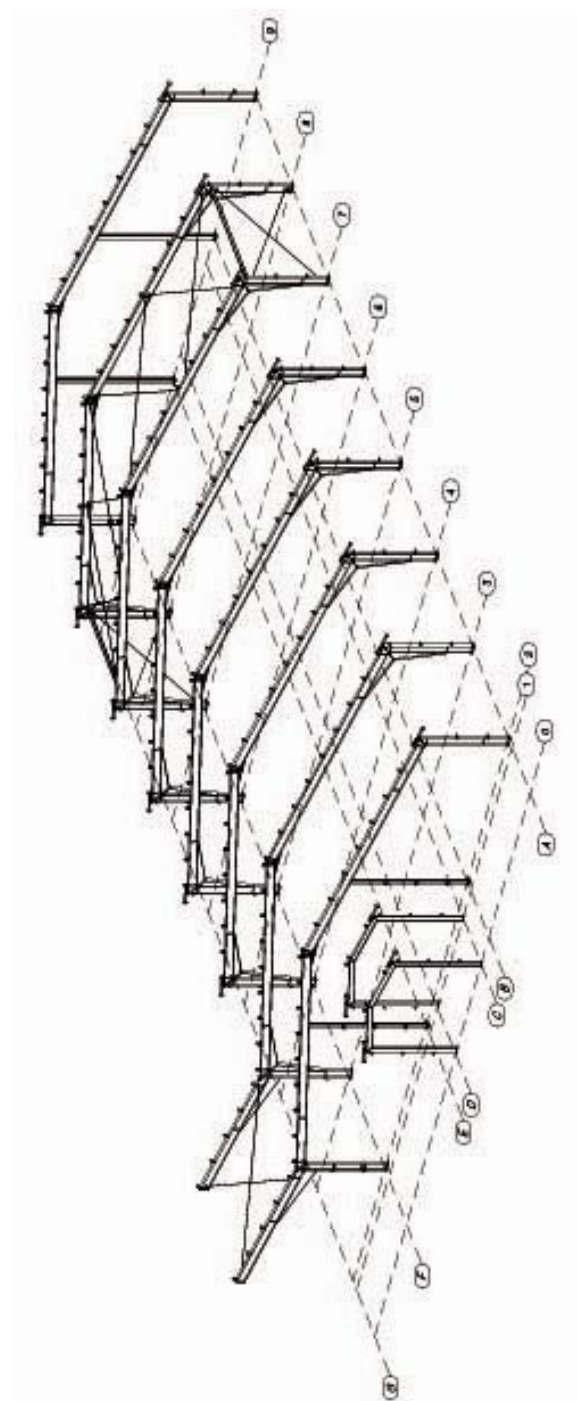
- Kada se neka zgrada želi proširiti vrlo je rasprostranjen okvirni oblik jedno-vršnog krova; ili se na rubu imanja podiže nova zgrada. S druge strane jedno-vršni krov može poboljšati estetski i arhitektonski izgled zgrade.
- Kod vrlo složenih zgrada gdje je iz arhitektonskih/estetskih i/ili funkcionalnih razloga nemoguće uporabiti 2D ravnu okvirnu strukturu (ravnomjernih razina) koja se spaja, cijela struktura zgrade može se napraviti kao opća prostorna struktura s neovisnim fiksnim stupovima, krovnim gredama (obično s velikim rešetkama), pobočnim gornjim gredama itd. Npr. kada se zgrada s uredima s krovom zahtjevne geometrije integralno udružuje s radionicama ili skladištem standardnog oblika (auto salon + servis).
- Strojevi, oprema ili transportna traka se uvijek mogu postaviti na platformi (jaki među pod) koja je povezana za unutarnje okvirne stupove, kako bi se poboljšala iskorištenost bočnih prostora dostupnih za hladnjače i skladišta (slika 12).



Slika 12: okvirna struktura u kombinaciji s međuplatformom (središnji pod)

- Svaka standardno i posebno rađena okvirna struktura može imati krovnu gredu s nadstrešnicom kako bi prostor ispred vrata ili ulaza zaštitila od utjecaja vremenskih uvjeta ili kako bi osigurala manja skladišna područja na otvorenom duž fasade zgrade (slika 13).

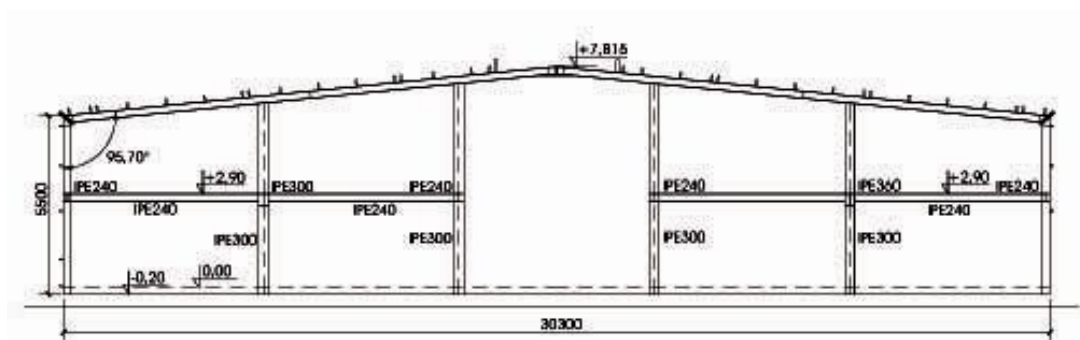
**1. Okvirna nosiva konstrukcija**



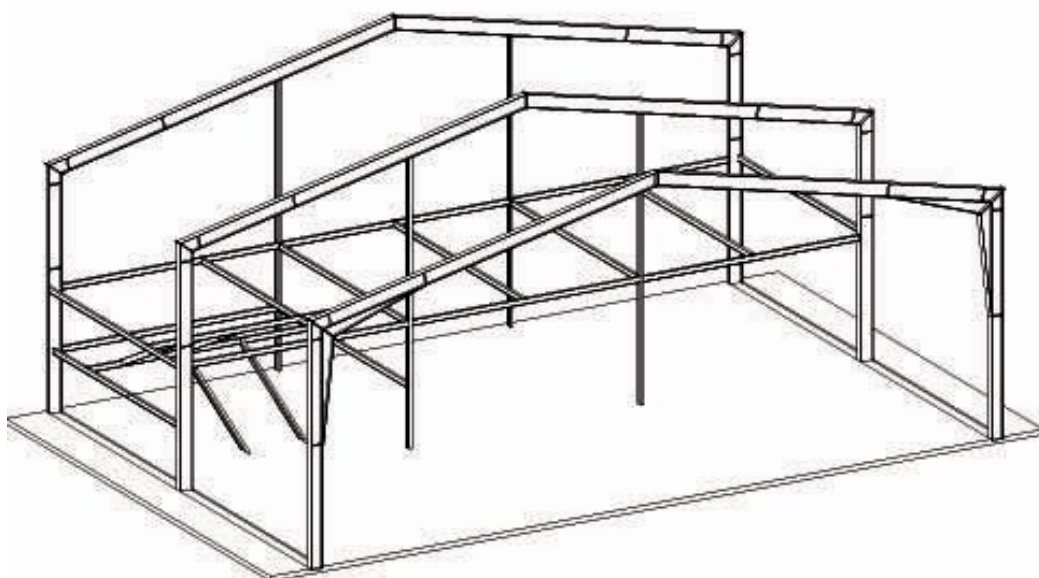
*Slika 13: "LS" okvirna struktura s gredom koja omogućuje nadstrešnicu*

## 1. Okvirna nosiva konstrukcija

- Kada ista zgrada u istom prostoru treba osigurati brojne funkcije vrlo je ekonomično izgraditi dvokatnu strukturu dodavanjem među-poda, u dijelu ili u cijeloj zgradi. Najpoznatiji primjer je kada uredski dio s ostalim potrebama radnika (garderobe, toalete itd.) želimo spojiti s većim prostorom pogona (slika 14).

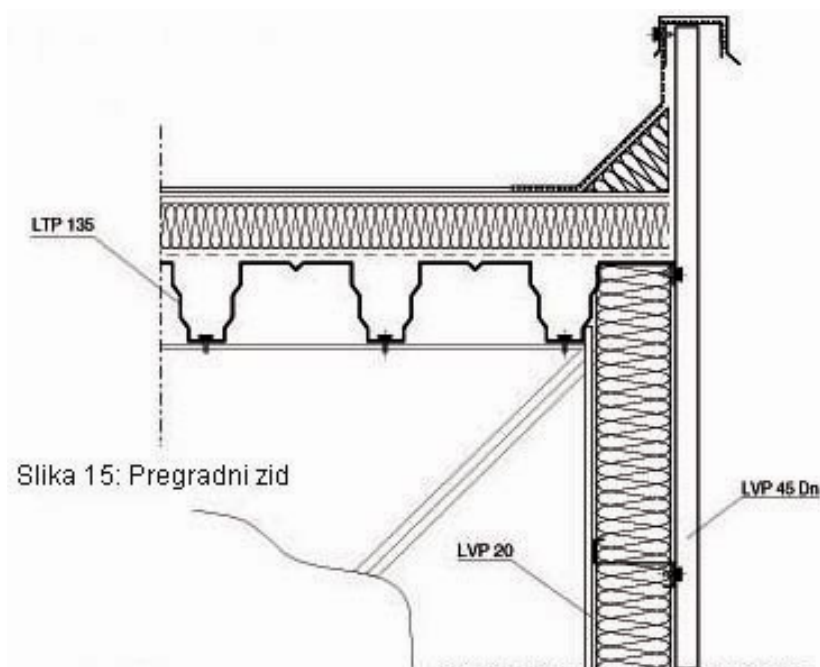


Slika 14/a: Dvokatna okvirna struktura



Slika 14/b: prostorni izgled među-podne strukture za urede

- Arhitektonski izgled fasade može se oblikovati pregradnim zidovima na stresi (slika 15).

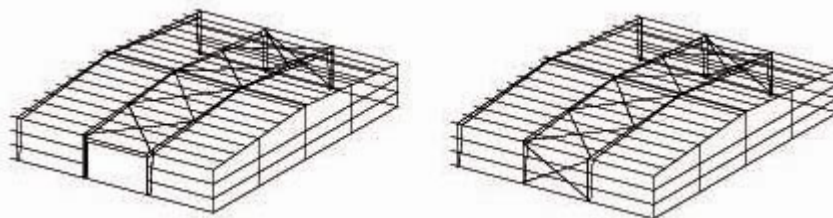


### 1.6. Širenje hale

Obavezno je upotrijebiti longitudinalni spoj/zglob za širenje svakog dijela okvira dužine od po 50-60m. Tako ćete izbjeći previsoku napetost uslijed promjena temperature. Ovaj problem se može riješiti uporabom duplog okvira na zglobu/šarkama za širenje za što je potrebno prilagoditi sve sastavne elemente (obloge, uzdužne grede, temelje).

### 1.7. Prostorna rigidnost

Nosivost tereta je od longitudinalnih vodoravnih opterećenja (vjetar) i opće rigidnosti okvira hale osigurana ojačanim poljima na svakih 5-6 okvirnih udubljenja. Ojačano polje se sastoji od pojačanja za vjetar na krovu i zidnog pojačanja, zajedno s primarnim i sekundarnim strukturama, tj. krovnim dužnim gredama i ojačanim glavnim okvirima (slika 16).

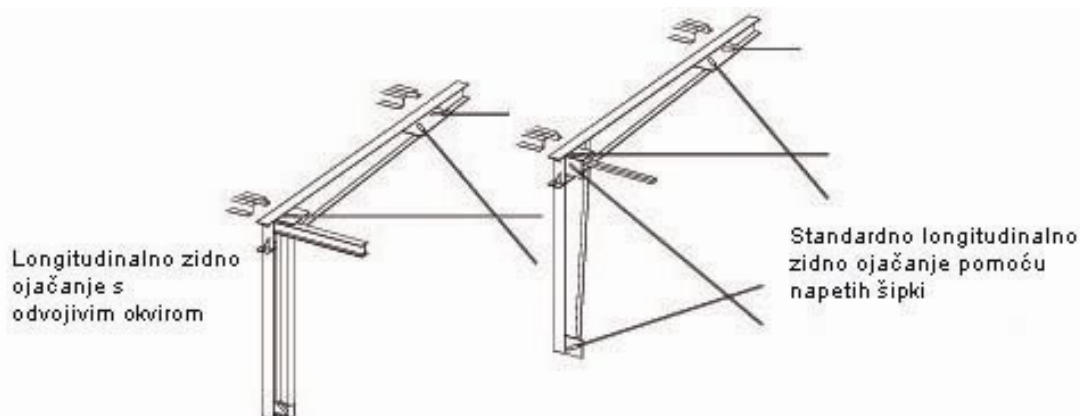


Slika 16: Opći raspored ojačanih polja

### 1.7.1. Longitudinalna ojačanja

#### 1.7.1.1. Standardna longitudinalna ojačanja

Standardno rješenje za spajanje dviju susjednih krovnih greda i stupova je korištenje dijagonalnih napetih šipki visokog stupnja (St 50-2). Čelična šipka je na okvire pričvršćena pomoću navarenih pločica; Materijali se povezuju dvostrukim maticama. (slika 17).



Slika 17: Napete šipke kao elementi ojačanja

#### 1.7.1.2. Okvir ojačanja

Kada dizajn fasade ne dopušta uporabu standardnih rješenja u zidu treba se upotrijebiti prenosivi okvir ojačanja.

- Ako otvor u ojačanom polju zauzima cijeli zidni prostor, i gornja greda i stupovi prenosivog okvira su izrađeni od IPE dijelova s moment-otpornim uglovima okvira. Ovo rješenje uzima puno materijala i zahtjeva veće napore pri postavljanju od uobičajenih X ojačanja (Slika 18/a).

- Ako otvor u ojačanom polju dozvoljava radove, greda prenosivog ojačanja se može ostvariti rešetkastom gredom, što je ujedno poželjnije i ekonomičnije rješenje (Slika 18/b).



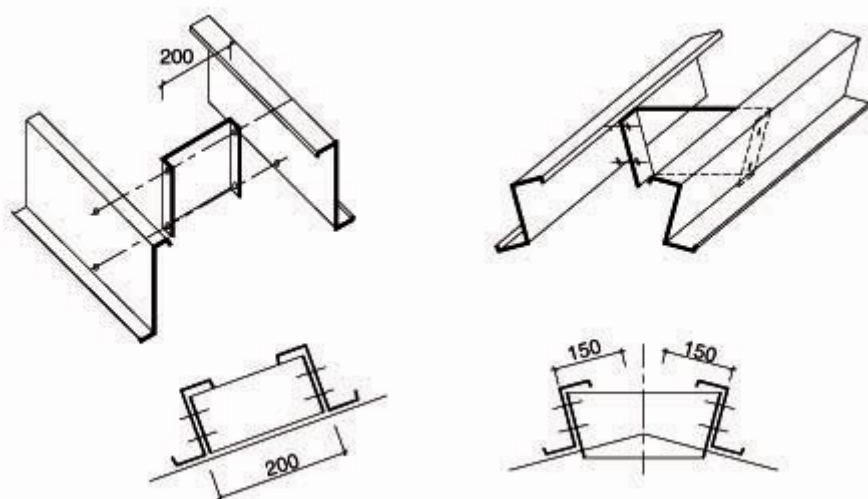
Slika 18: Vrste longitudinalnih ojačanja prenosivih okvira

### 1.7.1.3 Ojačavanje zidarskim radovima

Ova metoda se koristi kada se zidovi od opeke koriste kao vanjski zidni pokrov, jer u tom slučaju ujednačena čvrstoća opečnog zida može poslužiti za pojačanje okvirne konstrukcije. Važno je znati da se zbog problema korozije tj. tamo gdje je moguć kontakt s čeličnom strukturom smije koristiti samo cement bez vapna.

### 1.7.2. Ojačanja protiv vjetra

Žice za ojačanje protiv vjetra nalaze se na gornjem obodu glavne okvirne grede. Armirani stupovi dosežu do krovnih i zidnih uzdužnih greda. Umetanjem krovnih uzdužnih gredica u ojačanja od vjetra uz ostala uobičajena djelovanja postizemo i kompresivno djelovanje, stoga su često potrebni jači dijelovi, npr. dvostruki Z dijelovi spojeni razmaknicom (slika 19). Ojačanja protiv vjetra kao dijagonala u obliku slova X su čelične napete šipke (faza 1.7.1.1). Njihovo točno mjesto postavljanja može se odrediti matičnim vijcima.



Slika 19: Dvostruke uzdužne krovne grede u ojačanjima od vjetra kao umetnuti rešetkasti elementi

### 1.7.3. Ojačavanje rešetkastih primarnih okvira ili greda

Važno je spomenuti da se u slučaju rešetkastih krovnih greda van-stabilnost rešetke osigurava ne samo na gornjem nego i na donjem žičanom dijelu. Tu veliku ulogu igra longitudinalno rešetkasto pojačanje greda u širini.

### 1.8. Zaštita od korozije

Čelična struktura LINDAB hala je zaštićena višeslojnom bojom koja je štiti od korozije. Površina svakog čeličnog elementa te pripadajuća armatura se pripremaju pjeskarenjem kako bi se postigla izvrsna kvaliteta površine. Nakon procesa proizvodnje elemenata, u tvorničkoj lakirnici se na površinu nanose dva sloja boje (jedan sloj cink-kromat kao temeljna boja i jedan sloj prekrivne boje). Ukupna gustoća dvaju slojeva je 80 mikrona. Dostavljanjem elemenata do gradilišta, uzima se i nekoliko limenki boje kako bi se popravila ili otklonila manja oštećenja, ogrebotine koje su nastale tijekom transporta te u fazi postavljanja. Ako se u tvorničkoj lakirnici nanese samo srednji sloj cink-kromata, zadnji zaštitni sloj se boja na gradilištu, što ako rezultat ima bolju i originalniju kakvoću, ali je ta metoda i skuplja, jer nam oduzima i više vremena. Na zahtjev, primarne okvirne strukture se mogu zaštititi 60 µm vruće galvaniziranim slojem, kada je u normalnim uvjetima okoliša zajamčena garancija od korozije u trajanju od 25 godina.

### 1.9. Zaštita od vatre

Vremenska stopa otpornosti od vatre ( $T_H$ ) normalne čelične strukture iznosi 15 minuta (0.25 h) bez ijednog nezapaljivog materijala. Sam čelični materijal je klasificiran kao "nezapaljiv". Prema mađarskim standardima (MSZ 595) okvirna konstrukcija se može koristiti pod sljedećim uvjetima:

- u zgradama klase IV ili V otpornosti na vatru,
- u industrijskim zdanjima koji se svrstavaju u A ili B vatreno opasnu kategoriju,
- u industrijskim, skladišnim ili agrikulturnim prostorima koji pripadaju u klasu III otpornosti od vatre, do 500MJ/m<sup>2</sup> specifičnog otpusta vrućine,
- u školskim dvoranama ili drugim halama za fizičke treninge, koje su nemaju gledališta napravljena od zapaljivih materijala i imaju kapacitet za manje od 500 gledatelja.

Ako se želi postići viša sposobnost otpornosti na vatru, na okvirnu strukturu se nanosi zaštitna boja (npr. HENSOTHERM).

-  $T_H=0.5$  h boja za zaštitu od požara se nanosi u tvornici ili na gradilištu;

-  $T_H=0.5$  h preferira se tvornički nanos boja za zaštitu od požara.

U slučaju viših zahtjeva za zaštitu od požara ekonomičnijom se smatra uporaba metoda različitih od bojenja. Najpopularnije rješenje predstavlja uporaba ploča kao požarnih inhibitora. One se postavljaju oko dijelova čelične strukture, ako galvanizirana debljina u čeličnom poprečnom dijelu nije manja od 5 mm. Vrijeme otpornosti od vatre ovisi o broju i debljini uporabljene inhibitorne ploče (npr. RIDURIT).

Debljina vatro-inhibicijskih ploča (mm)		
Vrijeme otpornosti $T_H$ (sat)	 Trostrana zaštita	 Četverostrana zaštita
0,5	15	15
0,75	20	20
1,0	20	20
1,5	25	30
2,0	40	45
2,5	45	50
3,0	45	55



### 2.0. Sekundarni nosivi elementi

#### 2.1. Krovne i zidne uzdužne grede

Sustav krovnih i zidnih uzdužnih greda LINDAB hala, na koje se u završnoj fazi montiraju metalne ploče, sastoji se od tanko-zidnih "Z" i "C" dijelova koji teret krovnog oklopa i zidnih obloga usmjeravaju na primarne nosive elemente, tj. na glavne okvire. Ti dijelovi mogu se koristiti kao sastavnice sustava ojačanja cjelokupne strukture i time mogu imati potpornu ulogu. (Npr. mogu biti potporanj kompresivnim dijelovima na glavnim gredama.)

Uporabom odgovarajućih dijelova za sastavljanje, sustav se također može primijeniti na primarne strukture napravljene od pojačanog betona ili drvene građe.

##### 2.1.1. Materijal, geometrija, mjerila

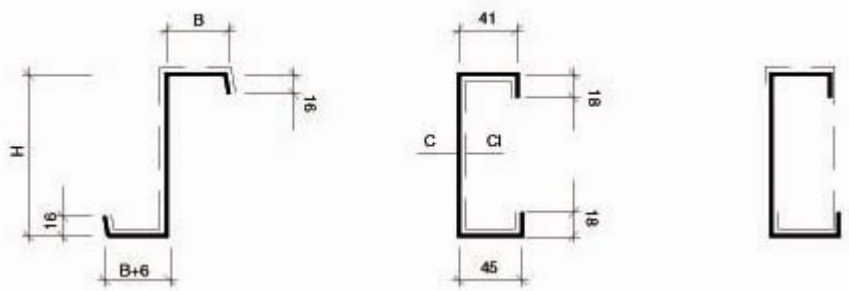
###### - Osobine materijala

Vruće galvanizirane čelične ploče (kvaliteta: EN 10147, FeE 350 G) se koriste kao sirovinski materijal.

Točka savijanja(odstupanja) (Ry)	350 Mpa
Vučna čvrstoća (Rm)	420 Mpa
Modul elastičnosti (E)	210000 Mpa

###### - Geometričnost

Asimetrični oblik ovih dijelova omogućuje preklopno spajanje greda. Kao rezultat visoki moment savijanja preko potpore nosi dupla sekcija (Slika 20).



H = 100, 120, 150, 200, 250, 300, 350

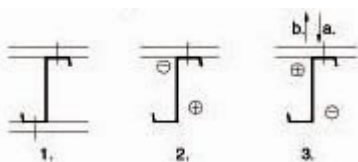
Debljina ploče: 1.0 do 3.0 mm

"C" sekcije mogu se međusobno povezati umetanjem posebnih "CI" komponenti.

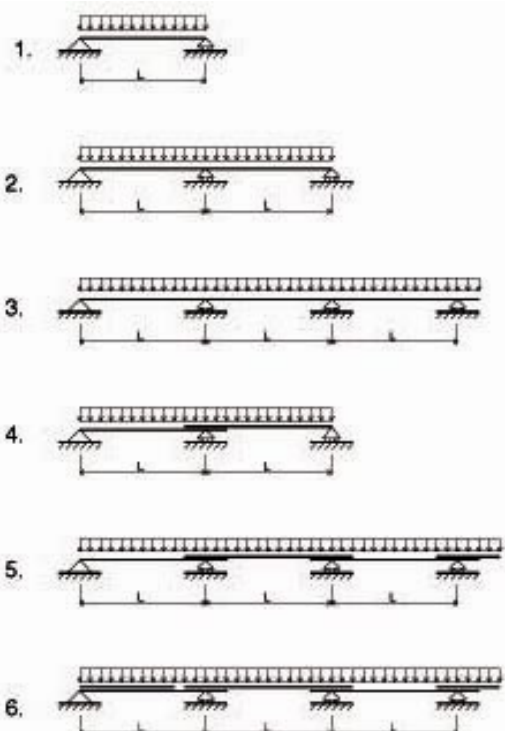
Slika 20: Preklopno spajanje "Z" i "C" dijelova

### 2.1.2. Statički sustavi, statički dizajn

Pod pretpostavkom jednakih razmaka i ravnomjerno raspoređenog tereta na cijeloj dužini grede Z i C elementi mogu se postavljati prema tablicama (udaljenost vs. teret) koje možete naći u "Vodiču za postavljanje greda od Z i C dijelova".



1. Obje prirubnice su lateralno poduprte.
  2. Kompresivna prirubnica je poduprta, tenzilna nije.
  3. Tenzilna prirubnica je poduprta, kompresivna nije.
- a) za gravitacijsko opterećenje  
b) za opterećenje prema gore



U tablicama je specificiran kapacitet nosivosti grede prema statičkim modelima i raznim lateralno potpornim uvjetima grede (Slika 21), za dva granična stanja:

- stanje ultimativnog ograničenja
- stanje uporabnog ograničenja

Uporabom specijalnog software-a za statički izračun (DIMroofv2.0) kojega je izradio LINDAB u suradnji s Mađarskim tehničkim sveučilištem, moguća je izrada greda od tankog lima s više različitih parametara (promjene razmaka, različitih vrsta opteretivosti, npr. linearno raspodijeljeni ili koncentrirani tereti, i osovinske sile tenzije/napetosti).

Granica odstupanja koja se treba zadovoljiti ovisi o primijenjenom kodu. Eurokod ne navodi točne vrijednosti, Državni aneksi bi trebali propisati granice za svaku zemlju. Mađarski standard (MSZ) propisuje sljedeće vrijednosti za granice odstupanja ( $e_H$ ), gdje "L" stoji za raspon grede:

krovne i podne grede općenito:

$$e_H = L / 200$$

grede i sastavni elementi općeg ojačanja:

$$e_H = L / 300$$

grede u privremenoj zgradi ili kod nižih zahtjeva:

$$e_H = L / 150$$

Tehnički parametri za najpoznatije tanko-zidne grede od lakog lima

Slika 21: Statički model

2. Sekundarna nosiva konstrukcija

Geometrijski podaci		<b>Z100</b>				<b>Z150</b>					<b>C150</b>			
Nominalna debljina	[mm]	1,0	1,2	1,5	2,0	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	1,0	1,2	1,5	2,0
Stvarna debljina proizvoda	[mm]	0,93	1,13	1,42	1,91	0,93	1,13	1,42	1,91	2,40	0,93	1,13	1,42	1,91
Moment inercije, za ukupan presjek	[cm <sup>4</sup> ]	32,7	39,4	48,9	64,6	84,1	101,5	126,4	187,6	207,8	82,8	100,0	124,6	165,2
Moment inercije, za primijenjeni presjek	[cm <sup>4</sup> ]	27,2	36,6	47,8	64,3	64,0	86,9	119,4	165,6	207,6	64,4	87,3	118,8	164,4
<b>Svojstva materijala</b>														
Granica razvlačenja	[N/mm <sup>2</sup> ]	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Nosivost	[kg/m]	1,60	1,93	2,42	3,22	1,96	2,38	2,97	3,97	4,96	1,95	2,36	2,95	3,94
<b>Otpornost (dužina potpornja 100 mm)</b>														
Moment savijanja - 1	[kNm]	1,70	2,47	3,34	4,58	2,50	3,64	5,38	7,77	9,85	2,54	3,70	5,39	7,75
Moment savijanja - 2	[kNm]	1,70	2,47	3,34	4,58	2,50	3,64	5,38	7,77	9,85	2,54	3,70	5,39	7,75
Moment savijanja - 3	[kNm]	1,70	2,38	3,20	4,58	1,81	2,83	4,30	6,54	8,81				
Moment savijanja - 4	[kNm]	1,43	1,77	2,13	2,55	1,42	1,76	2,15	2,61	2,94				
Poprečna sila	[kN]	9,55	15,33	24,20	43,89	6,35	11,40	22,67	43,79	69,13	6,35	11,40	22,67	43,79
Sila izvijanja, kod unutarnjeg potpornja	[kN]	3,05	4,28	6,35	10,63	3,56	4,98	7,36	12,23	18,10	3,56	4,98	7,36	12,23
Sila izvijanja, kod krajnjeg potpornja	[kN]	6,10	8,55	12,71	21,25	7,12	9,95	14,72	24,46	36,19	7,12	9,95	14,72	24,46
		<b>Z120</b>				<b>Z200</b>					<b>C200</b>			
Nominalna debljina	[mm]	1,0	1,2	1,5	2,0	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	1,0	1,2	1,5	2,0
Stvarna debljina proizvoda	[mm]	0,93	1,13	1,42	1,91	0,93	1,13	1,42	1,91	2,40	0,93	1,13	1,42	1,91
Moment inercije, za ukupan presjek	[cm <sup>4</sup> ]	49,9	60,1	74,8	99,0	166,7	201,5	251,3	333,9	414,5	164,6	198,9	248,1	329,7
Moment inercije, za primijenjeni presjek	[cm <sup>4</sup> ]	40,0	54,1	72,8	98,2	117,2	160,2	220,9	319,3	412,4	118,3	161,2	220,8	317,8
<b>Svojstva materijala</b>														
Granica razvlačenja	[N/mm <sup>2</sup> ]	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Nosivost	[kg/m]	1,74	2,11	2,64	3,52	2,33	2,82	3,53	4,72	5,90	2,31	2,80	3,51	4,69
<b>Otpornost (dužina potpornja 100 mm)</b>														
Moment savijanja - 1	[kNm]	2,02	2,96	4,23	5,80	3,28	4,78	7,03	10,90	14,57	3,34	4,85	7,08	10,90
Moment savijanja - 2	[kNm]	2,02	2,96	4,23	5,80	3,28	4,78	7,03	10,90	14,57	3,34	4,85	7,08	10,90
Moment savijanja - 3	[kNm]	1,81	2,71	3,72	5,45	1,76	2,64	4,14	7,40	10,88				
Moment savijanja - 4	[kNm]	1,44	1,77	2,14	2,58	1,36	1,72	2,13	2,62	2,97				
Poprečna sila	[kN]	7,95	14,28	24,20	43,79	4,75	8,54	16,96	41,38	69,13	4,75	8,54	16,96	41,38
Sila izvijanja, kod unutarnjeg potpornja	[kN]	3,05	4,28	6,35	10,63	3,56	4,98	7,36	12,23	18,10	3,56	4,98	7,36	12,23
Sila izvijanja, kod krajnjeg potpornja	[kN]	6,10	8,55	12,71	21,25	7,12	9,95	14,72	24,46	36,19	7,12	9,95	14,72	24,46

## 2. Sekundarna nosiva konstrukcija

U priloženoj tablici nalazi se pregled kapaciteta nosača (kN/m) za lagane LINDAB grede-podrožnike (Z150 i Z200), za najčešće korištene statičke sustave (standardno preklapajuće br.5); za ravnomjerno raspoređene terete.

Nominacija	Sys	Statički sustav
	t1	Debljina središnjeg podrožnika
	t2	Debljina krajnjeg podrožnika
	L	Raspon (m)

*Vrsta* Vrsta definiranog ograničenja

1. Najveće definirano ograničenje, oba oboda podržana
2. Najveće definirano ograničenje, oba oboda podržana; težinsko opterećenje
3. Najveće definirano ograničenje, oba oboda podržana; opterećenje odizanja
4. Upotrebljivo ograničenje, ograničenje otklona L/200
5. Upotrebljivo ograničenje, ograničenje otklona L/300

sys	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	vrsta	Z 150						Z 200					
				L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	
5	1.00	1.00	1	5.20	5.60	6.00	6.40	6.80	7.20	5.20	5.60	6.00	6.40	6.80	7.20
			2	1.17	1.01	0.88	0.77	0.68	0.61	1.49	1.28	1.12	0.98	0.87	0.78
			3	1.17	1.01	0.88	0.77	0.68	0.61	1.37	1.21	1.08	0.97	0.87	0.78
			4	0.61	0.53	0.46	0.41	0.36	0.32	0.95	0.82	0.72	0.63	0.56	0.50
			5	0.92	0.73	0.60	0.49	0.41	0.35	2.39	1.92	1.56	1.28	1.07	0.90
5	1.00	1.20	1	0.61	0.49	0.40	0.33	0.27	0.23	1.60	1.28	1.04	0.86	0.71	0.60
			2	1.70	1.47	1.28	1.12	1.00	0.89	2.18	1.93	1.68	1.48	1.31	1.17
			3	1.53	1.32	1.15	1.01	0.90	0.80	1.84	1.63	1.45	1.30	1.17	1.06
			4	0.77	0.66	0.58	0.51	0.45	0.40	1.48	1.27	1.11	0.98	0.86	0.77
			5	1.11	0.89	0.72	0.60	0.50	0.42	2.91	2.33	1.89	1.56	1.30	1.09
5	1.00	1.50	1	0.74	0.59	0.48	0.40	0.33	0.28	1.94	1.55	1.26	1.04	0.87	0.73
			2	2.28	2.02	1.79	1.61	1.45	1.31	2.35	2.10	1.88	1.70	1.54	1.41
			3	1.75	1.54	1.36	1.20	1.06	0.95	1.96	1.74	1.55	1.40	1.26	1.15
			4	0.95	0.82	0.71	0.62	0.55	0.49	2.12	1.82	1.59	1.40	1.24	1.10
			5	1.39	1.11	0.91	0.75	0.62	0.52	3.64	2.92	2.37	1.95	1.63	1.37
5	1.20	1.20	1	0.93	0.74	0.60	0.50	0.42	0.35	2.43	1.95	1.58	1.30	1.09	0.92
			2	1.70	1.47	1.28	1.12	1.00	0.89	2.24	1.93	1.68	1.48	1.31	1.17
			3	1.70	1.47	1.28	1.12	1.00	0.89	2.24	1.93	1.68	1.48	1.31	1.17
			4	0.77	0.66	0.58	0.51	0.45	0.40	1.48	1.27	1.11	0.98	0.86	0.77
			5	1.11	0.89	0.72	0.60	0.50	0.42	2.91	2.33	1.89	1.56	1.30	1.09
5	1.20	1.50	1	0.74	0.59	0.48	0.40	0.33	0.28	1.94	1.55	1.26	1.04	0.87	0.73
			2	2.53	2.18	1.90	1.67	1.48	1.32	3.56	3.07	2.67	2.35	2.08	1.86
			3	2.38	2.06	1.79	1.57	1.39	1.24	3.22	2.84	2.52	2.26	2.03	1.84
			4	0.95	0.82	0.71	0.62	0.55	0.49	2.30	1.98	1.73	1.52	1.35	1.20
			5	1.39	1.11	0.91	0.75	0.62	0.52	3.64	2.92	2.37	1.95	1.63	1.37
5	1.20	1.50	1	0.93	0.74	0.60	0.50	0.42	0.35	2.43	1.95	1.58	1.30	1.09	0.92

2. Sekundarna nosiva konstrukcija

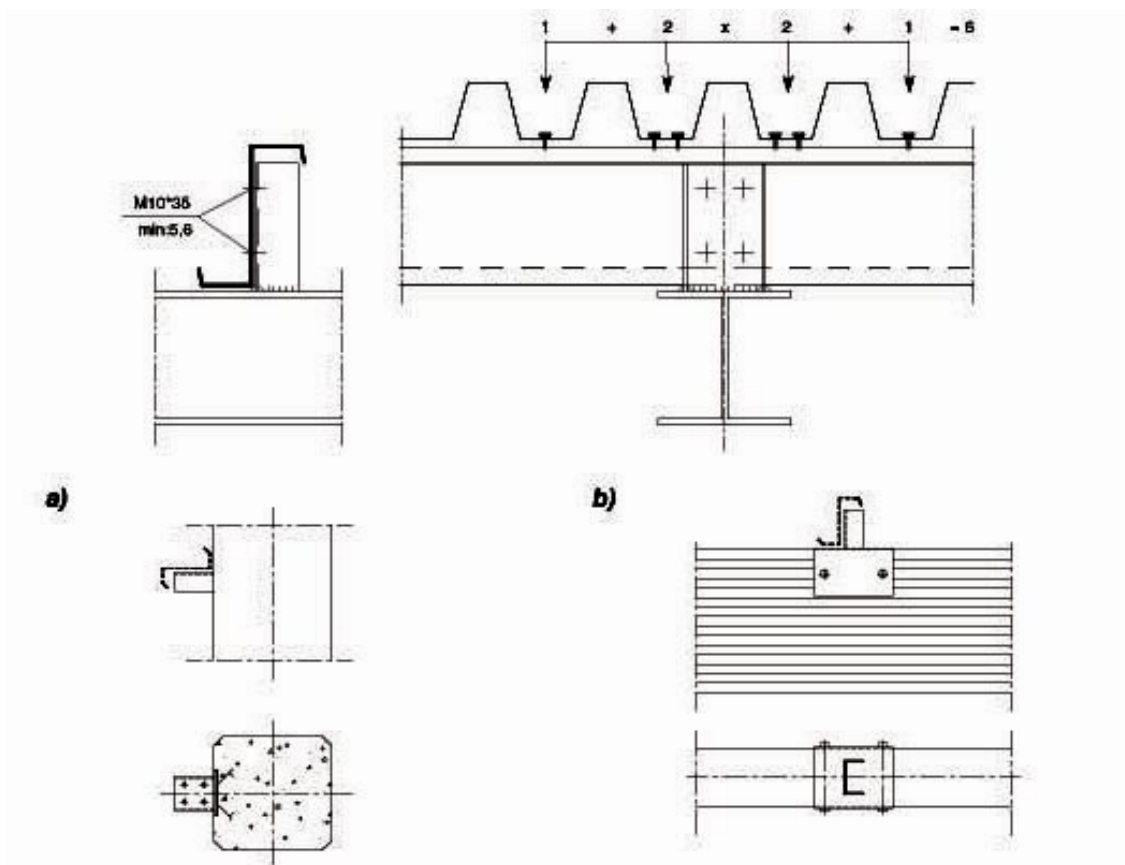
sys	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	vrsta	Z 150						Z 200					
				L											
5	1.20	2.00	1	5.20	5.60	6.00	6.40	6.80	7.20	5.20	5.60	6.00	6.40	6.80	7.20
			2	3.55	3.12	2.77	2.44	2.16	1.93	3.83	3.40	3.04	2.74	2.48	2.26
			3	2.81	2.42	2.11	1.86	1.64	1.47	3.31	2.93	2.61	2.34	2.11	1.92
			4	1.17	1.01	0.88	0.77	0.68	0.61	3.17	2.74	2.38	2.09	1.86	1.66
			5	1.86	1.49	1.21	1.00	0.83	0.70	4.89	3.91	3.18	2.62	2.19	1.84
5	1.50	1.50	1	1.24	1.00	0.81	0.67	0.56	0.47	3.26	2.61	2.12	1.75	1.46	1.23
			2	2.53	2.18	1.90	1.67	1.48	1.32	3.56	3.07	2.67	2.35	2.08	1.86
			3	2.53	2.18	1.90	1.67	1.48	1.32	3.56	3.07	2.67	2.35	2.08	1.86
			4	0.95	0.82	0.71	0.62	0.55	0.49	2.30	1.98	1.73	1.52	1.35	1.20
			5	1.39	1.11	0.91	0.75	0.62	0.52	3.64	2.92	2.37	1.95	1.63	1.37
5	1.50	2.00	1	0.93	0.74	0.60	0.50	0.42	0.35	2.43	1.95	1.58	1.30	1.09	0.92
			2	3.70	3.19	2.78	2.44	2.16	1.93	6.21	5.35	4.66	4.10	3.63	3.24
			3	3.69	3.18	2.77	2.44	2.16	1.93	5.95	5.26	4.66	4.10	3.63	3.24
			4	1.17	1.01	0.88	0.77	0.68	0.61	3.17	2.74	2.38	2.09	1.86	1.66
			5	1.86	1.49	1.21	1.00	0.83	0.70	4.89	3.91	3.18	2.62	2.19	1.84
5	1.50	2.50	1	1.24	1.00	0.81	0.67	0.56	0.47	3.26	2.61	2.12	1.75	1.46	1.23
			2	4.64	4.00	3.48	3.06	2.71	2.42	6.64	5.87	5.24	4.70	4.24	3.85
			3	4.37	3.77	3.29	2.89	2.56	2.28	5.95	5.26	4.68	4.19	3.77	3.41
			4	1.33	1.15	1.00	0.88	0.78	0.70	3.83	3.31	2.88	2.53	2.24	2.00
			5	2.33	1.87	1.52	1.25	1.04	0.88	6.12	4.90	3.98	3.28	2.74	2.31
5	2.00	2.00	1	1.55	1.24	1.01	0.83	0.70	0.59	4.08	3.27	2.66	2.19	1.82	1.54
			2	3.70	3.19	2.78	2.44	2.16	1.93	6.21	5.35	4.66	4.10	3.63	3.24
			3	3.70	3.19	2.78	2.44	2.16	1.93	6.21	5.35	4.66	4.10	3.63	3.24
			4	1.17	1.01	0.88	0.77	0.68	0.61	3.17	2.74	2.38	2.09	1.86	1.66
			5	1.86	1.49	1.21	1.00	0.83	0.70	4.89	3.91	3.18	2.62	2.19	1.84
5	2.00	2.50	1	1.24	1.00	0.81	0.67	0.56	0.47	3.26	2.61	2.12	1.75	1.46	1.23
			2	4.64	4.00	3.48	3.06	2.71	2.42	8.77	7.56	6.59	5.79	5.13	4.57
			3	4.64	4.00	3.48	3.06	2.71	2.42	8.77	7.56	6.59	5.79	5.13	4.57
			4	1.33	1.15	1.00	0.88	0.78	0.70	3.83	3.31	2.88	2.53	2.24	2.00
			5	2.33	1.87	1.52	1.25	1.04	0.88	6.12	4.90	3.98	3.28	2.74	2.31
5	2.50	2.50	1	1.55	1.24	1.01	0.83	0.70	0.59	4.08	3.27	2.66	2.19	1.82	1.54
			2	4.64	4.00	3.48	3.06	2.71	2.42	8.77	7.56	6.59	5.79	5.13	4.57
			3	4.64	4.00	3.48	3.06	2.71	2.42	8.77	7.56	6.59	5.79	5.13	4.57
			4	1.33	1.15	1.00	0.88	0.78	0.70	3.83	3.31	2.88	2.53	2.24	2.00
			5	2.33	1.87	1.52	1.25	1.04	0.88	6.12	4.90	3.98	3.28	2.74	2.31

Detaljnije specifikacije i podaci o statičkom dizajnu nalaze se u drugom LINDAB-ovom izdanju „Vodiča za statički dizajn Z i C sekcija”.

2.1.3. Konstruktivski aspekti

2.1.3.1 Dizajn potpornja

Potporni podrožnika trebali bi pružati otpor sili reakcije u smjeru mreža i okomice prema mrežama, a kako podrožnici mogu služiti i kao spojnici, trebali bi nositi i sile osovine. Pored toga, neprekidnim podupiranjem mreže mogu se izbjeći iskrivljenja i lokalne deformacije. Potporni elementi („konzole”) načinjene su od čeličnih dijelova u obliku slova U. Elementi se mogu zavariti izravno na vrh čeličnih struktura ili, u slučaju struktura od armiranoga betona, na prethodno umetnuti ravnu čeličnu pločicu. U slučaju lameliranih i lijepljenih drvenih struktura, na drvenu površinu potrebno je pričvrstiti povezujuću čeličnu pločicu. Prijenos sila s ravni krovišta prema potpornjima može se postići dodavanjem većeg broja vijaka iznad nosača (npr. uporabom 6 vijaka).

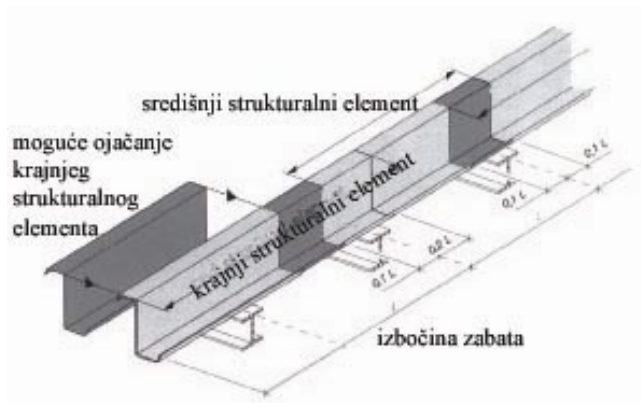


Slika 22: Izgled potpornog elementa podrožnika  
(a) na stupu od armiranog betona; (b) na lameliranom drvenom nosaču

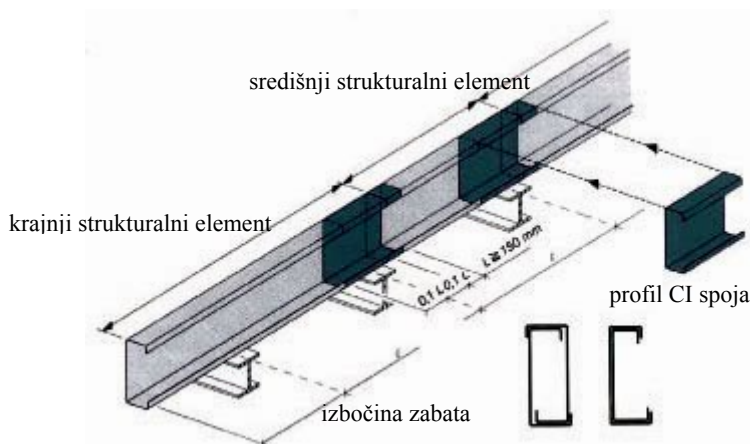
### 2.1.3.2. Uzdužno povezivanje tankih greda

- Na manjem razmaku, neprekinuta greda iznad potpornja može se koristiti bez preklonih spojeva, od jedne montažne jedinice (ispod proizvodnog i transportnog ograničenja: 12-13 m)  
 - U slučaju običnog (otprilike 6 m) ili većeg (7-8 m) razmaka, neprekinuta greda dobiva se preklapnim spojevima iznad potpornja, što znači da se jedan red podrožnika sastoji od više montažnih jedinica (slika 23). Nabolje rješenje jest takozvani standardni preklapni sustav sa Z-profilima (statički model br. 5 na slici 21).

**Z** u krajnjem polju:  $1.2 L + \text{izbočina zabata}$   
 u središnjem polju:  $1.2 L$   
 dodatni element:  $0.8 L$



**C** u krajnjem polju:  $0.9 L + \text{izbočina zabata}$   
 u središnjem polju:  $1.0 L$   
 dodatni element:  $\text{min. } 0.2 L + 150 \text{ mm}$   
 (standardna dužina = 1,600 mm)



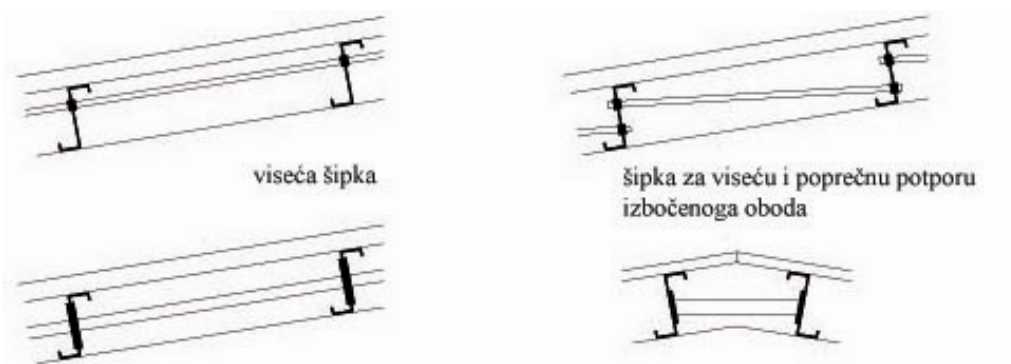
Slika 23: Strukturalni sustav koji primjenjuje preklapajuće spojeve za „Z” i „C” grede

### 2.1.3.3. Poprečni potpornji

Ako se koriste preporučene metode ojačavanja, poprečnu potporu LINDAB „Z” i „C” gredama pružat će trapezoidne valovite plohe. Dodatna potpora može biti potrebna na određenim točkama duž grede u sljedećim slučajevima:

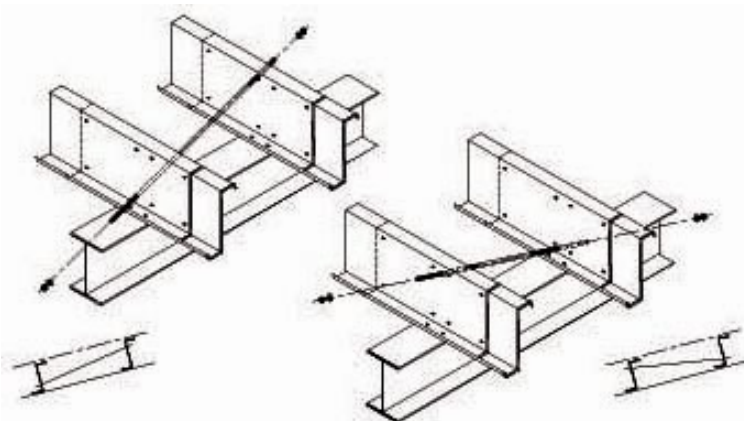
- kako bi se spriječilo poprečno zavrtnanje i izvijanje tijekom montaže i instalacije
- kako bi se spriječilo iskrivljavanje ravni stropa (oko slabijih osovina greda) u slučaju većeg nagiba krova ( $\alpha > 22^\circ$ )
- kako bi se spriječilo bočno pomicanje slobodnog, izbočenog oboda (protiv izobličavanja)

Ovi posebni potpornji bit će izrađeni i dimenzionirani na osnovu primijenjenih strukturalnih elemenata (slika 24).



Slika 24: Vrste poprečnih potpornja

U posebnim slučajevima, podrožnici se mogu pričvrstiti samo kroz donji obod, bez korištenja potpornog elementa (konzole). Pozicija podrožnika iznad potpornja (gornjeg oboda glavne grede) bit će postignuta postavljanjem čeličnih poluga u osovini osnovnih okvira (slika 25).



Slika 25: Podrožnik pričvršćen izravno na gornji dio osnovne grede



### 2.1.3.4. Povezivanje tankih greda

Pojedinačni elementi Z - C profiliranih laganih sustava podrožnika povezani su metričkim maticama (M10-M12-M14) s osnovnim nosačima; međusobno su također povezani metričkim maticama (M10-M12) ili samonareznim vijcima (LD3 ili LD6). Za metričke matrice možete na licu mjesta samostalno napraviti rupe (bušenjem ili probijanjem) ili, sukladno nacrtima proizvođača, u radionici.

Izrada rupa na terenu

Tanke grede lako se mogu probušiti ili probiti. Ova metoda nije odveć osjetljiva na nepravilnosti u fazi montaže, međutim troškovi se povećavaju zbog dužeg radnog vremena na terenu.

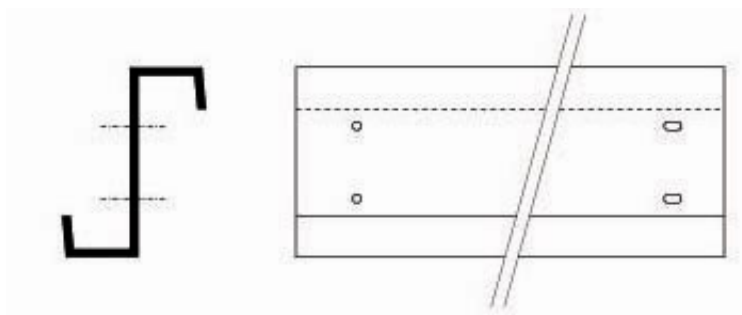
Izrada rupa u radionici

Troškovi su niži, ali ova metoda zahtijeva veliku preciznost. Potrebno je imati pripremljen nacrt proizvoda, pri čemu treba uzeti u obzir proizvodna ograničenja proizvođača, kao i broj i lokaciju rupa za matice vijaka.

Trenutno je moguće napraviti grede pridržavajući se specifikacija rupa za matice koje se nalaze u sljedećoj tablici:

Rupa za maticu (mm)	Visina grede (mm)						
	100	120	150	200	250	300	350
Kružna rupa							
12	+	+	+	+	+	+	+
14				+	+	+	+
18	+	+	+	+	+	+	+
Ovalna rupa							
10 x 15	+	+	+				
12 x 20	+	+	+				
14 x 25	+	+	+	+	+	+	+
18 x 25	+	+	+				

- minimalna udaljenost između rupa i kraja grede: 50 mm
- rupe su dostupne samo za mreže; izbočene obode nije moguće prethodno izbušiti
- najveći broj rupa: 36 rupa po gredi. Veći broj rupa moguće je izbušiti samo nakon dobivanja suglasnosti od LINDAB-a.



## 2.2. Snažni pločni sustavi

Pod snažne profile spadaju čelične trapezoidne plohe koje su dublje i deblje od ojačanih ploha. Ovakvi elementi imaju veliku nosivost te su pogodni za nošenje tereta izravno na primarnim okvirima.

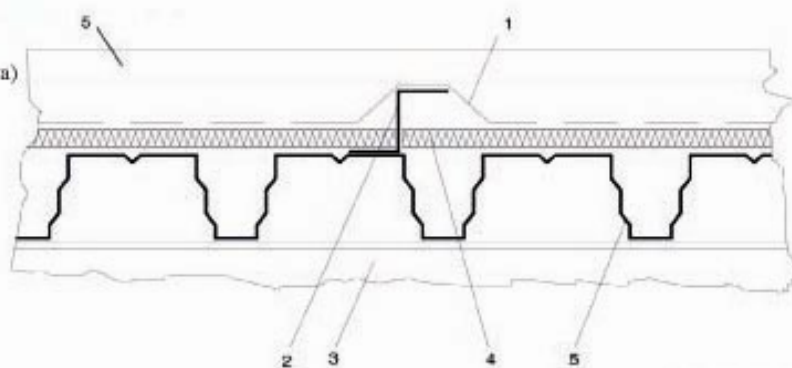
**Za uporabu snažnih profila postoje dva područja primjene:**

**1., Krovna ploča na velikim zgradama** koja ujedno služi i kao sustav podrožnika. Ukoliko je nagib krova  $3^\circ < \alpha < 5^\circ$ , krov je ojačan mješovitim (mekanim) materijalom za krov, s tradicionalnim bitumenom ili gornjim slojem od PVC materijala. U slučaju  $\alpha \geq 6^\circ$ , s uključenim razdjelnicima i toplinskom izolacijom, krov je moguće prekriti trapezoidnim ploham, poput podloženog „sandwicha” (slika 26).

### Raspored slojeva za trapezoidne plohe za krov:

$\alpha \geq 6^\circ$

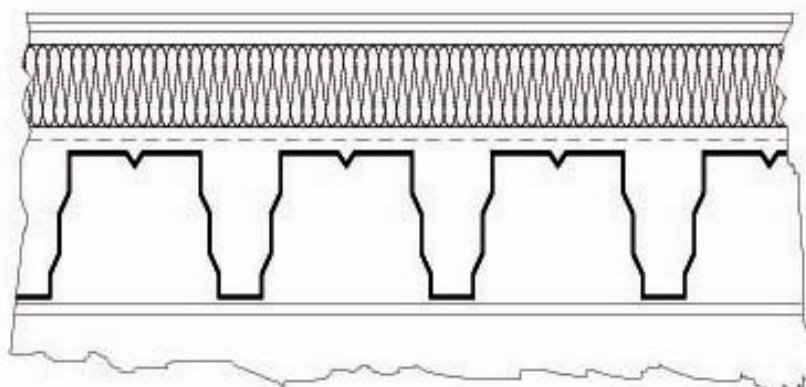
1. Plastična folija
2. Razdjelnik (čelični „Z” profil ili drvena letva)
3. Osnovna greda
4. Toplinska izolacija
5. Trapezoidna ploha LINDAB



### Raspored slojeva za mješovito (mekano) prekrivanje krova:

$3^\circ < \alpha < 5^\circ$

1. Zaštita od vode (bitumen ili PVC)
2. Toplinska izolacija
3. Folija protiv isparavanja
4. Snažni LINDAB profil
5. Osnovna greda



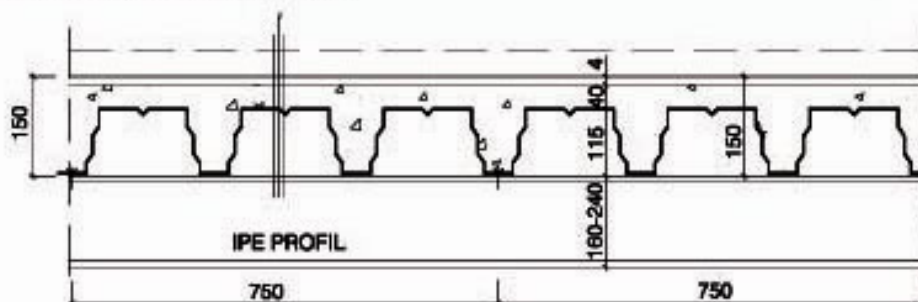
Slika 26: Vrste snažnih pločnih krovnih strukturalnih sustava

## 2. Sekundarna nosiva konstrukcija

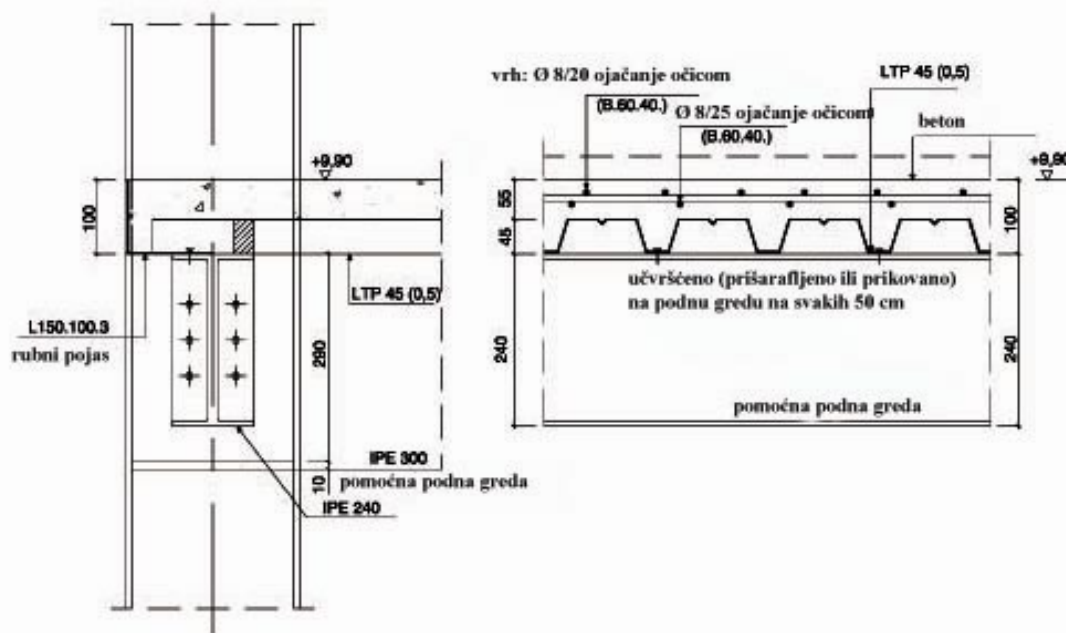
2., Kada se integrira u središnju podnu strukturu, koristi se kao ugrađena forma. Nakon što se napravi statički dimenzionirano ojačanje i dovrši betonski pod, moguće je napraviti učinkovitu i atraktivnu strukturu poda uz niske troškove (slika 27).

### Detaljan prikaz strukture poda:

- zalijepljene podnice
- dorada, 4 mm gipsani sloj
- C12 betonski noseća podna ploča, debljine 40 do 150 mm
- LTP 115 snažna trapezoidna ploha
- IPE 160-240 pomoćni podni nosač (debljine 2.5-3.0cm)



### Presjek strukture poda s nosivošću $2 \text{ kN/m}^2$



Slika 27: Strukturalni nacrt središnje podne strukture

### 2.2.1. Materijal, vrste, opseg veličine

Površinski zaštićeni (obloženi) čelični pojasevi se namotavaju na koturu za oblikovanje kako bi se dobila trapezoidna rebra koja paralelno idu cijelom dužinom plohe.

Vrsta površinske zaštite: vruća galvanizacija + plastični film oblože čeličnu plohu.

Debljina pocinkovanoga sloja: 275 g/m<sup>2</sup>

Sloj plastičnoga filma: 15 μm deo poliester

Kvaliteta čeličnog pojasa: S280GD+Z

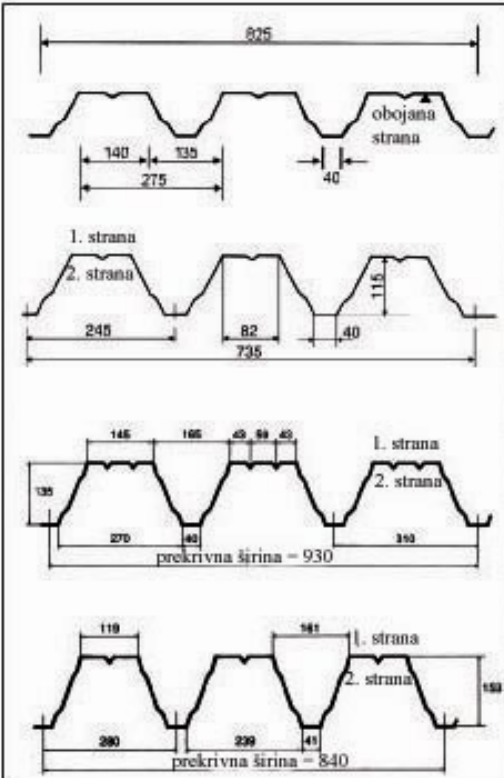
Opseg debljine plohe: 0,75; 0,88 1,00; 1,25 mm

Maks. transportna dužina:

LTP 100, LTP 115 13.000 mm

LTP 135, LTP 150: 19.000 mm

Min. proizvodna dužina: 1.500 mm

	Vrste profila	Lv (mm)	Težina (kg/m <sup>2</sup> )
LTP 100		0.75	8.92
		0.88	10.47
		1.00	11.90
		1.25	14.88
LTP 115		0.75	8.92
		0.88	10.47
		1.00	11.89
		1.25	14.87
LTP 135		0.75	9.50
		0.88	11.14
		1.00	12.66
		1.25	15.83
LTP 150		0.75	10.51
		0.88	12.34
		1.00	14.02
		1.25	17.52

**2.2.2 Statički sustav, dimenzioniranje**

Snažna podna ploha ponaša se kao jednostavna potporna ili neprekinuta greda kada nosi terete i prenosi ih na pomoćnu podnu gredu. Krajnji podaci o kapacitetu nosivosti mogu se dobiti iz nacrtanih tablica, u funkciji statičkoga modela, (jednakih) razmaka i debljine. Na sljedećoj tablici nalazi se primjer kapaciteta nosivosti za snažne profile, tako što se povećava razmak za jedan metar. Detaljniji podaci nalaze se u „Projektni vodič za LINDAB trapezoidne plohe”.

Uporabom posebnog programa za statičko izračunavanje (DIMroof v2.0), kojega su razvili LINDAB i Tehnički fakultet u Budimpešti, snažne profile moguće je dizajnirati s više različitih parametara (više statičkih modela, npr. preklapanje s potpornjima; promjena razmaka; različite vrste opterećenja, npr. linearno raspoređeni ili koncentrirani tereti, i osovinska sila).

Ograničenja otklona primjenljiva za snažne profile:

- za mješovito (mekano) postavljanje krovova ≤ 1/300
- za trapezoidno postavljanje krovova ≤ 1/150

*Tablice statičkog proračuna za snažne trapezoidne plohe*

*Red 1: Dozvoljeni teret (kN/m<sup>2</sup>) bez ograničenja otklona*

*Red 2: Dozvoljeni teret (kN/m<sup>2</sup>) s ograničenjem otklona: L/200*

*Red 3: Dozvoljeni teret (kN/m<sup>2</sup>) s ograničenjem otklona: L/300*

	Red	LTP100				LTP115				Debljina (mm)
		3.00	3.25	3.50	4.00	4.00	5.00	6.00	7.00	
Greda s jednostrukim razmakom	1	3.48	2.97	2.56	1.96	2.38	1.52	1.06	0.78	0.75
	2	3.48	2.97	2.56	1.96	2.13	1.09	0.63	0.40	
	3	2.96	2.33	1.87	1.25	1.42	0.73	0.42	0.26	
	1	4.77	4.07	3.51	2.68	3.47	2.22	1.54	1.13	0.88
	2	4.77	4.07	3.51	2.68	2.39	1.23	0.71	0.45	
	3	2.07	1.63	1.30	0.87	1.60	0.82	0.47	0.30	
	1	5.46	4.65	4.01	3.07	4.47	2.86	1.99	1.46	1.00
	2	5.46	4.65	4.01	3.07	2.63	1.35	0.78	0.49	
	3	4.01	3.15	2.52	1.69	1.76	0.90	0.52	0.33	
	1	6.87	5.86	5.05	3.87	6.12	3.92	2.72	2.00	1.25
	2	6.87	5.86	5.05	3.87	3.26	1.67	0.97	0.61	
	3	5.05	3.97	3.18	2.13	2.18	1.11	0.64	0.41	

**2. Sekundarna nosiva konstrukcija**

Red	LTP100				LTP115				Debljina (mm)
	3.00	3.25	3.50	4.00	4.00	5.00	6.00	7.00	
1	3.08	2.73	2.44	1.96	2.61	1.80	1.25	0.92	0.75
	3.08	2.73	2.44	1.96	2.61	1.80	1.25	0.92	
	3.08	2.73	2.44	1.96	2.61	1.75	1.01	0.64	
2	4.16	3.68	3.28	2.66	3.39	2.33	1.69	1.28	0.88
	4.16	3.68	3.28	2.66	3.39	2.33	1.69	1.08	
	4.16	3.68	3.28	2.66	3.39	1.97	1.14	0.72	
3	4.76	4.21	3.75	3.04	4.25	2.89	2.08	1.57	1.00
	4.76	4.21	3.75	3.04	4.25	2.89	1.88	1.18	
	4.76	4.21	3.75	3.04	4.23	2.17	1.25	0.79	
4	6.00	5.31	4.73	3.83	6.55	4.44	3.16	2.32	1.25
	6.00	5.31	4.73	3.83	6.55	4.03	2.33	1.47	
	6.00	5.31	4.73	3.83	5.25	2.69	1.55	0.98	

Red	LTP100				LTP115				Debljina (mm)
	3.00	3.25	3.50	4.00	4.00	5.00	6.00	7.00	
1	3.48	2.97	2.56	1.96	2.81	1.80	1.25	0.95	0.75
	3.48	2.97	2.56	1.96	2.81	1.80	1.21	0.76	
	3.48	2.97	2.56	1.96	2.72	1.39	0.81	0.51	
2	4.77	4.07	3.51	2.68	4.00	2.56	1.78	1.31	0.88
	4.77	4.07	3.51	2.68	4.00	2.35	1.36	0.86	
	4.77	4.07	3.51	2.68	3.06	1.56	0.91	0.57	
3	5.46	4.65	4.01	3.07	4.92	3.28	2.28	1.67	1.00
	5.46	4.65	4.01	3.07	4.92	2.58	1.49	0.94	
	5.46	4.65	4.01	3.07	3.36	1.72	1.00	0.63	
4	6.87	5.86	5.05	3.87	7.10	4.55	3.16	2.32	1.25
	6.87	5.86	5.05	3.87	6.25	3.20	1.85	1.17	
	6.87	5.86	5.05	3.87	4.17	2.13	1.23	0.78	

2. Sekundarna nosiva konstrukcija

	Red	LTP135				LTP150				Debljina (mm)
		4.00	5.00	6.00	7.00	4.00	5.00	6.00	7.00	
Greda s jednostrukim razmakom	1	2.41	1.84	1.28	0.94	3.29	2.28	1.58	1.16	0.75
	2	2.41	1.76	1.08	0.64	3.29	2.28	1.40	0.88	
	3	2.29	1.17	0.68	0.43	3.17	1.62	0.94	0.59	
	1	3.38	2.33	1.62	1.19	5.23	3.39	2.35	1.73	0.88
	2	3.38	2.08	1.21	0.76	5.23	2.87	1.67	1.05	
	3	2.71	1.39	0.80	0.51	3.75	1.92	1.11	0.70	
	1	4.39	2.83	1.96	1.44	6.76	4.33	3.01	2.21	1.00
	2	4.39	2.38	1.38	0.87	6.42	3.30	1.90	1.20	
	3	3.10	1.59	0.92	0.58	4.28	2.19	1.27	0.80	
1	6.09	3.89	2.70	1.99	8.65	5.53	3.84	2.82	1.25	
2	5.87	3.01	1.74	1.10	8.10	4.15	2.40	1.50		
3	3.91	2.00	1.16	0.73	5.39	2.76	1.60	1.01		
Greda s dvostrukim razmakom	1	2.43	1.69	1.24	0.94	3.31	2.36	1.68	1.26	0.75
	2	2.43	1.69	1.24	0.94	3.31	2.36	1.68	1.26	
	3	2.43	1.69	1.24	0.94	3.31	2.36	1.68	1.26	
	1	3.26	2.26	1.62	1.19	4.98	3.45	2.44	1.83	0.88
	2	3.26	2.26	1.62	1.19	4.98	3.45	2.44	1.83	
	3	3.26	2.26	1.62	1.19	4.98	3.45	2.44	1.68	
	1	4.02	2.77	1.96	1.44	6.43	4.40	3.12	2.34	1.00
	2	4.02	2.77	1.96	1.44	6.43	4.40	3.12	2.34	
	3	4.02	2.77	1.96	1.39	6.43	4.40	3.06	1.93	
1	5.65	3.85	2.70	1.99	8.65	5.68	4.09	3.11	1.25	
2	5.65	3.85	2.70	1.99	8.65	5.68	4.09	3.11		
3	5.65	3.85	2.70	1.76	8.65	5.68	3.85	2.42		
Greda s trostrukim razmakom	1	2.88	1.84	1.28	0.94	3.31	2.36	1.69	1.32	0.75
	2	2.88	1.84	1.28	0.94	3.31	2.36	1.69	1.32	
	3	2.88	1.84	1.28	0.82	3.31	2.36	1.69	1.12	
	1	3.64	2.33	1.62	1.19	5.24	3.45	2.44	1.90	0.88
	2	3.64	2.33	1.62	1.19	5.24	3.45	2.44	1.90	
	3	3.64	2.33	1.54	0.97	5.24	3.45	2.10	1.32	
	1	4.41	2.83	1.96	1.44	6.76	4.40	3.14	2.44	1.00
	2	4.41	2.83	1.96	1.44	6.76	4.40	3.14	2.27	
	3	4.41	2.83	1.76	1.11	6.76	4.14	2.40	1.51	
1	6.09	3.89	2.70	1.99	8.65	5.80	4.32	3.33	1.25	
2	6.09	3.89	2.70	1.99	8.65	5.80	4.32	2.85		
3	6.09	3.84	2.22	1.40	8.65	5.21	3.02	1.90		

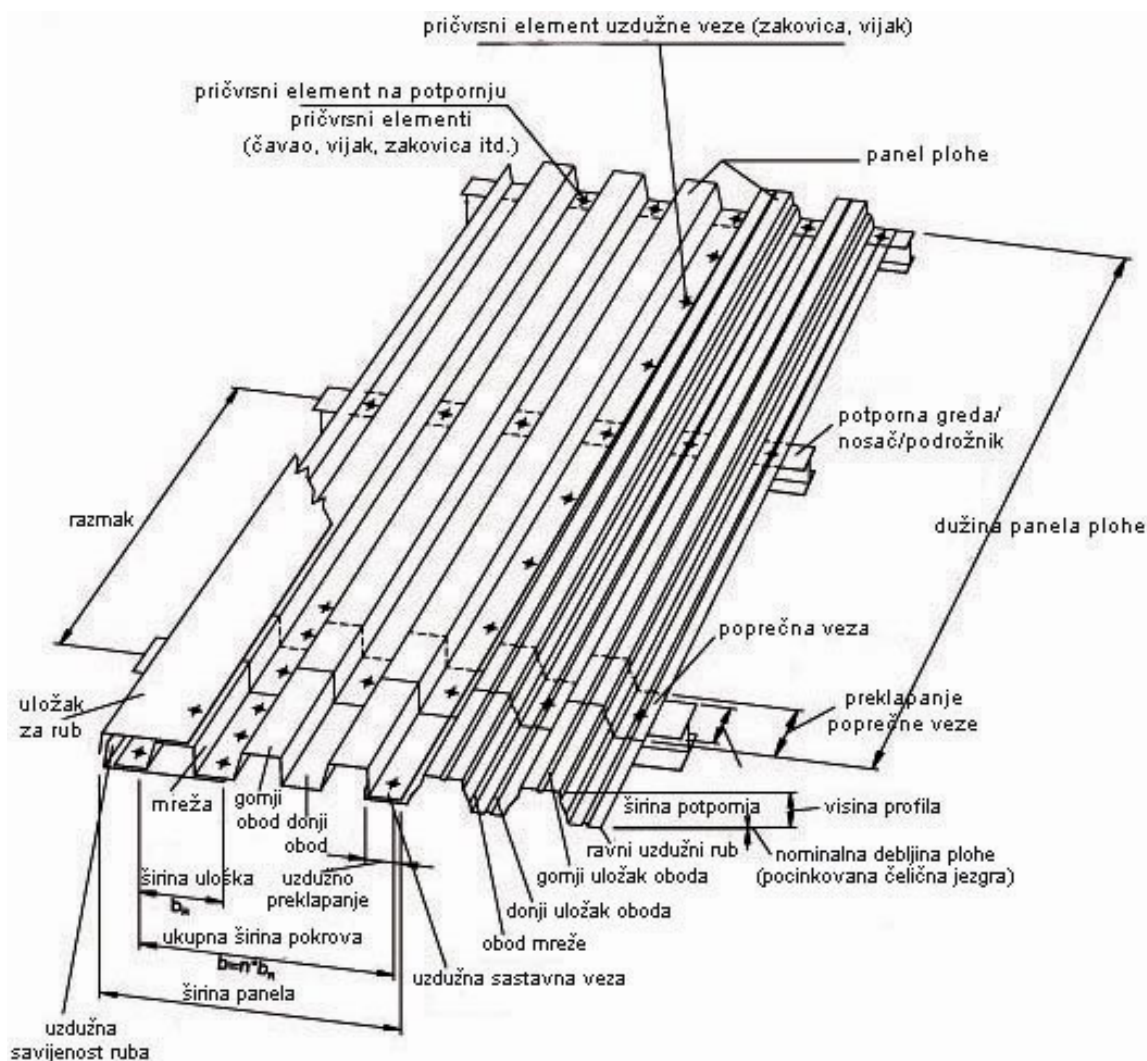
### 2.2.3. Građevinski aspekti, pravila

Teoretski raspored snažnih ploha prikazan je na slici 28.

Uzdužni rub svakoga panela mora se spojiti s rubom drugoga panela, s rubom krute svijene plohe ili s rubom potpornoga strukturalnog elementa.

Dužina uzdužnoga preklapanja: 50 do 150 mm

Širina potpornja: 160 mm (80-200mm)



Slika 28: Pogled na snažnu čeličnu ploču



## 2. Sekundarna nosiva konstrukcija

Ovisno o potpornoj strukturi, ponuđene su sljedeće komponente za pričvršćivanje:

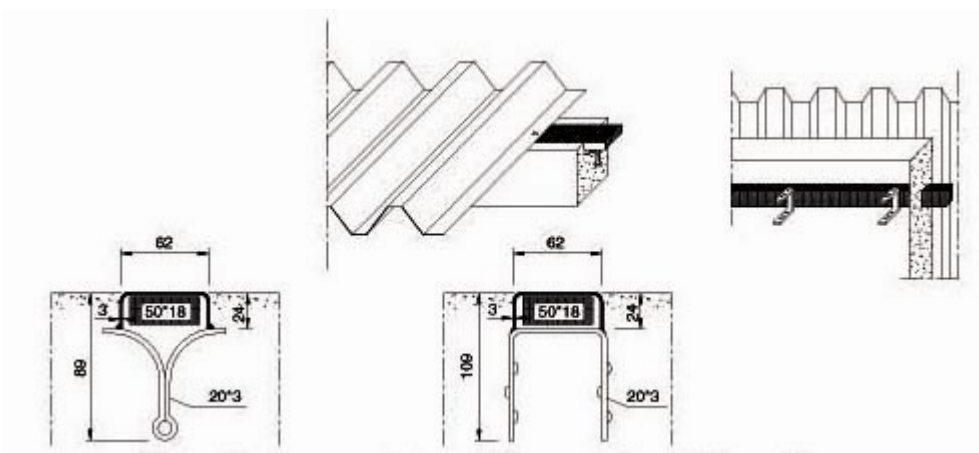
- Čelična greda (gdje „v” označava debljinu metalne ploče):

- v ≤ 6 mm                      LD6 samonarezni vijak
- 6 < v ≤ 12 mm              LD12 samonarezni vijak
- v > 12 mm čavao (šiljasti)

- Armirana betonska greda:

- zaglavica, šiljak, čavao ili, u slučaju pristupa kakav je prikazan na slici 29, LD6 samonarezni vijak

- Drvena greda:              LW-T samonarezni vijak



Slika 29: Pogled na primjere pričvršnih elemenata za snažne profile

U tablici 1 nalazi se pomoć pri odabiru broja i razmještaja komponenata za pričvršćivanje. Statički nacrt moguće je napraviti sukladno opcijama iz tablice 2, za sile rastezanja i/ili smicanja. Pričvršne elemente panela moguće je smjestiti u poljima, duž uzdužnih ili poprečnih veza, ili duž obje te veze.

Razmak između pričvršnih elemenata:

- uzdužno spajanje:  $50 \text{ mm} \leq E_l \leq 666 \text{ mm}$ , ali minimalno 4 komponente između dva potporna
- ploha uloška za rub:  $50 \text{ mm} \leq E_r \leq 333 \text{ mm}$
- greda koja podupire rub:  $50 \text{ mm} \leq E_r \leq 666 \text{ mm}$

Razmak mjeren od ruba panela plohe:

- uzdužni rub:  $e \geq 10 \text{ mm}$   
 $\geq 1.5 d$
- poprečni rub:  $e \geq 20 \text{ mm}$   
 $\geq 2.0 d$

gdje „d” označava promjer rube za maticu vijka.

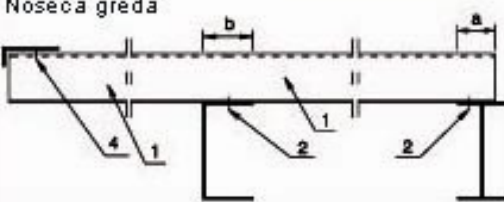
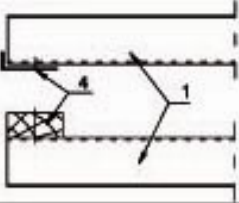

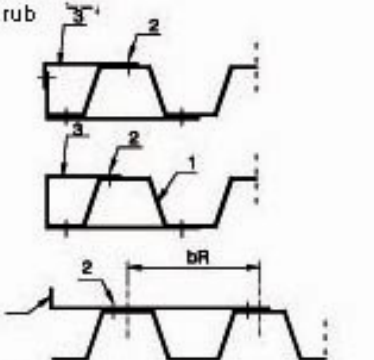
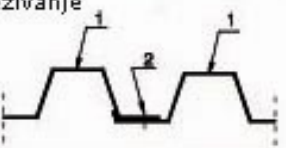
**2. Sekundarna nosiva konstrukcija**

*Tablica 1*

Broj i raspored komponenti za pričvršćivanje	Metoda pričvršćivanja
Na svakom obodu potporne grede	
Na svakom obodu potporne grede	
Na svakom drugom obodu potporne grede Zasnovano na izračunima otpora smicanja	
Na svakom obodu potporne grede	
Na svakom obodu potporne grede	
Na svakom obodu potporne grede	
Na svakom drugom obodu potporne grede Zasnovano na izračunima otpora smicanja	

2. Sekundarna nosiva konstrukcija

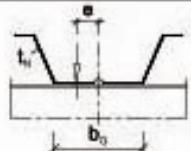
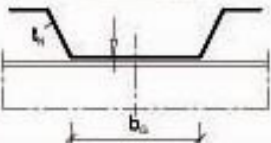
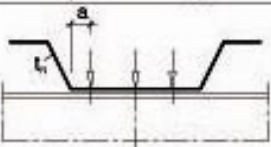
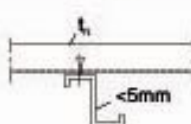
Tablica 1 (nastavak)

Broj i razmještaj komponenata za pričvršćivanje	Metoda pričvršćivanja
Na svakom obodu potporne grede	<p>Noseća greda</p> 
Na svakom obodu potporne grede	<p>Uložak nosača</p> 
<p>- uopćeno, najveći razmak: ER = 666 mm                      - zasnovano na izračunima otpora smicanja</p>	<p>Potporanj ruba</p> 
<p>- uopćeno, najveći razmak: ER = 333 mm                      - zasnovano na izračunima otpora smicanja                       - na osnovu izračuna ER = 50 mm</p>	<p>Uložak za rub</p> 
<p>- uopćeno, najveći razmak: EL = 666 mm                      - na visokim područjima smicanja: EL = 50 mm</p>	<p>Uzdužno povezivanje</p> 

1. snažna trapezoidna ploha
2. pričvrсни element
3. uložak za rub sa savijenom ivicom
4. uložak za kraj nosača
5. rubni potporanj





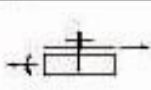
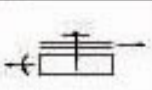
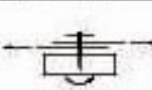

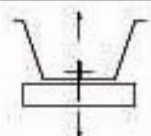
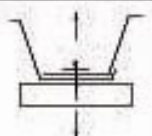
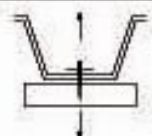
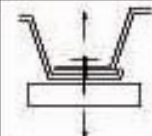
2. Sekundarna nosiva konstrukcija

Tablica 2

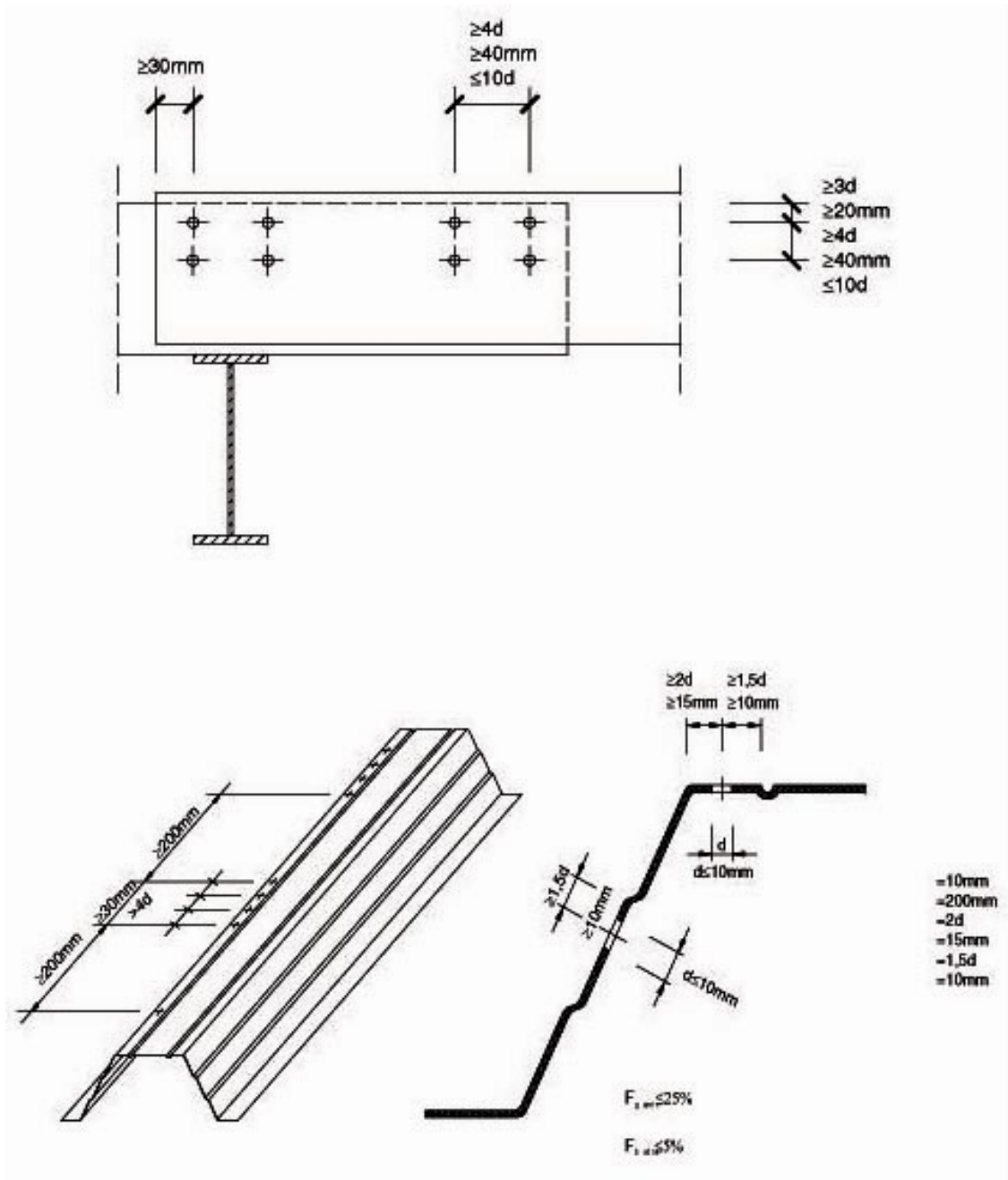
Vrsta primjene	$F_z'$						
 <p> <math>b_1 = 150\text{mm}</math>  <math>t_f &lt; 1,25\text{mm}</math>  <math>e &gt; \frac{b_0}{4}</math> </p>	$0,9 \cdot F_z$						
 <p> <math>150\text{mm} &lt; b_0 \leq 250\text{mm}</math>  <math>t_f &lt; 1,25\text{mm}</math> </p>	$0,5 \cdot F_z$						
 <table border="1" data-bbox="750 806 869 907"> <thead> <tr> <th>a mm</th> <th><math>F_z'</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>\leq 75</math></td> <td><math>0,7 \cdot F_z</math></td> </tr> <tr> <td><math>&gt; 75</math></td> <td><math>0,35 \cdot F_z</math></td> </tr> </tbody> </table>	a mm	$F_z'$	$\leq 75$	$0,7 \cdot F_z$	$> 75$	$0,35 \cdot F_z$	$F_z' = 0$
a mm	$F_z'$						
$\leq 75$	$0,7 \cdot F_z$						
$> 75$	$0,35 \cdot F_z$						
 <p><math>t_f &lt; 1,25\text{mm}</math></p>	$0,7 \cdot F_z$						

$F_z' = \eta \times F_z$   
 $F_z'$  = dopušteno opterećenje na spojnici  
 $F_z$  = ukupno dopušteno ograničenje

Tablica 3

Metoda pričvršćivanja				
Smicajno opterećenje				
Elastično opterećenje				

- a. pričvršćivanje unutar polja
- b. pričvršćivanje na uzdužnom preklapanju
- c. pričvršćivanje na poprečnom preklapanju
- d. pričvršćivanje na uzdužnom i poprečnom preklapanju



Slika 30: Detalj uzdužnog povezivanja snažnih profila

### 2.3. Zidne kasete

Zidne kasete su pomoćni potporni strukturalni elementi koji prenose vanjska opterećenja (pritisak vjetra) koja djeluju na zid, izravno do osnovnih okvira. Kada se pravilno spoje, one čine pomoćni sustav s visokim kapacitetom nosivosti na velikim razmacima (4 do 8 metara).

Glavna polja primjene su:

- unutarnje obloge velikih građevina (npr. tvornica, skladišta, tržnih centara, sajмова)
- pregradni zidovi i krovne strukture
- perforirani zidovi koji umanjuju buku




#### 2.3.1. Materijali, vrste/modeli, opseg veličina

Zidne kasete načinjene su od čeličnih ploča dobivenih vrućom galvanizacijom (granica popuštanja: min. 320 N/mm<sup>2</sup>) na spravi za oblikovanje.

Površinska zaštita: 275 g/m<sup>2</sup> pocinkovano + 15  $\mu$ m debeli poliester, RAL 9002

Maksimalna transportna dužina: 18.500 mm

Min. proizvodna dužina: 2.000 mm

Vrsta	Debljina ploče (mm)	Nosivost (kg/m <sup>2</sup> )	Geometrija profila ( obojana strana- ▲ )	Geometrijski parametri		Upotreba	
				I, eff [mm <sup>4</sup> /mm]	A [mm <sup>2</sup> /mm]	KROV	ZID
LFK 100/600	0,75	8,83		1237	1,053	X	X
	0,88	10,36		1444	1,246		
	1,00	11,78		1640	1,424		
LFK 120/600	0,75	9,22		1910	1,112	X	X
	0,88	10,82		2150	1,316		
	1,00	12,30		2380	1,504		
LFK 130/600	0,75	9,42		2247	1,136	X	X
	0,88	11,05		2054	1,344		
	1,00	12,56		2750	1,535		

#### 2.3.2 Statički sustav, strukturalni dizajn

Zidne kasete ponašaju se kao obične potporne ili neprekinute grede koje nose terete i prenose ih na potporne podne grede. Podaci o krajnjem kapacitetu nosivosti mogu se vidjeti u tablicama dizajna, u funkciji statičkog modela, (jednakog) razmaka i debljine. Dužina potporanja obično iznosi najmanje oko 100 mm. Što je potporanj širi, to mu je veći kapacitet nosivosti (zbog većeg otpora prema sili odrezivanja). Na sljedećoj tablici nalaze se kapaciteti nosivosti, tako da se razmaci postupno povećavaju za jedan metar. Detaljnije podatke potražite u „Vodiču za zidne kasete”.

2. Sekundarna nosiva konstrukcija

Red 1: bez ograničenja otklona

Red 3: s ograničenjem otklona L/200

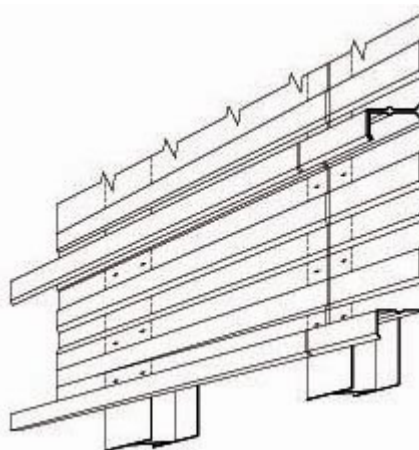
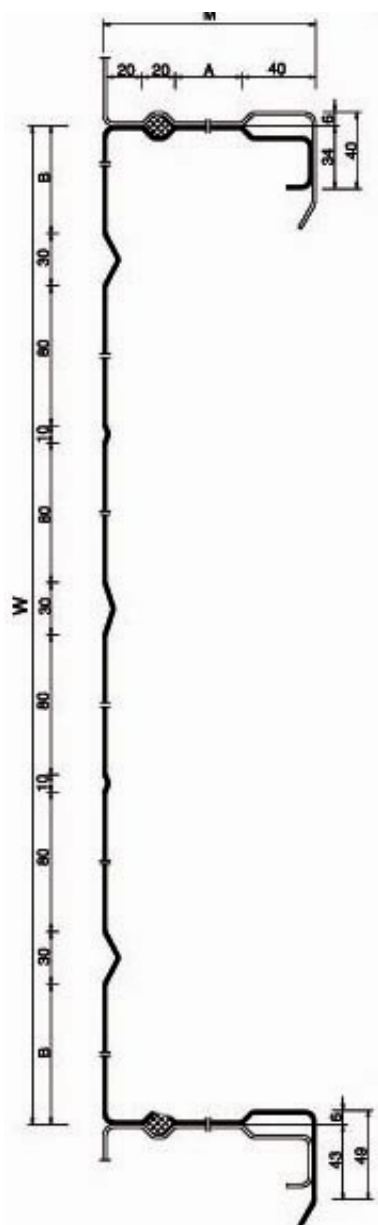
Red 2: s ograničenjem otklona L/150

Red 4: s ograničenjem otklona L/300

	Red	LFK 100/600					LFK 120/600					LFK 130/600					Dejina (mm)
		L-razmak (m)															
		3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	
Greda s jednostrukim razmakom	1	2.15	1.21	0.77	0.54	0.39	1.54	0.98	0.68	0.50	0.38	1.70	1.09	0.76	0.56	0.43	0.75
	2	2.15	1.21	0.77	0.54	0.39	1.54	0.98	0.68	0.50	0.38	1.70	1.09	0.76	0.56	0.43	
	3	2.15	1.21	0.77	0.46	0.29	1.54	0.98	0.68	0.45	0.30	1.70	1.09	0.76	0.53	0.35	
	4	2.15	1.04	0.53	0.31	0.19	1.54	0.82	0.48	0.30	0.20	1.70	0.97	0.56	0.35	0.24	
	0.88	1	2.83	1.59	1.02	0.71	0.52	2.04	1.31	0.91	0.67	0.51	2.26	1.45	1.01	0.74	0.57
		2	2.83	1.59	1.02	0.71	0.45	2.04	1.31	0.91	0.67	0.45	2.26	1.45	1.01	0.74	0.53
		3	2.83	1.59	0.93	0.54	0.34	2.04	1.31	0.80	0.51	0.34	2.26	1.45	0.93	0.59	0.39
		4	2.83	1.21	0.62	0.36	0.23	1.81	0.92	0.54	0.34	0.23	2.10	1.08	0.62	0.39	0.26
	1.00	1	3.46	1.95	1.25	0.87	0.64	2.51	1.61	1.12	0.82	0.63	2.79	1.79	1.24	0.91	0.70
		2	3.46	1.95	1.25	0.82	0.51	2.51	1.61	1.12	0.75	0.50	2.79	1.79	1.24	0.86	0.58
		3	3.46	1.95	1.06	0.61	0.39	2.51	1.54	0.89	0.56	0.37	2.79	1.77	1.03	0.65	0.43
		4	3.27	1.38	0.71	0.41	0.26	2.00	1.02	0.59	0.37	0.25	2.31	1.18	0.68	0.43	0.29
Greda s dvostrukim razmakom	1	2.15	1.25	0.80	0.55	0.41	1.54	0.98	0.68	0.50	0.38	1.59	1.09	0.76	0.56	0.43	0.75
	2	2.15	1.25	0.80	0.55	0.41	1.54	0.98	0.68	0.50	0.38	1.59	1.09	0.76	0.56	0.43	
	3	2.15	1.25	0.80	0.55	0.41	1.54	0.98	0.68	0.50	0.38	1.59	1.09	0.76	0.56	0.43	
	4	2.15	1.25	0.80	0.55	0.41	1.54	0.98	0.68	0.50	0.38	1.59	1.09	0.76	0.56	0.43	
	0.88	1	2.85	1.71	1.10	0.76	0.56	2.04	1.34	0.93	0.69	0.53	2.17	1.45	1.01	0.75	0.57
		2	2.85	1.71	1.10	0.76	0.56	2.04	1.34	0.93	0.69	0.53	2.17	1.45	1.01	0.75	0.57
		3	2.85	1.71	1.10	0.76	0.56	2.04	1.34	0.93	0.69	0.53	2.17	1.45	1.01	0.75	0.57
		4	2.85	1.71	1.10	0.76	0.54	2.04	1.34	0.93	0.69	0.53	2.17	1.45	1.01	0.75	0.57
	1.00	1	3.60	2.15	1.37	0.95	0.70	2.51	1.68	1.18	0.86	0.66	2.70	1.79	1.24	0.93	0.72
		2	3.60	2.15	1.37	0.95	0.70	2.51	1.68	1.18	0.86	0.66	2.70	1.79	1.24	0.93	0.72
		3	3.60	2.15	1.37	0.95	0.70	2.51	1.68	1.18	0.86	0.66	2.70	1.79	1.24	0.93	0.72
		4	3.60	2.15	1.37	0.95	0.62	2.51	1.68	1.18	0.86	0.60	2.70	1.79	1.24	0.93	0.70
Greda s trostrukim razmakom	1	2.47	1.55	1.00	0.69	0.51	1.60	1.15	0.84	0.62	0.47	1.70	1.09	0.81	0.65	0.51	0.75
	2	2.47	1.55	1.00	0.69	0.51	1.60	1.15	0.84	0.62	0.47	1.70	1.09	0.81	0.65	0.51	
	3	2.47	1.55	1.00	0.69	0.51	1.60	1.15	0.84	0.62	0.47	1.70	1.09	0.81	0.65	0.51	
	4	2.47	1.55	1.00	0.59	0.37	1.60	1.15	0.84	0.57	0.38	1.70	1.09	0.81	0.65	0.45	
	0.88	1	3.43	2.14	1.37	0.95	0.70	2.22	1.60	1.17	0.86	0.66	2.26	1.45	1.11	0.89	0.72
		2	3.43	2.14	1.37	0.95	0.70	2.22	1.60	1.17	0.86	0.66	2.26	1.45	1.11	0.89	0.72
		3	3.43	2.14	1.37	0.95	0.65	2.22	1.60	1.17	0.86	0.65	2.26	1.45	1.11	0.89	0.72
		4	3.43	2.14	1.19	0.69	0.43	2.22	1.60	1.02	0.65	0.43	2.26	1.45	1.11	0.75	0.50
	1.00	1	4.32	2.68	1.72	1.19	0.88	2.79	2.01	1.47	1.08	0.83	2.79	1.79	1.39	1.11	0.91
		2	4.32	2.68	1.72	1.19	0.88	2.79	2.01	1.47	1.08	0.83	2.79	1.79	1.39	1.11	0.91
		3	4.32	2.68	1.72	1.17	0.74	2.79	2.01	1.47	1.07	0.72	2.79	1.79	1.39	1.11	0.83
		4	4.32	2.64	1.35	0.78	0.49	2.79	1.96	1.13	0.71	0.48	2.79	1.79	1.31	0.83	0.55

### 2.3.3 Konstruktivski aspekti, pravila

Obodi zidnih kaset zamjenjuju zidne nosače te se mogu postaviti vodoravno kako bi podržavali uspravnu noseću zidnu oblogu i bili pričvršćeni izravno na glavne stupove, koji su načinjeni od čelika ili armiranoga betona (slika 31).



Slika 31: Namještanje i postavljanje zidnih kaset na glavnim stupovima

Zidnu kasetu potrebno je učvrstiti na svaki potporanj s najmanje 3 pričvrсна elementa, koji mogu biti:

- u slučaju strukture od armiranoga betona:
  - klin
  - šiljak ili
  - zaglavica + zatega
- u slučaju čeličnih greda:
  - samonarezni vijak ili
  - klin

Statički dizajn pričvršćnih elemenata mora se zasnivati na reakcijskim silama koje djeluju na potpornje.

Zidne kasete trebale bi biti spojene pomoću oboda s samonareznim vijcima (LL2 ili LD3) ili pričvršćene zakovicama. Poprečno izvijanje oboda izbjegava se pravilno pričvršćenim ploham za oblaganje vanjskoga zida. Više detalja o ovoj primjeni možete pročitati u stavci 3.2.2.2.

LFK	M mm	W mm	A	B
100/600	99	600	19	35
120/600	119	600	39	85
130/600	129	600	49	85



### 3.0. Krovne i zidne obloge

#### 3.1. Sustavi oblaganja krova

Temeljene na predviđenoj namjeni, okolišu građevine i drugim važnim aspektima, najprikladnije obloge za LINDAB velike građevine moguće je izabrati među sljedećim sustavima:

3.1.2.1.2.	Lindab <i>Ecoroof</i>	Sastavni krovni sustav
3.1.2.1.3.	Lindab <i>Toproof</i>	Sastavni krovni sustav s popločanim efektom
3.1.2.1.4.	Lindab <i>Qualiroof</i>	Krovni sustav s preklopljenim ravnim plohama
3.1.2.1.5.	Lindab <i>Builtroof</i>	Sastavni krovni sustav sa snažnim profilom
3.1.2.1.6.	Lindab <i>Casetroof</i>	Sastavni krovni sustav sa zidnim kasetama
3.1.2.2.	Lindab <i>Flatroof</i>	Kompozitni (mekani) krovni sustav

Arhitekt može izabrati opciju koja zadovoljava i najhirovitije zahtjeve, a tiču se nagiba krova, boja, oblika, kvalitete površine i toplinske izolacije.

U ovom poglavlju govori se i o profesionalnom uređenju proboja na krovovima (odjeljak 3.1.4) i krovnim odvodnim sustavima (odjeljak 3.1.5).

Različite vrste krovnih osvjetljenja (kupole, krovni prozori, providne ploče) nude prirodno osvjetljenje i/ili ventilaciju unutarnjih prostorija (odjeljak 3.1.6).

Sustav zaštite od udara groma (3.1.7) i sustavi sigurnosti (3.1.8) omogućavaju siguran rad LINDAB dvorana.

#### 3.1.1. Metalne ploče za prekrivanje krova

##### 3.1.1.1. Opis ploča profila

Plohe koje se koriste za prekrivanje krova naborane su pomoću strojeva za hladnu obradu. Brojni profili ploča koji su izrezani na željene veličine prevoze se do mjesta gdje ih je potrebno postaviti.

- Sirovi materijal: hladno-namotane i galvanizirane čelične, tanke trake:

	Ry	Rm
	Mpa	
EN 10147 FeE 250 G	250	330
EN 10147 FeE 350 G	350	420

Ry - granica popuštanja  
Rm - snaga elastičnosti

Metoda zaštite od korozije

- Omotač od cinka: 275 g/m<sup>2</sup>

- Omotač od plastike: 25 mikrona debljine, omotač od sagorenog poliestera, napravljen da odolijeva srednje agresivnim atmosferskim efektima klase 2 (karakteristika gradskih područja i prva industrijska kategorija prema mađarskome standardu). Na stražnjoj strani nalazi se zaštitni lakirani sloj debljine 10 mikrona.

Plastični omotač dostupan je prema sljedećem standardu i posebnim bojama:

RAL	9010	1002	3000	5024	1013	Lindab 777
	7035	1023	3011	5010		
	7011	8017	6021	5001		
	9005	8004	6003	9006		

Pored navedenih opcija, moguće je napraviti sljedeće boje, ako se uzmu u obzir sljedeći uvjeti:

- minimalna količina narudžbe	≥30 tona
- vrijeme isporuke	3 mjeseca nakon primitka narudžbe
- doplata	20%

Dužina proizvoda, ovisno o njihovom tipu:

Min:	210 mm
Maks: obložena ploča	6,000 mm
LTP/LVP20	8,000 mm
LTP/LVP 45	10,000 do 13,000 mm
SIN	7,000 mm

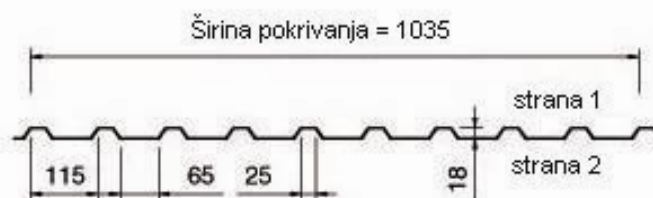
### 3.1.1.2. Vrste profiliranih ploha

U ovom poglavlju opisane su vrste, geometrija profila i statički dizajn dostupnih ploča profila.

Uporabom programa (DIMroof v2.0) za statička izračunavanja, kojega su razvili LINDAB i Tehnički fakultet u Budimpešti (BME), profilirane plohe za oblaganje krova moguće je dimenzionirati u slučaju promjene razmaka i različitih vrsta opterećenje (npr. linearna promjena raspoređene težine, koncentrirano opterećenje, sila osovinskog napona).

**3.1.1.2.1. Trapezni lim LTP20**

Parametri presjeka						
Nominalna debljina	[mm]	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7
Debljina uzorka	[mm]	0,324	0,417	0,509	0,602	0,602
Pozitivna inercija kod SLS-a	[mm <sup>4</sup> /mm]	20	27	34	41	41
Negativna inercija kod SLS-a	[mm <sup>4</sup> /mm]	15	21	27	32	32
Svojstva materijala						
Granica razvlačenja	[N/mm <sup>2</sup> ]	250	250	250	250	350
Nosivost, s preklapanjem	[kN/m <sup>2</sup> ]	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06
Otpori presjeka (duljina potpore 40 mm)						
Moment savijanja (pozitivan)	[kNm/m]	0,34	0,49	0,65	0,82	1,08
Moment savijanja (negativan)	[kNm/m]	0,33	0,48	0,66	0,80	1,09
Izvijanje, pri srednjem potpornju	[kN/m]	7,96	12,62	18,09	24,47	28,95
Izvijanje, pri krajnjem potpornju	[kN/m]	7,96	12,62	18,09	24,47	28,95
Poprečna sila	[kN/m]	15,29	22,23	27,13	32,09	44,93
Izdržljivost pri hodu						
Maks. razmak u slučaju jednog razmaka među nosačima	[m]	0	0,7	1,2	-	1,8
Maks. razmak u slučaju dva razmaka među nosačima	[m]	0	0,9	2,4	-	3,2
Maks. razmak u slučaju tri razmaka među nosačima	[m]	0	0,9	2,4	-	3,2



LTP-20 geometrija profila

**Podaci tablice uzorka (LTP20)**

Red 1: nosivost kod ULS-a (bez dopuštenog pregiba)

Red 2: nosivost kod SLS-a (dopušteni pregib L/200)

Red 3: nosivost kod SLS-a (dopušteni pregib L/300)

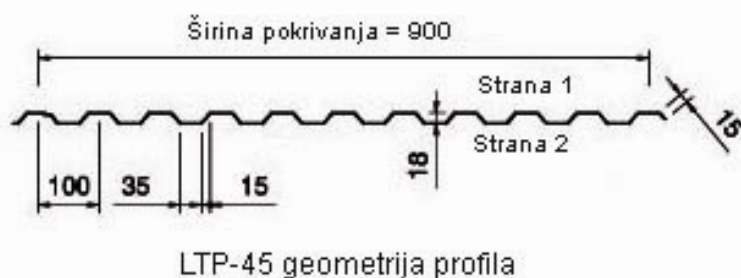
Minimalna širina potpornja: 40 mm

LTP20 tablica uzorka

Prikazane vrijednosti su opterećenja u kN/m <sup>2</sup> (uključujući i nosivost)																
	Izdržljivost pri hodu(m)	Debljina (mm)	Nosivost (kg/m <sup>2</sup> )	Red	Razmak (m)											
					1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.80	2.00	2.20	2.60	3.00
Jednostruki razmak među nosačima	-	0.4	3.73	1	2.64	2.18	1.83	1.56	1.35	1.17	1.03	0.81	0.66	0.55	0.39	0.29
				2	1.21	0.91	0.70	0.55	0.44	0.36	0.30	0.21	0.15	0.11	0.07	0.04
				3	0.81	0.61	0.47	0.37	0.29	0.24	0.20	0.14	0.10	0.08	0.05	0.03
	0.7	0.5	4.66	1	3.84	3.17	2.67	2.27	1.96	1.71	1.50	1.19	0.96	0.79	0.57	0.43
				2	1.69	1.27	0.98	0.77	0.62	0.50	0.41	0.29	0.21	0.16	0.10	0.06
				3	1.13	0.85	0.65	0.51	0.41	0.33	0.28	0.19	0.14	0.11	0.06	0.04
	1.2	0.6	5.59	1	5.20	4.30	3.61	3.08	2.65	2.31	2.03	1.60	1.30	1.07	0.77	0.58
				2	2.18	1.64	1.26	0.99	0.79	0.65	0.53	0.37	0.27	0.20	0.12	0.08
				3	1.45	1.09	0.84	0.66	0.53	0.43	0.35	0.25	0.18	0.14	0.08	0.05
	1.8	0.7	6.53	1	8.62	7.13	5.99	5.10	4.40	3.83	3.37	2.66	2.16	1.78	1.28	0.96
				2	2.58	1.94	1.49	1.17	0.94	0.76	0.63	0.44	0.32	0.24	0.15	0.10
				3	1.72	1.29	1.00	0.78	0.63	0.51	0.42	0.29	0.22	0.16	0.10	0.06
Dvostruki razmak među nosačima	-	0.4	3.73	1	2.42	2.04	1.74	1.50	1.31	1.16	1.03	0.81	0.66	0.55	0.39	0.29
				2	3.02	2.27	1.75	1.38	1.10	0.90	0.74	0.52	0.38	0.28	0.17	0.11
				3	2.02	1.51	1.17	0.92	0.73	0.60	0.49	0.35	0.25	0.19	0.11	0.07
	0.7	0.5	4.66	1	3.58	3.01	2.57	2.22	1.94	1.70	1.50	1.19	0.96	0.79	0.57	0.43
				2	4.23	3.18	2.45	1.93	1.54	1.25	1.03	0.73	0.53	0.40	0.24	0.16
				3	2.82	2.12	1.63	1.28	1.03	0.84	0.69	0.48	0.35	0.27	0.16	0.10
	1.2	0.6	5.59	1	4.90	4.12	3.52	3.03	2.64	2.31	2.03	1.60	1.30	1.07	0.77	0.58
				2	5.44	4.09	3.15	2.48	1.98	1.61	1.33	0.93	0.68	0.51	0.31	0.20
				3	3.63	2.73	2.10	1.65	1.32	1.08	0.89	0.62	0.45	0.34	0.21	0.13
	1.8	0.7	6.53	1	8.08	6.80	5.80	5.00	4.36	3.83	3.37	2.66	2.16	1.78	1.28	0.96
				2	6.45	4.85	3.73	2.94	2.35	1.91	1.57	1.11	0.81	0.61	0.37	0.24
				3	4.30	3.23	2.49	1.96	1.57	1.27	1.05	0.74	0.54	0.40	0.24	0.16
Trostruki razmak među nosačima	-	0.4	3.73	1	2.96	2.50	2.14	1.85	1.62	1.42	1.26	1.02	0.82	0.68	0.49	0.37
				2	2.33	1.75	1.35	1.06	0.85	0.69	0.57	0.40	0.29	0.22	0.13	0.09
				3	1.55	1.17	0.90	0.71	0.57	0.46	0.38	0.27	0.19	0.15	0.09	0.06
	0.7	0.5	4.66	1	4.39	3.70	3.16	2.73	2.38	2.10	1.86	1.48	1.20	0.99	0.71	0.53
				2	3.26	2.45	1.88	1.48	1.19	0.96	0.80	0.56	0.41	0.31	0.19	0.12
				3	2.17	1.63	1.26	0.99	0.79	0.64	0.53	0.37	0.27	0.20	0.12	0.08
	1.2	0.6	5.59	1	6.02	5.07	4.32	3.73	3.26	2.87	2.54	2.01	1.62	1.34	0.96	0.72
				2	4.19	3.15	2.42	1.91	1.53	1.24	1.02	0.72	0.52	0.39	0.24	0.16
				3	2.79	2.10	1.62	1.27	1.02	0.83	0.68	0.48	0.35	0.26	0.16	0.10
	1.8	0.7	6.53	1	9.91	8.35	7.13	6.16	5.37	4.73	4.20	3.33	2.69	2.23	1.59	1.20
				2	4.96	3.73	2.87	2.26	1.81	1.47	1.21	0.85	0.62	0.47	0.28	0.18
				3	3.31	2.49	1.91	1.51	1.21	0.98	0.81	0.57	0.41	0.31	0.19	0.12

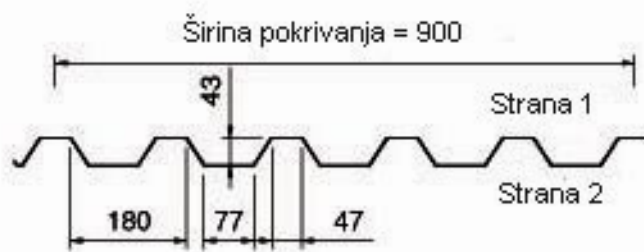
**3.1.1.2.2. Trapezni lim LLP 20**

Parametri presjeka						
Nominalna debljina	(mm)	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7
Debljina lima uzorka	(mm)	0.324	0.417	0.509	0.602	0.602
Pozitivna inercija kod SLS-a	(mm <sup>4</sup> /mm)	19	27	34	42	41
Negativna inercija kod SLS-a	(mm <sup>4</sup> /mm)	19	27	34	42	41
Svojstva materijala						
Granica razvlačenja	(N/mm <sup>2</sup> )	250	250	250	250	250
Nosivost, s preklapanjem	(kN/m <sup>2</sup> )	0.04	0.05	0.06	0.07	0.07
Otpori presjeka (duljina potpore 40 mm)						
Moment savijanja (pozitivan)	(kNm/m)	0.39	0.56	0.76	0.97	1.26
Moment savijanja (negativan)	(kNm/m)	0.39	0.56	0.76	0.97	1.26
Izvijanje, pri srednjem potpornju	(kN/m)	8.93	14.17	20.32	27.48	32.51
Izvijanje, pri krajnjem potpornju	(kN/m)	8.93	14.17	20.32	27.48	32.51
Poprečna sila	(kN/m)	16.47	25.56	31.2	36.91	51.67
Izdržljivost pri hodu						
Maks. razmak u slučaju jednog razmaka među nosačima	(m)	0	0.7	1.2	-	1.8
Maks. razmak u slučaju dva razmaka među nosačima	(m)	0	0.9	2.4	-	3.2
Maks. razmak u slučaju tri razmaka među nosačima		0	0.9	2.4	-	3.2



**3.1.1.2.3. Trapezni lim LTP45**

Parametri presjeka					
Nominalna debljina	(mm)	0.4	0.5	0.6	0.7
Debljina lima uzorka	(mm)	0.417	0.509	0.602	0.602
Pozitivna inercija kod SLS-a	(mm <sup>4</sup> /mm)	136	176	251	208
Negativna inercija kod SLS-a	(mm <sup>4</sup> /mm)	117	152	218	179
Svojstva materijala					
Granica razvlačenja	(N/mm <sup>2</sup> )	250	250	250	250
Nosivost, s preklapanjem	(kN/m <sup>2</sup> )	0.04	0.05	0.06	0.07
Otpori presjeka (duljina potpore 40 mm)					
Moment savijanja (pozitivan)	(kNm/m)	0.95	1.38	2.21	2.28
Moment savijanja (negativan)	(kNm/m)	0.96	1.40	2.15	2.32
Izvijanje, pri srednjem potpornju	(kN/m)	8.11	11.63	15.73	18.62
Izvijanje, pri krajnjem potpornju	(kN/m)	4.06	5.82	7.87	9.31
Poprečna sila	(kN/m)	15.47	24.47	34.23	40.50
Izdržljivost pri hodu					
Maks. razmak u slučaju jednog razmaka među nosačima	(m)	1.2	2.4	-	3.2
Maks. razmak u slučaju dva razmaka među nosačima	(m)	1.8	3.8	-	4.5
Maks. razmak u slučaju tri razmaka među nosačima	(m)	1.8	3.8	-	4.5



LTP-45 geometrija profila

LTP45 tablica uzorka

Podaci tablice uzorka (LTP45)

Red 1: nosivost kod ULS-a (bez dopuštenog pregiba)

Red 2: nosivost kod SLS-a (dopušteni pregib L/200)

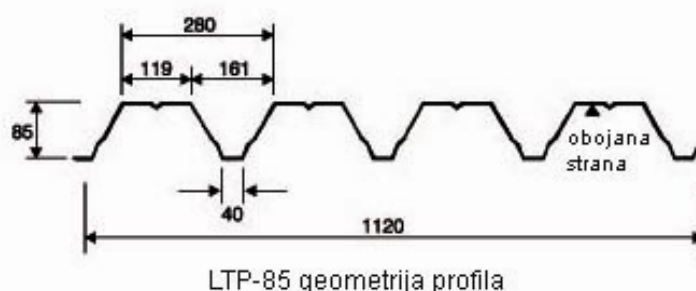
Red 3: nosivost kod SLS-a (dopušteni pregib L/300)

Minimalna širina potpornja: 40 mm

Prikazane vrijednosti su opterećenja u kN/m <sup>2</sup> (uključujući i nosivost)																
	Izdržljivost pri hodu (m)	Debljina (mm)	Nosivost (kg/m <sup>2</sup> )	Razmak (m)												
				1.60	1.80	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	3.40	3.80	4.20	4.60	
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
Jednostruki razmak među nosačima	1.2	0.5	5.35	1	2.97	2.35	1.90	1.57	1.32	1.12	0.97	0.84	0.66	0.53	0.43	0.36
				2	2.30	1.62	1.18	0.89	0.68	0.54	0.43	0.35	0.24	0.17	0.13	0.10
				3	1.54	1.08	0.79	0.59	0.45	0.36	0.29	0.23	0.16	0.11	0.08	0.06
	2.4	0.6	6.43	1	4.31	3.41	2.76	2.28	1.92	1.63	1.41	1.23	0.96	0.76	0.63	0.52
				2	2.99	2.10	1.53	1.15	0.89	0.70	0.56	0.45	0.31	0.22	0.17	0.13
				3	2.00	1.40	1.02	0.77	0.59	0.46	0.37	0.30	0.21	0.15	0.11	0.08
	3.2	0.7	7.51	1	7.12	5.63	4.56	3.77	3.16	2.70	2.33	2.03	1.58	1.26	1.03	0.86
				2	3.52	2.48	1.80	1.36	1.04	0.82	0.66	0.53	0.37	0.26	0.19	0.15
				3	2.35	1.65	1.20	0.90	0.70	0.55	0.44	0.36	0.24	0.18	0.13	0.10
Dvostruki razmak među nosačima	1.8	0.5	5.35	1	2.35	1.92	1.60	1.36	1.17	1.01	0.89	0.78	0.62	0.51	0.42	0.36
				2	5.76	4.04	2.95	2.22	1.71	1.34	1.07	0.87	0.60	0.43	0.32	0.24
				3	3.84	2.70	1.97	1.48	1.14	0.89	0.72	0.58	0.40	0.29	0.21	0.16
	3.8	0.6	6.43	1	3.39	2.78	2.32	1.97	1.69	1.47	1.29	1.14	0.91	0.74	0.61	0.52
				2	7.48	5.25	3.83	2.88	2.22	1.74	1.40	1.13	0.78	0.56	0.41	0.31
				3	4.99	3.50	2.55	1.92	1.48	1.16	0.93	0.76	0.52	0.37	0.28	0.21
	4.5	0.7	7.51	1	5.54	4.55	3.80	3.22	2.77	2.40	2.11	1.86	1.49	1.21	1.01	0.85
				2	8.81	6.19	4.51	3.39	2.61	2.05	1.64	1.34	0.92	0.66	0.49	0.37
				3	5.87	4.13	3.01	2.26	1.74	1.37	1.10	0.89	0.61	0.44	0.32	0.25
Trostruki razmak među nosačima	1.8	0.5	5.35	1	2.84	2.33	1.95	1.66	1.42	1.24	1.09	0.96	0.77	0.63	0.52	0.44
				2	4.43	3.11	2.27	1.70	1.31	1.03	0.83	0.67	0.46	0.33	0.24	0.19
				3	2.95	2.07	1.51	1.14	0.88	0.69	0.55	0.45	0.31	0.22	0.16	0.12
	3.8	0.6	6.43	1	4.11	3.37	2.82	2.40	2.06	1.79	1.57	1.39	1.11	0.91	0.76	0.64
				2	5.75	4.04	2.95	2.21	1.71	1.34	1.07	0.87	0.60	0.43	0.32	0.24
				3	3.84	2.69	1.96	1.48	1.14	0.89	0.72	0.58	0.40	0.29	0.21	0.16
	4.5	0.7	7.51	1	6.71	5.52	4.62	3.92	3.38	2.94	2.58	2.28	1.82	1.49	1.24	1.05
				2	6.78	4.76	3.47	2.61	2.01	1.58	1.26	1.03	0.71	0.51	0.37	0.29
				3	4.52	3.17	2.31	1.74	1.34	1.05	0.84	0.69	0.47	0.34	0.25	0.19

### 3.1.1.2.4. Trapezni valoviti lim LTP85

Parametri presjeka					
Nominalna debljina	(mm)	0.75	0.88	1.00	1.25
Svojstva materijala					
Kvaliteta materijala			EN 10147 FeE 320 G		
Granica razvlačenja	(N/mm <sup>2</sup> )	230	320	320	320
Nosivost, s preklapanjem	(kN/m <sup>2</sup> )	0.079	0.093	0.105	0.131
Otpori presjeka (duljina potpore 40 mm)					
Bruto područje presjeka	A <sub>g</sub> (mm <sup>2</sup> /mm)	0.938	1.110	1.268	1.598
Efektivno područje presjeka	A <sub>eff</sub> (mm <sup>2</sup> /mm)	0.418	0.555	0.693	1.019
Moment inercije bruto područja presjeka	I <sub>g</sub> (mm <sup>4</sup> /mm)	925	1094	1250	1572
Moment inercije efektivnog područja presjeka	I <sub>eff</sub> (mm <sup>4</sup> /mm)	849	1038	1217	1572
Izdržljivost pri hodu					
Maks. razmak u slučaju jednog razmaka među nosačima	(m)	2.5	4.0	4.5	6.0
Maks. razmak u slučaju dva razmaka među nosačima	(m)	6.5	10.0	11.5	14.5
Maks. razmak u slučaju tri razmaka među nosačima	(m)	6.5	10.0	11.5	14.5
Min. duljina proizvoda	L <sub>min</sub> (mm)	1.000			
Maks. duljina proizvoda	L <sub>maks</sub> (mm)	13.000			



#### Podaci tablice uzorka (LTP85)

Red 1: dozvoljena nosivost, bez dopuštenog pregiba

Red 2: dozvoljena nosivost, s dopuštenim pregibom L/200

Red 3: dozvoljena nosivost, s dopuštenim pregibom L/300

Širina potpornja: 90 mm (krajnji potporanj)

120 mm (srednji potporanj)



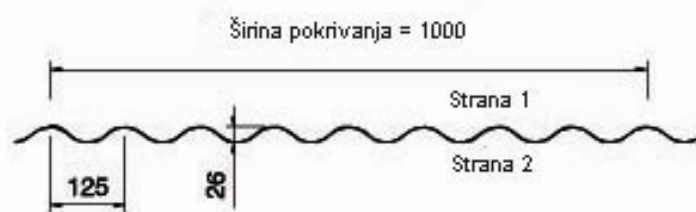
LTP85 tablica uzorka

Vrijednosti prikazane u tablici su dozvoljena opterećenja u kN/m<sup>2</sup> (uključujući i nosivost)

	Izdržljivost pri hodu (m)	Debljina (mm)	Nosivost (kg/m <sup>2</sup> )	Razmak (m)											
				3,00	3,25	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	7,50	
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Jednostruki razmak među nosačima	2.5	0.75	7.9	1	2,71	2,31	1,99	1,52	1,20	0,97	0,81	0,68	0,58	0,50	0,43
				2	2,71	2,31	1,99	1,43	1,00	0,73	0,55	0,42	0,33	0,27	0,22
				3	1,69	1,33	1,06	0,71	0,50	0,37	0,27	0,21	0,17	0,13	0,11
	4.0	0.88	9.3	1	3,71	3,16	2,72	2,09	1,65	1,33	1,10	0,93	0,79	0,68	0,59
				2	3,71	3,16	2,60	1,74	1,22	0,89	0,67	0,52	0,41	0,33	0,26
				3	2,07	1,63	1,30	0,87	0,61	0,45	0,34	0,26	0,20	0,16	0,13
	4.5	1.00	10.5	1	4,60	3,92	3,38	2,59	2,04	1,66	1,37	1,15	0,98	0,84	0,74
				2	4,60	3,81	3,05	2,04	1,44	1,05	0,79	0,61	0,48	0,38	0,31
				3	2,42	1,91	1,53	1,02	0,72	0,52	0,39	0,30	0,24	0,19	0,16
	6.0	1.25	13.1	1	6,30	5,37	4,63	3,55	2,80	2,27	1,88	1,58	1,34	1,16	1,01
				2	6,26	4,92	3,94	2,64	1,86	1,35	1,02	0,78	0,62	0,49	0,40
				3	3,13	2,46	1,97	1,32	0,93	0,68	0,51	0,39	0,31	0,25	0,20
Dvostruki razmak među nosačima	6.5	0.75	7.9	1	2,71	2,31	1,99	1,52	1,20	0,97	0,81	0,68	0,58	0,50	0,43
				2	2,71	2,31	1,99	1,52	1,20	0,97	0,81	0,68	0,58	0,50	0,43
				3	2,71	2,31	1,99	1,52	1,20	0,88	0,66	0,51	0,40	0,32	0,26
	10.0	0.88	9.2	1	3,60	3,14	2,72	2,09	1,65	1,33	1,10	0,93	0,79	0,68	0,59
				2	3,60	3,14	2,72	2,09	1,65	1,33	1,10	0,93	0,79	0,68	0,59
				3	3,60	3,14	2,72	2,09	1,48	1,08	0,81	0,62	0,49	0,39	0,32
	11.5	1.00	10.5	1	4,37	3,81	3,35	2,59	2,04	1,66	1,37	1,15	0,98	0,84	0,74
				2	4,37	3,81	3,35	2,59	2,04	1,66	1,37	1,15	0,98	0,84	0,74
				3	4,37	3,81	3,35	2,46	1,73	1,26	0,95	0,73	0,57	0,46	0,37
	14.5	1.25	13.1	1	6,04	5,24	4,59	3,55	2,80	2,27	1,88	1,58	1,34	1,16	1,01
				2	6,04	5,24	4,59	3,55	2,80	2,27	1,88	1,58	1,34	1,16	0,97
				3	6,04	5,24	4,59	3,18	2,23	1,63	1,22	0,94	0,74	0,59	0,48
Trostruki razmak među nosačima	6.5	0.75	7.9	1	2,71	2,31	2,02	1,62	1,32	1,10	0,93	0,79	0,68	0,60	0,52
				2	2,71	2,31	2,02	1,62	1,32	1,10	0,93	0,79	0,63	0,50	0,41
				3	2,71	2,31	2,01	1,35	0,95	0,69	0,52	0,40	0,31	0,25	0,20
	10.0	0.88	9.2	1	3,71	3,16	2,72	2,09	1,68	1,39	1,17	0,99	0,86	0,75	0,65
				2	3,71	3,16	2,72	2,09	1,68	1,39	1,17	0,98	0,77	0,61	0,50
				3	3,71	3,07	2,46	1,65	1,16	0,84	0,63	0,49	0,38	0,31	0,25
	11.5	1.00	10.5	1	4,60	3,92	3,38	2,59	2,04	1,66	1,40	1,19	1,02	0,89	0,78
				2	4,60	3,92	3,38	2,59	2,04	1,66	1,40	1,14	0,90	0,72	0,59
				3	4,57	3,60	2,88	1,93	1,36	0,99	0,74	0,57	0,45	0,36	0,29
	14.5	1.25	13.1	1	6,30	5,37	4,63	3,55	2,80	2,27	1,89	1,60	1,37	1,04	1,04
				2	6,30	5,37	4,63	3,55	2,80	2,27	1,89	1,48	1,16	0,84	0,76
				3	5,91	4,65	3,72	2,49	1,75	1,28	0,96	0,74	0,58	0,42	0,38

### 3.1.1.2.5. Trapezni valoviti lim SIN

Parametri presjeka				
Nominalna debljina	(mm)	0.5	0.6	0.7
Debljina uzorka	(mm)	0.417	0.509	0.602
Pozitivna inercija kod SLS-a	(mm <sup>4</sup> /mm)	44	54	64
Negativna inercija kod SLS-a	(mm <sup>4</sup> /mm)	44	54	64
Svojstva materijala				
Granica razvlačenja	(N/mm <sup>2</sup> )	250	250	250
Nosivost, s preklapanjem	(kN/m <sup>2</sup> )	0.05	0.06	0.07
Otpori presjeka (duljina potpore 40 mm)				
Moment savijanja (pozitivan)	(kNm/m)	0.76	0.95	1.15
Moment savijanja (negativan)	(kNm/m)	0.76	0.95	1.15
Izvijanje, pri srednjem potpornju	(kN/m)	3.04	4.10	5.27
Izvijanje, pri krajnjem potpornju	(kN/m)	3.04	4.10	5.27
Poprečna sila	(kN/m)	-	-	-
Izdržljivost pri hodu				
Maks. razmak u slučaju jednog razmaka među nosačima	(m)	0.5	0.8	1.5
Maks. razmak u slučaju dva razmaka među nosačima	(m)	0.5	1.0	2.0
Maks. razmak u slučaju tri razmaka među nosačima	(m)	0.5	1.0	2.0



SIN geometrija profila

### 3.1.1.2.6. LPA lim imitacija crijepa

Duljina lima: prema potrebi klijenta, ali maks. 6.14 m	Fiksiranje: vijci samobuševići/pop zakovice	
Težina: 5 kg/m <sup>2</sup>	Vatrootpornost: «nezapaljiv», 0.51 sat	
Nagib krova: barem 14° (cca. 1 : 4)	Standardne boje: vidi tablicu RAL boja	
Daske	Razmak do 90 cm	2.4 x 4.8 m, drvene daske
	Razmak od 90 cm do 120 cm	BL čelične šipke



RAL boje	
Poliester	Sloj TopCoat 50
9010	9010
7035	7035
7011	7011
9005	9005
1013	
	1002
1023	
8017	8017
8004	8004
3000	
3011	3011
	6021
6003	6003
5024	5024
5010	
5001	
9006	9006
777	777

### 3.1.1.3. Ravni lim PLX

Materijal prikladan za postavljanje pokrovnog materijala s preklopom može se koristiti za pokrivanje dvorana, pričvršćujući ga za daščanu oplatu izgrađenu na vrhu letava. Za detalje instalacije pogledajte Dio 3.1.2.1.

Materijal za PLX lim prodaje se u navojima (79 m/navoj).

Debljina lima:	0,6 mm
Širina lima:	670 mm
Zaštita od korozije:	275 g/m <sup>2</sup> + 50 µm sloj TopCoat poliestera ili alu-cinka.
Raspoložive boje:	RAL 9010, 7035, 7011, 9005, 1013, 1002, 1023, 8017, 8004 3000, 3011, 6021, 6003, 5024, 5010, 5001, 9006, Lindab 777.

### 3.1.1.4. Sandwich paneli za krovove

Sandwich (kompozitni) paneli sastoje se od dva sloja metalnih limova te sloja toplinske izolacije, a proizvode se u valjaonicama kovina koje su stalno u pogonu. Nakon savijanja lima, slijedi proces proizvodnje PUR pjene. Površina metalnog lima podvrgava se specijalnim kemijskim tretmanima kako bi se osiguralo čvrsto prijanjanje pjene.

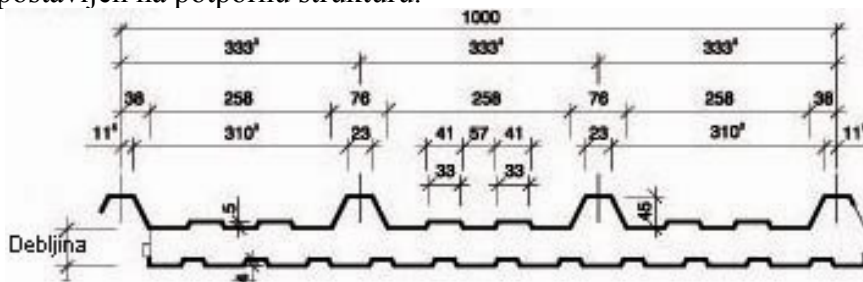
Duljina proizvoda ograničena je veličinom prijevoznih vozila.

Maks. duljina:	13 000 mm
Min. duljina:	2 000 mm
Normalni raspon debljine:	25 do 120 mm
Materijal krovnog pokrova:	galvanizirani čelični lim obložen slojem poliesterskog laka u boji
Sloj premaza sastoji se od:	izvana: 25 µm poliestera iznutra: 15 µm poliestera; RAL 9002
Raspoložive boje:	RAL 9010, 7035, 7011, 9005, 1013, 1002, 1023, 8017, 8004 3000, 3011, 6021, 6003, 5024, 5010, 5001, 9006.
Jezgra toplinske izolacije:	poliuretanska pjena ili mineralna vuna

Debljina (mm)	30	40	50	50	80
Koef. prijenosa topline (W/m <sup>2</sup> k°)	0.59	0.46	0.38	0.33	0.25
Nosivost 0,5 + 0,4	9.24	9.59	9.94	10.29	10.99
(kg/m <sup>2</sup> ) 0,6 + 0,4	10.20	10.55	10.90	11.25	11.95

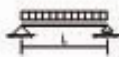

Presjek krovnog panela:

Premazane površine proizvođač prekriva zaštitnom folijom, koja se može odstraniti tek nakon što je panel postavljen na potpurnu strukturu.



**Tablica uzorka**

Tablica navodi maksimalni dozvoljeni razmak (u metrima) u odnosu na debljinu (mm), primijenjeno usklađeno opterećenje ( $\text{kN/m}^2$ ) i statički model.

	p ( $\text{kN/m}^2$ )	L (m)				
		30	40	50	60	80
	0.6	4.20	4.50	4.75	5.00	5.50
	0.8	3.65	3.90	4.10	4.30	4.70
	1.0	3.20	3.50	3.65	3.90	4.40
	1.2	2.90	3.20	3.35	3.55	3.95
	1.5	2.60	2.85	3.00	3.15	3.45
	2.0	2.25	2.45	2.60	2.75	3.05
	2.5	2.00	2.20	2.30	2.45	2.75
	0.6	4.70	5.00	5.30	5.60	6.20
	0.8	4.10	4.40	4.60	4.85	5.30
	1.0	3.65	3.90	4.10	4.35	4.80
	1.2	3.30	3.55	3.75	3.95	4.35
	1.5	2.90	3.20	3.35	3.55	3.95
	2.0	2.50	2.75	2.90	3.05	3.35
	2.5	2.25	2.45	2.60	2.75	3.05

**Opaske:**

Vrijednosti iz tablice izvedene su iz vrijednosti uzorka određenih na temelju laboratorijskih testova opterećenja. Maksimalni razmak «L» (m) vezan je uz manju vrijednost od one za krajnje granično stanje i za granično stanje upotrebljivosti u slučaju dopuštenog pregiba  $L/200$ . Za korištenje tablice, treba primjenjivati osnovne vrijednosti kombinacija opterećenja (bez sigurnosnih faktora).

Kod svakog slučaja, potrebno je provjeriti adekvatan otpor podloge nasuprot reakcijskih sila te nosivost fiksnih elemenata. Kod nacrta vijaka za učvršćivanje, potrebno je uzeti u obzir temperaturnu razliku između slojeva panela i horizontalnog pomaka cijele strukture krova.

**3.1.2. Toplinski izoliran krov**

Toplinsku izolaciju trebalo bi izabrati tako da bude u skladu sa zahtjevima mađarskog standarda «MSZ 04.140/2:1991 Standardi građevinske industrije», u skladu s potrebnim toplinskim rješenjima, difuzijom para i uvjetima ublaživanja temperaturnih razlika.

**Rješenja toplinskog dizajna**

Standard određuje prosječni «k» koeficijent transmisije topline s obzirom na cijelu građevinu:

$$k = \frac{1}{R_{ai} + R_1 + R_2 + \dots + R_{ae}} \quad [\text{W/m}^2 \text{K}] \quad R = \frac{1}{\alpha} \quad \frac{1}{\text{koef. transmisije unutarnje ili vanjske topline} \quad [\text{W/m}^2\text{K}]}$$

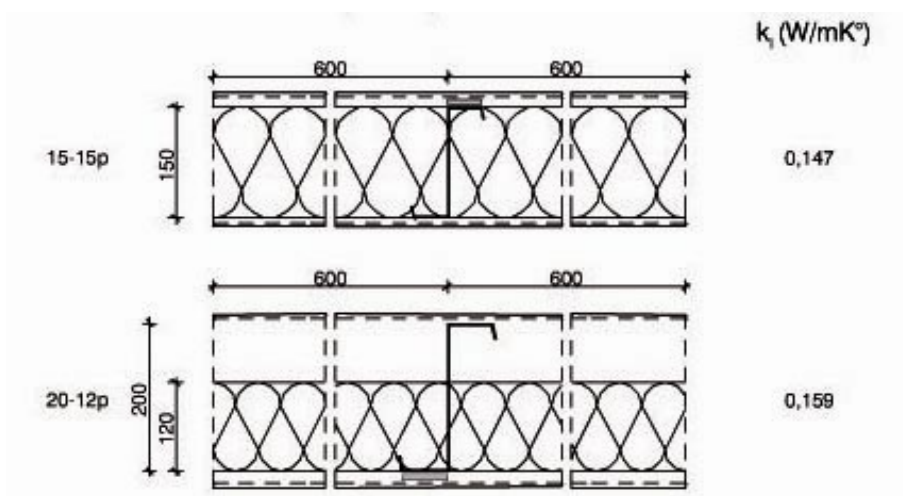
gdje je

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad \frac{\text{debljina sloja} \quad [\text{m}]}{\text{koef. transmisije topline} \quad [\text{W/m}^2\text{K}]} \quad R = \text{toplinska otpornost}$$

Inženjeri moraju odrediti vrijednost koeficijenata «k» za svaki vanjski strukturni dio koji je u direktnom kontaktu s vanjskim vremenskim uvjetima kako bi izračunali minimalnu debljinu izolacijskog sloja. Također treba uzeti u obzir učinak toplinskog mosta.

**Izračunavanje učinaka toplinskih mostova na LINDA Bovim sustavima obloga**

Željezni strukturni elementi koji prolaze kroz slojeve toplinske izolacije stvaraju putove vođenja topline tj. toplinske mostove unutar vanjskih obložnih struktura halne građevine. Ovi vrlo provodni strukturalni elementi općenito imaju vrlo malen presjek i raspoređeni su duž linije. Prema analizama topline, Z-grede smještene na posebno složenoj sandwich-ploči, prikazanoj na sljedećim crtežima, mogu prenijeti više toplinske energije nego bilo koji drugi sloj ove obložne strukture. Ta dodatna količina topline izražava se kao k1 linija koeficijenta transmisije topline [W/mK°].



		$k_1$ (W/mK°)
20-12		0,231
12-12p		0,152
12-12		0,259
15-12		0,234

Rezultirajući  $k_e$  koeficijent transmisije topline prikazane površine može se izračunati pomoću sljedeće formule:

$$K_e = k_0 + k \cdot l / A$$

gdje je:

$k_e$  = rezultirajući koeficijent transmisije topline [W/m<sup>2</sup>K°]

$k_0$  = koeficijent površinske transmisije topline dijela u kojem nema toplinskih mostova [W/m<sup>2</sup>K°]

$k_1$  = koeficijent linijske transmisije topline toplinskog mosta [W/mK°]

L = duljina toplinskog mosta (m)

A = površina na koju se odnosi rezultirajući koeficijent transmisije topline (m<sup>2</sup>)

-Rješenja dizajna za pare

Razlika između unutarnjeg i vanjskog parnog tlaka izaziva difuziju para unutar vanjskih obložnih struktura građevine. Strukturalni komponenti građevine trebaju biti izrađeni tako da sprečavaju pad temperature ispod rosišta u bilo kojem dijelu građevnih struktura. Drugim riječima, pare se ne smiju kondenzirati niti unutar građevnih struktura niti na njihovim unutarnjim površinama. Mora se posvetiti pažnja stvaranju toplinskih mostova. Količina para koja prolazi kroz građevnu strukturu:

$G = \frac{p_i - p_e}{R_{v1} + R_{v2} + \dots} \quad (\text{kg})$	$p_i$ – parni tlak određen na temelju unutarnjeg stanja zraka
$R_v = \frac{d}{\delta} \quad \left( \frac{\text{m}^2 \times \text{s} \times \text{Pa}}{\text{kg}} \right)$	$p_e$ – parni tlak određen na temelju vanjskog stanja zraka $R_v$ – otpornost na difuziju para svakog pojedinog strukturalnog sloja

Razlike u parnom tlaku do kojih dolazi u slojevima:

$$p_1 = g \times R_{v1}$$

$$p_2 = g \times R_{v2}$$

Dijagrami stvorenog parnog tlaka na osnovi gore navedenog koncepta mogu se analizirati. Standard određuje zahtjeve za sadržajem vlage u materijalima. Kapilarnu kondenzaciju i razvoj gljivica i plijesni kao posljedice treba spriječiti unutar unutarnjih površinskih slojeva. Inženjer treba uzeti u obzir i analizirati brojne čimbenike koji utječu na ponašanje građevnih struktura (količina vlage, promjena zraka, toplinska izolacija, potreba za toplinskom energijom, temperaturne i upijajuće karakteristike unutarnjih površinskih slojeva) u cjelini.

Ublažavanje temperature

Strukture koje su predviđene da tvore vanjske granice građevine trebaju ublažavati fluktuaciju vanjske temperature prije nego što se proširi unutarnjim prostorom. Koeficijent ublažavanja temperature prikazuje omjer fluktuacije temperature izmjerene na unutarnjim i vanjskim površinama građevine. Koeficijent treba izračunati prema uputama danima u mađarskom standardu «MSZ 04.140/2:1991 Standardi građevinske industrije»

### **3.1.2.1. LindabEcoroof (ekološki krov) – Složena sandwich-ploča**

#### **3.1.2.1.1. Zahtjevi građevinske fizike**

Ventilaciju treba napraviti ispod gornje školjke napravljene od trapezoidnih ili ravnih čeličnih ploča krovova s dvostrukom školjkom složenih od sandwich-ploča jer:

- gornja školjka djeluje kao «suncobran» tijekom vrućih ljetnih dana. Neprestani protok zraka sprječava prezagrijevanje uzrokovano sunčevim zračenjem.
- protok zraka odnosi i paru koja se diže i bilo koji kondenzat s donje površine gornje školjke tj. protok zraka održava termoizolacijski sloj suhim.



- Načela dizajna za zaštitu od para

S točke gledišta građevinske fizike, složeni krov od sandwich-ploče smatra se hladnim krovom s dvostrukom školjkom i otvorom za zrak. Jedina svrha vanjske školjke jest da pruži zaštitu od oborina i jakog sunca. Zadaće toplinske izolacije imaju slojevi pričvršćeni na donju školjku. Pravilnim oblikovanjem, ova struktura može se koristiti za pokrivanje prostora koji su neprestano izloženi ekstremnim količinama pare. Jedini je uvjet da relativna vlažnost zraka koji izlazi iz ventiliranog prostora ne smije biti viša od 95%. Na učinkovitost promjene zraka u ventiliranom prostoru utječu četiri čimbenika:

- vodič otpadne topline u donjoj školjci
- razlika između visine otvora za uzimanje i otvora za ispuštanje zraka
- otpor puta protoka zraka, što ovisi o veličini razmaka ( $d$ ) i prekrivenoj duljini puta ( $l$ )
- otpor (tj. veličina) otvora za ulaz i izlaz

$$v = 0,3736 \frac{h}{l} + 0,027 \quad [m/s]$$

$v =$  brzina zraka

Prije preciznih izračunavanja, iz iskustva se zna da:

- u slučaju krovova čiji je kut nagiba manji od 25%, slobodan poprečni presjek otvora za uzimanje i ispuštanje je 16...20 cm<sup>2</sup>/cm<sup>2</sup> po površini krovne plohe.
- doseg učinkovite ventilacije: ≤ 12 m.
- udaljenost između ventilacijskih otvora: ≤ 6 m.

U slučaju hladnih krovova, ne treba zanemariti niti kondenzaciju koja se događa na vanjskom sloju. Kondenzat će se razviti ako je učestalost promjene zraka manja nego što je potrebno, a zakašnjenje toplinske reakcije toga sloja je beznačajno. Budući da se stupanj promjene zraka može izračunati samo u odnosu na sustave na struju, a zakašnjenje toplinske reakcije profila ploče korištene u sastavljanju vanjske krovne školjke može se zanemariti, sloj toplinske izolacije mora se zaštititi LINDAB podslojem folije koja reflektira toplinu.

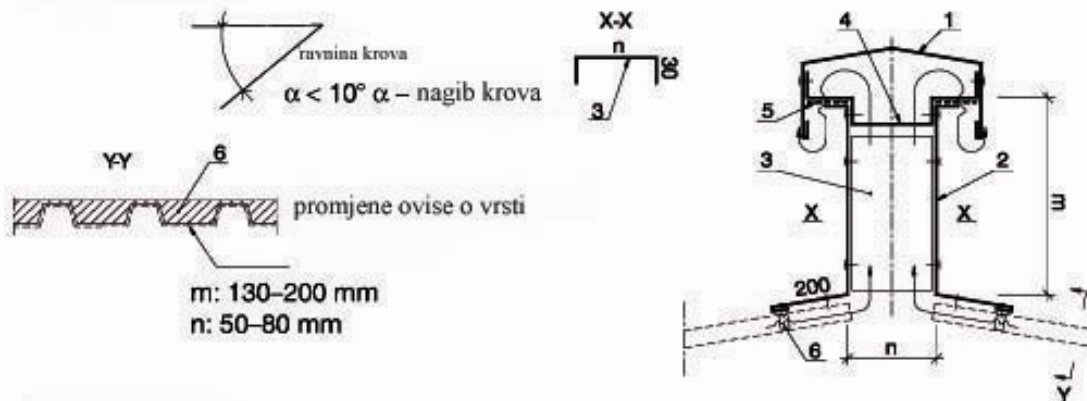
Sažetak aspekata građevinske fizike:

Primjena standarda hermetičnog sljemena i detalja strehe, što je vrlo popularan pristup među inženjerima i graditeljima, može se koristiti jedino ako su ispunjeni sljedeći uvjeti:

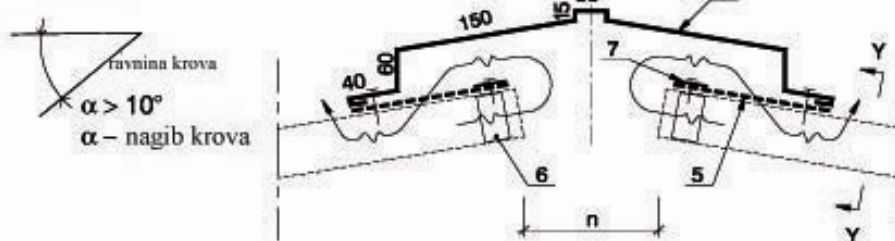
- vlažnost unutarnjeg zraka je zanemariva;
- korisnik dozvoljava preveliko zagrijavanje unutarnjeg prostora ljeti.

Ako nije tako, odgovorni inženjer – dizajner mora birati između adekvatnih detalja koji su u skladu s preporukama navedenima u ovom opisu, kako bi izbjegao brojne moguće poteškoće i štete.

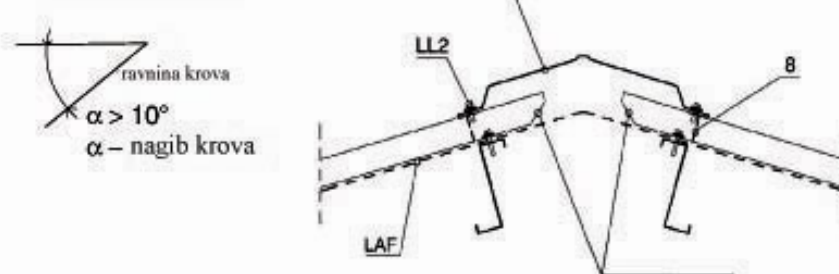
Ventilacija sljemena



Ventilacija sljemena II.



Ventilacija sljemena III.

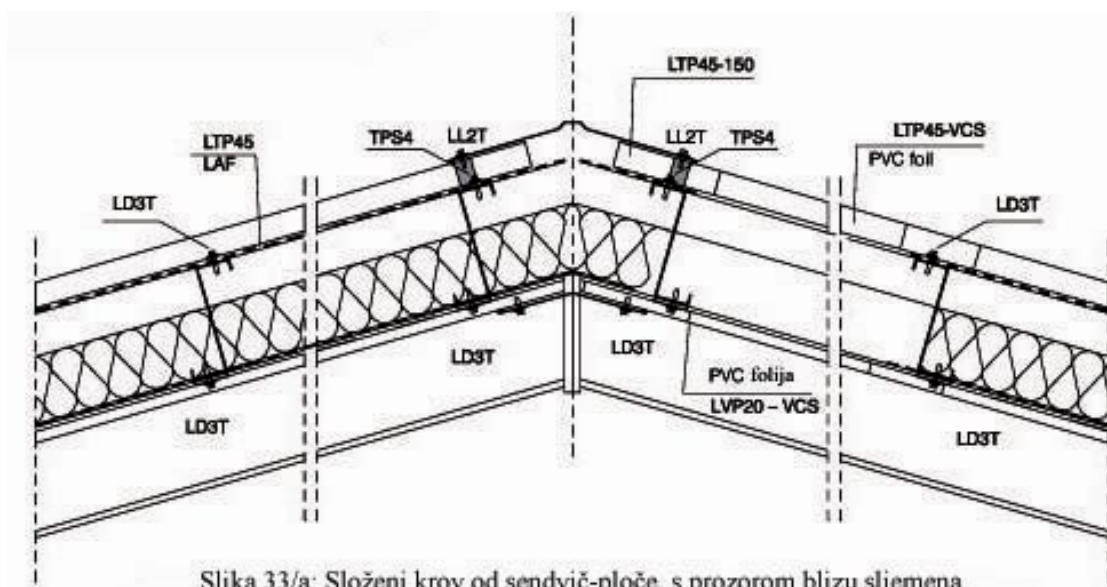


- |                         |                                       |
|-------------------------|---------------------------------------|
| 1. kapa sljemena        | 5. perforirana ploča ili žičana mreža |
| 2. postolje             | 6. pričvrtni profil                   |
| 3. kruta ispuna / 1.5 m | 7. vodonepropusna traka               |
| 4. distancer / 0.33 m   | 8. ventilacijski češalj               |

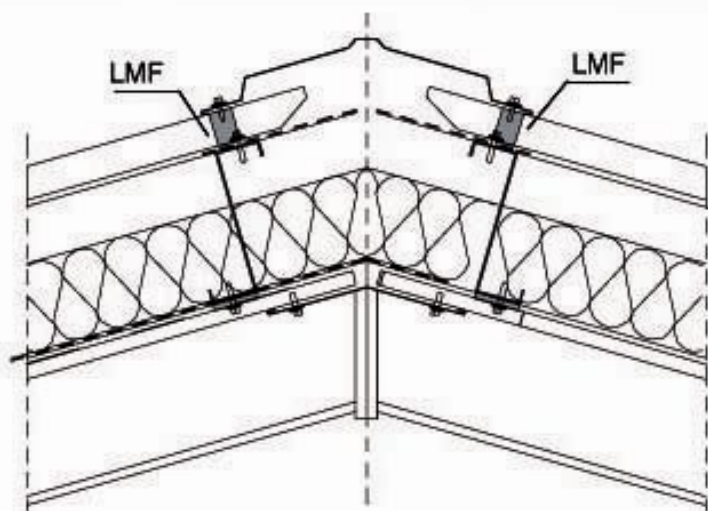
Slika 32. Tipovi detalja ventiliranog sljemena napravljenog od LINDAB čeličnih ploča

3.1.2.1.2. Redosljed slojeva i potrebni materijali

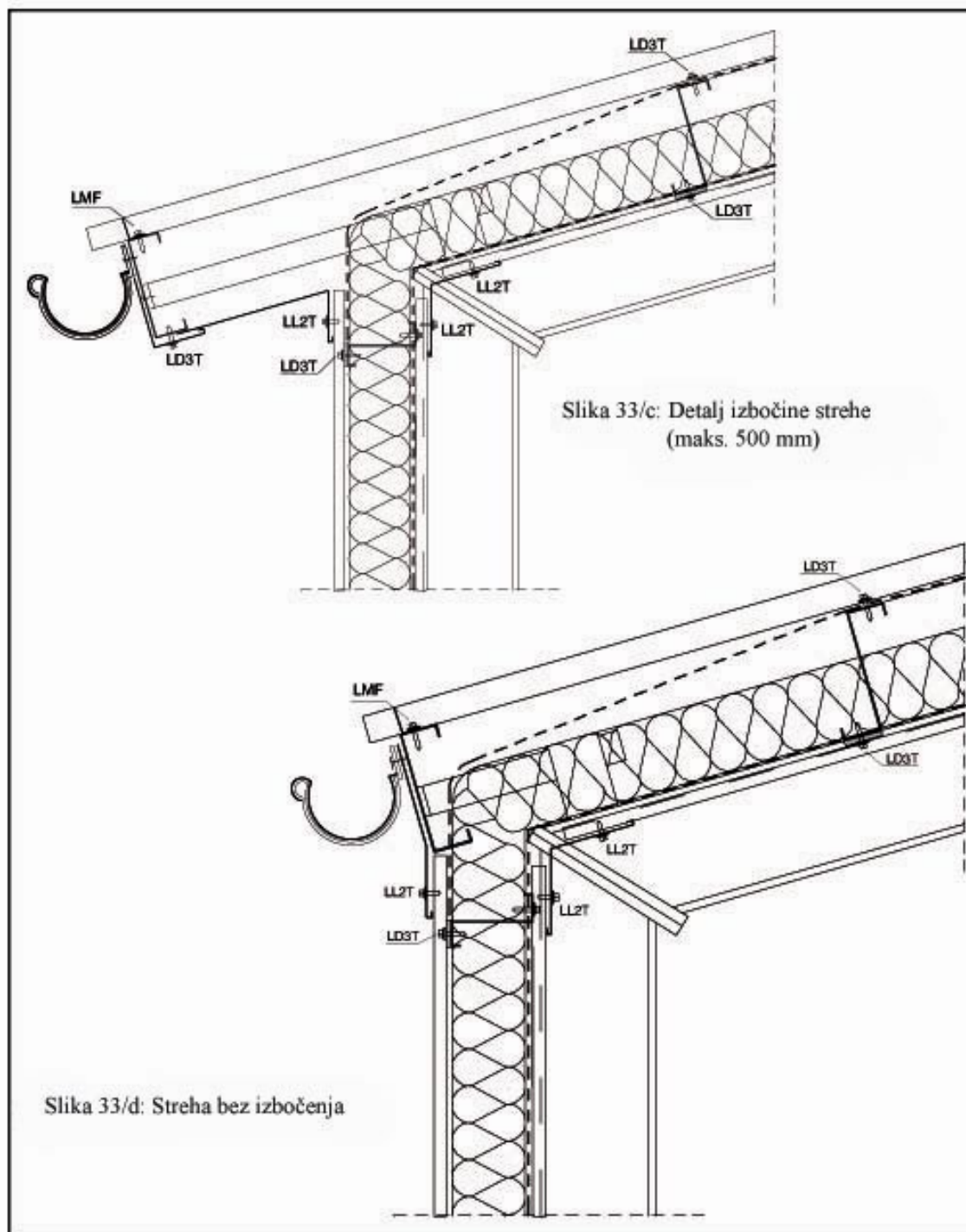
LINDAB metalni elementi u pločama, izabrani u skladu sa statičkim i građevinskim proračunima, postavljaju se na gradilištu na sustav podrožnika koji je poduprt primarnom strukturom (napravljene od čelika, ojačane betonske ili lijepljene drvene ploče) prikazanom u dijelu 2.1.4. kako bi se stvorila dvoslojna sandwich-ploča. Slojevi koji pružaju izolaciju od topline i para i imaju dimenzije u skladu s izračunima građevinske fizike, laminirani su između vanjske i unutarnje školjke. Tipični detalji sustava mogu se složiti kao što je prikazano na slici 33.

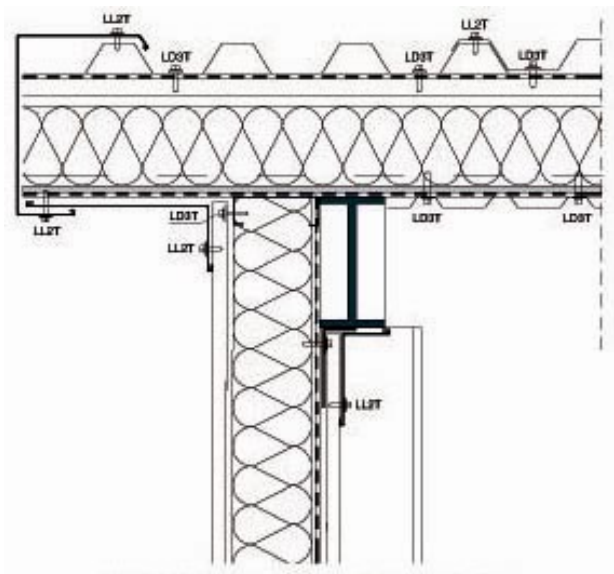


Slika 33/a: Složeni krov od sendvič-ploče, s prozorom blizu sljemena



Slika 33/b: Ventilirano sljeme





Slika 33/e: Detalj izbočenja zabata

- Općenito, unutarnja školjka napravljena je od bijele LVP20 trapezoidne profilirane ploče koja se koristi za izradu *spuštenog stropa* estetskog izgleda i koja pridržava izolacijske slojeve
- *Paronepropusna PVC folija* debljine 0.1 do 0.3 mm stavlja se direktno na unutarnju školjku. Prikladno je koristiti najveću širinu da bi se napravio pokrov bez spojeva, produljen lijepljenjem gdje je to potrebno, kako bi se spriječilo prodiranje pare unutar sandwich-strukture
- *Toplinska izolacija* stvara se umetanjem staklene vune (broj mađarskog certifikata prikladnosti za građevinsku industriju: A-982/1992).

Vrijednosti koeficijenta transmisije topline ( $\lambda$ )

$$\lambda_t = \lambda (1 + K_1 + K_2 + \dots) \quad [\text{W/mK}^\circ] \quad \text{gdje je } K - \text{faktor korekcije}$$

U slučaju strukture krova s dvostrukom školjkom sa slojem prozračivanja bez laminacije sa strane sloja zraka:

$$K = 0,35 \text{ ako je } R_v < 0,8 \cdot 10^9 \text{ m}^2\text{sPa/kg}$$

$$K = 0,25 \text{ ako je } R_v = (0,8 - 5,0) \cdot 10^9 \text{ m}^2\text{sPa/kg}$$

$$K = 0,15 \text{ ako je } R_v > 5,0 \cdot 10^9 \text{ m}^2\text{sPa/kg}$$

U kontaktu s ne više od 80% unutarnje relativne vlažnosti:

$$K = 0,25 \text{ ako je staklena vuna direktno u kontaktu sa zrakom unutar sobe/prostora}$$

$$K = 0,10 \text{ ako je umetnut vodonepropusni sloj za sprečavanje direktnog kontakta}$$

Parametri toplinskih rješenja:

Koeficijent provođenja topline	$\lambda = 0,0394 \text{ W/m} \cdot \text{K}$	$\lambda_e = 12$ ; $\lambda_i = 8$
Koeficijent difuzije para:	$\delta = (0.05 - 0.08) \cdot 10^{-9}$	
Toplinska otpornost	<u>R (m<sup>2</sup> · K/W)</u>	<u>Tip</u>
	2.04	WDF10
	2.45	WDF12
	2.86	WDF14
	3.27	WDF16

*Zapaljivost:*

U skladu s mađarskim standardom «MSZ 14800-2:1994, materijal je nezapaljiv (kategorija A2), ne kapa kada gori, i ima slabo stvaranje dima.

- Folija koja se nalazi ispod ima presvlaku koja reflektira toplinu i rastegnuta je ispod sljemenjače. Njena donja površina upija vodene pare i, u isto vrijeme, pare se mogu širiti kroz njen mikro-perforirani sloj. U isto vrijeme, ona čini sekundarni sustav odvođenja oborinskih voda s krova.

**Podložna folija**

Folija se sastoji od filcanih umjetnih vlakana i presvučena je plastičnim filmom. U skladu s primjenom, plastični film sadrži odgovarajuće aditive (npr. komponente za reflektiranje i stabilizaciju svjetla). Folija je vodonepropusna, pomaže u odvođenju vode i, u isto vrijeme, propušta zrak. Njezina mikro-porozna presvlaka dozvoljava da se hidrostatični i parni tlak polagano izjednače i tako služi kao «tkanina koja diše» korištena u tekstilnoj industriji. Uz svoju visoku mehaničku snagu, folija je materijal koji upija i zvuk, izolira od topline i reflektira toplinu. Njezina sposobnost izjednačavanja parnog tlaka osigurava održavanje suhe i tople klime unutar zaštićenog prostora. Njezina sposobnost termoizolacije može se pripisati trima čimbenicima:

- filcani sloj je učinkovit izolacijski materijal
- zatvoren zračni sloj učinkovito izolira
- srebrnast reflektor topline sprječava ulazak i izlazak.

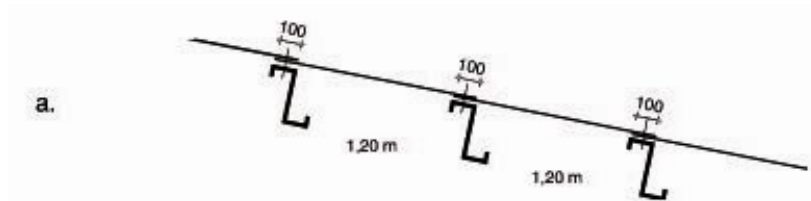
Karakteristike materijala:

Debljina	1.41 mm
Težina	213 g/m <sup>2</sup>
Širina	1.30 m
Duljina	50.0 m
Propusnost para	97.8 g/(m <sup>2</sup> x 24 h)
WDD ekvivalent zračnog sloja	0.86 m
Otpornost na difuziju para	1.257 x 10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup> x h x Pa/kg

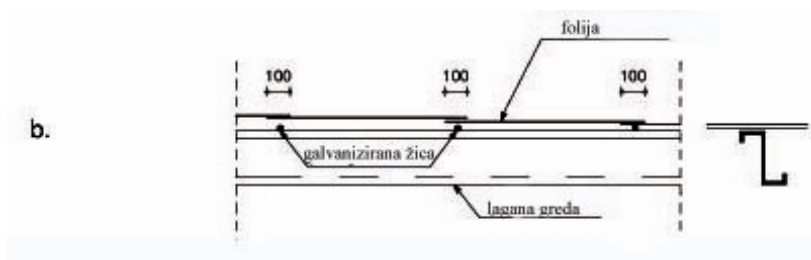
Otpornost na difuziju para broj 606; higroskopski materijal: aktivni silikonski gel	
Krajnja produljenost	61.9 / 66.0 %
Testna traka (široka 5 cm)	328.7 / 420.2 N
Raspon temperature na koji je primjenjiv	-40 °C do +80 °C

### Postavljanje

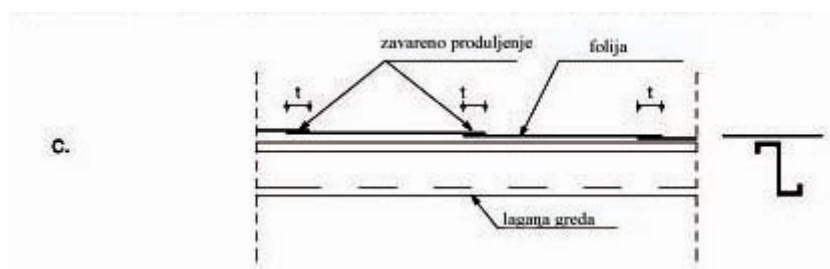
U slučaju krovova s laganim nagibom, komade folije koji se preklapaju treba postaviti paralelno s linijom strehe (vidi sliku «a»). Kako bi se spriječio velik otklon, rastegnuta folija treba se privremeno pričvrstiti zakovicama (dok se ne pričvrsti pokrov krova) za sljemenjaču.



Kad se folija postavi okomito na liniju strehe (vidi sliku «b»), treba protegnuti galvaniziranu željeznu žicu duž gornjeg oboda sljemenjače, kako bi se spriječio prodor vlage ili para u dijelove koji se preklapaju.

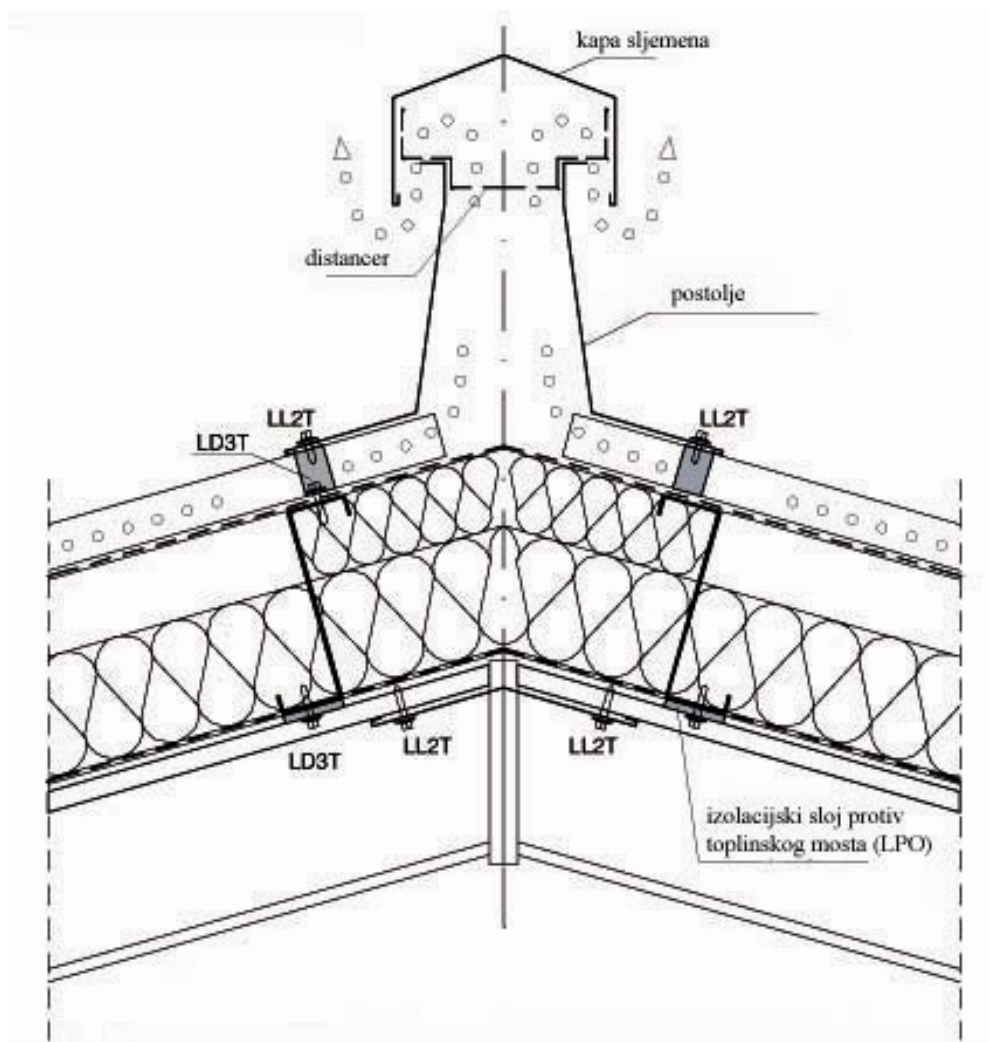


Zavarivanje krajeva folije osigurava savršen spoj protiv prodora zraka ili vode (vidi sliku «c»), a zatvoreni zračni jastuk povećava učinkovitost toplinske izolacije. Na zahtjev, proizvođač može isporučiti foliju čija je širina 2 do 4 puta veća od standardne (1.3 m). Dijelovi koji se preklapaju listova folije velike veličine koji su prethodno pritisnuti na sljemenjaču mogu se povezati prijenosnom opremom za zavarivanje folije.



*-Ventilirani zračni prostor*

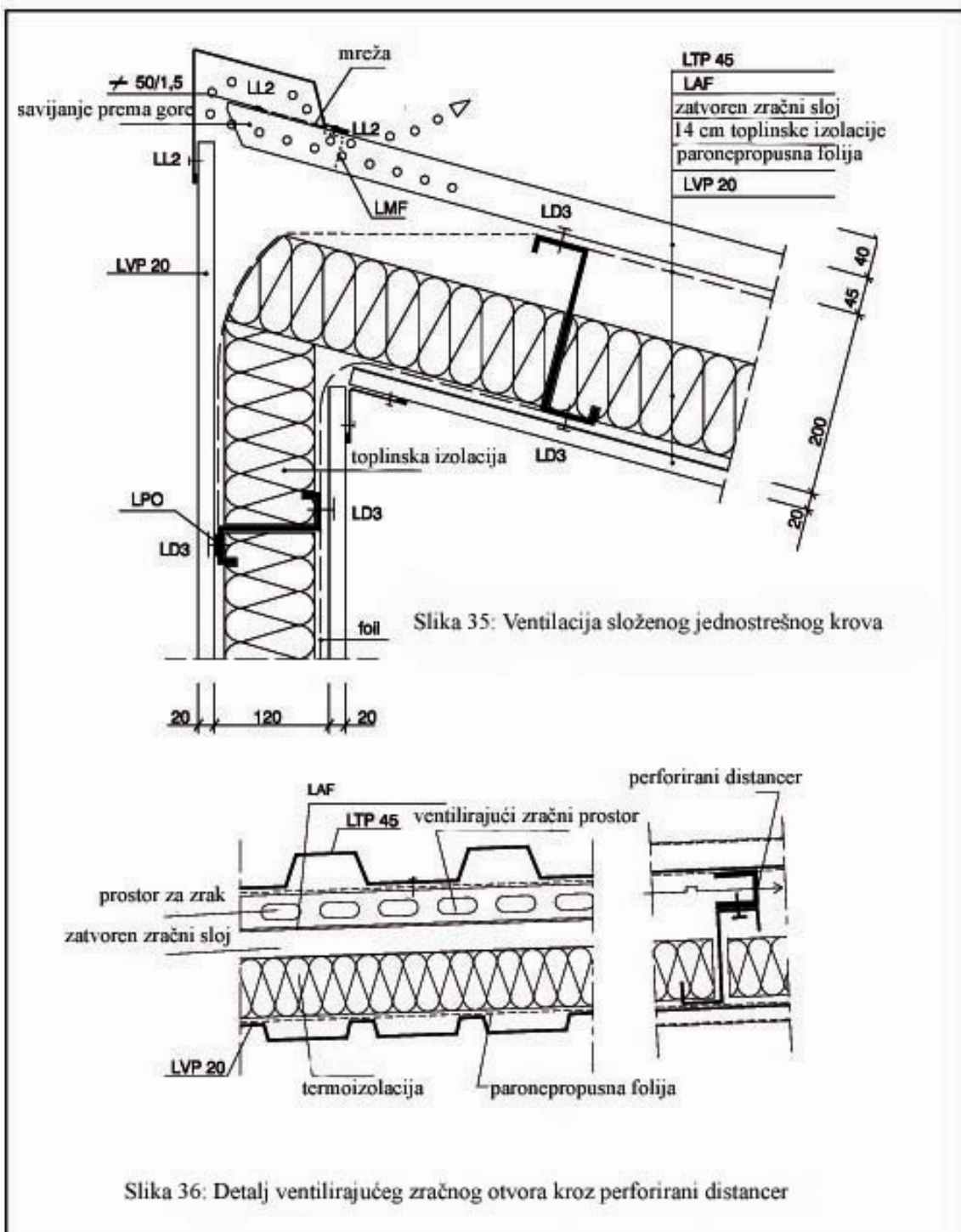
Otvor za uzimanje zraka koji ima mrežu protiv ptica ili ventilacijski češalj mora biti smješten duž strehe. Zračni otvor od minimalno 4 cm može se ventilirati kroz rešetkasti otvor ventilacije sljemena (slike 34, 35, 36 i 37) i ploče vijenca, ili, u posebnim slučajevima, kroz čelične elemente za posebnu svrhu koji se instaliraju blizu sljemena kako bi poboljšali učinkovitost ventilacije (slika 38). Šiljasti «LG» tip ventilacije može učinkovito raditi jedino ako je ostavljen minimalni razmak širok 4 cm između krovne ploče i gornje ravnine sljemenjače. Taj kriterij može se ispuniti postavljanjem specijalnih distancera napravljenih od čeličnih dijelova na vrh sljemenjače (slika 36) ili umetanjem letvi odgovarajuće veličine. U slučaju vrlo širokih krovnih površina, može se instalirati uređaj za ventiliranje kako bi povećao učinkovitost ventilacije. Zbroj površina jednako udaljenih donjih otvora za uzimanje zraka i gornjih za ventilaciju mora biti najmanje 30 cm<sup>2</sup> po svakom kvadratnom metru krovne površine.

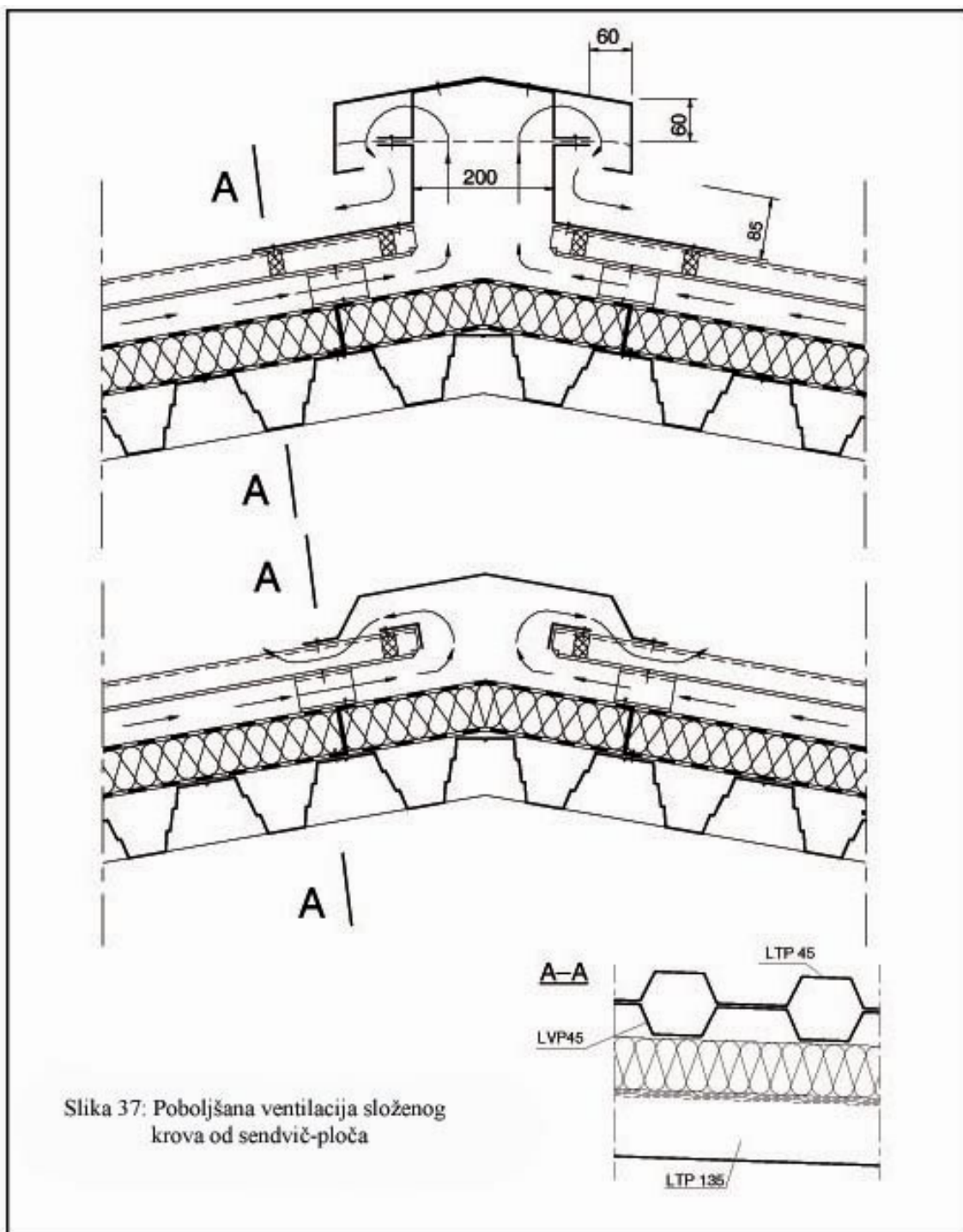


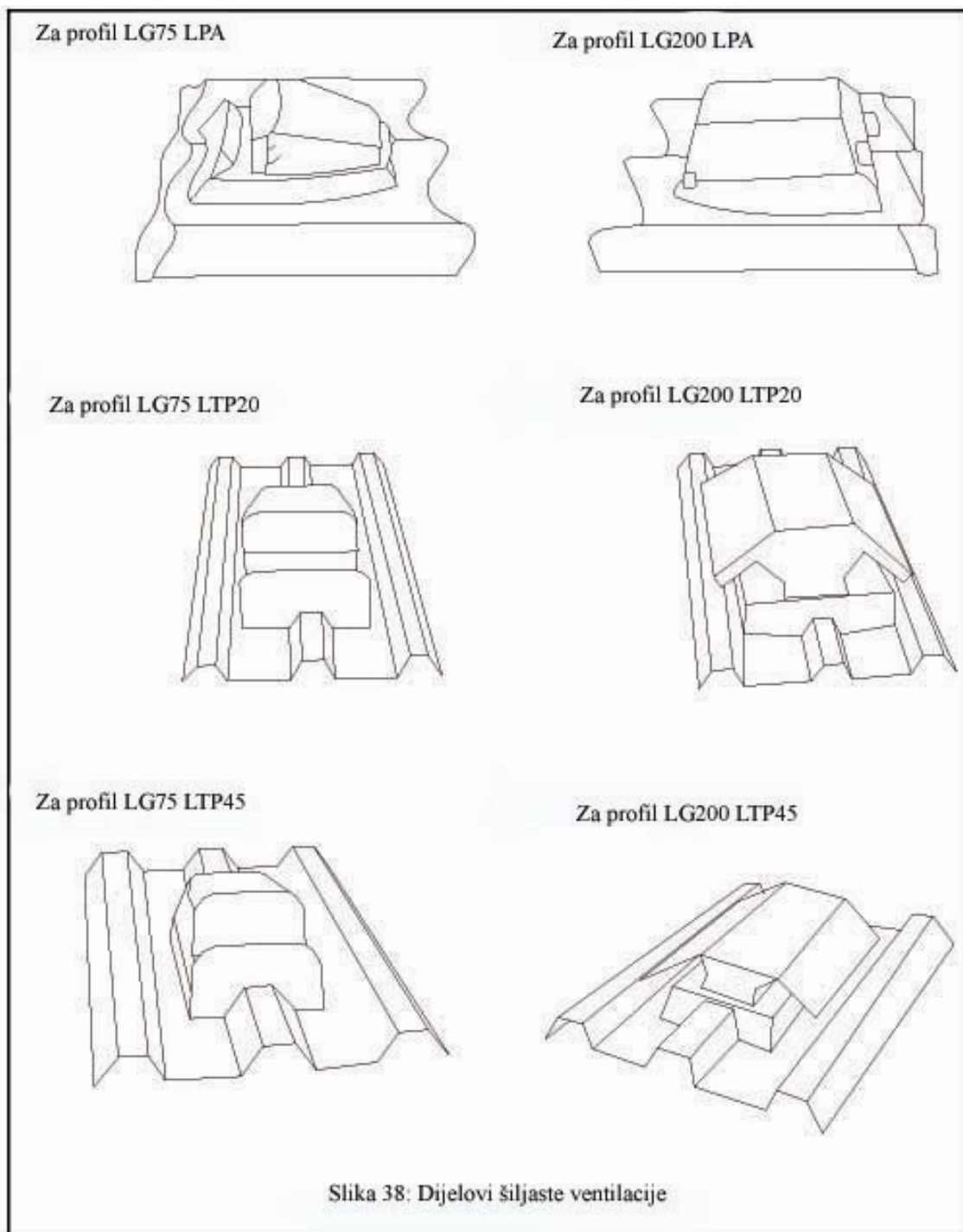
*Slika 34: Ventilacijski sustav visokog sljemena postavljen na sastavljen krov od sandwich-ploča*



3. Krovne i zidne obloge

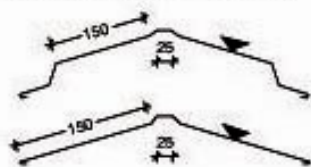






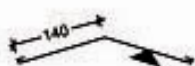
### Popis standardnih zaštitnih elemenata

«A» vanjske kape sljemena



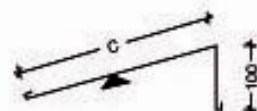
kut savijanja, prilagođen nagibu krova

«B» unutarnje kape sljemena



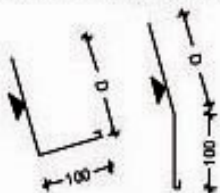
kut savijanja, prilagođen nagibu krova

«C» donja limena zaštita strehe



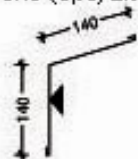
veličina «C» treba se prilagoditi izbočenju strehe

«D» vanjska limena zaštita strehe

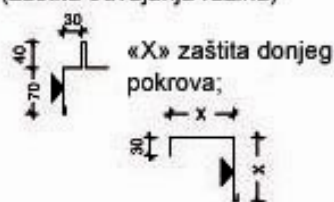


veličina «D», ovisno o veličini področnika strehe

«E» unutarnja limena zaštita strehe (spoj zid/krov)



«F» limena zaštita prozora (zaštita odvajanja razina)



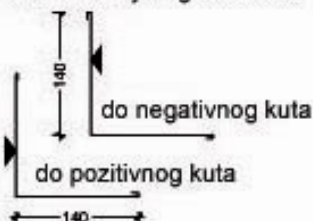
«X» zaštita donjeg pokrova;

«G» zaštita prozorske daske

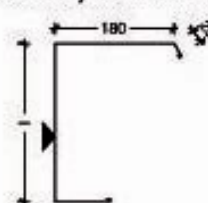


«G» zaštita prozora, 75 do 90 mm

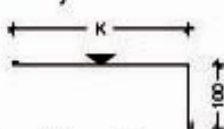
«H» zaštita vanjskog kuta zida



«I» vanjska zaštita zabata

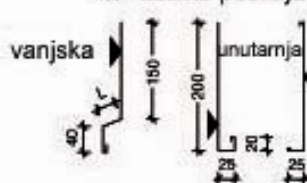


«K» donja zaštita zabata

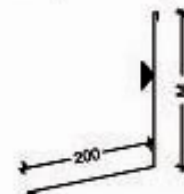


«K» veličinu treba odrediti prema izbočenju zabata

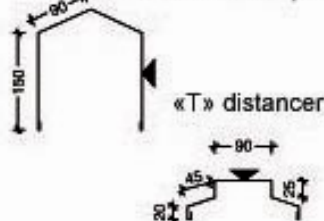
«L» zaštita postolja



«M» uporište sljemena

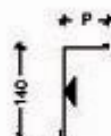


«N» ventilirana kapa sljemena



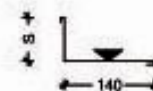
«T» distancer

«P» unutarnja zaštita zabata



«P» veličina, prema susjednoj l-gredi

«S» zaštita unutarnjeg kuta zida



«S» veličina, ovisno o susjednoj l-gredi

### 3. Krovne i zidne obloge

- Općenito, vanjska školjka krovnih struktura sandwich-tipa izrađena je od LTP45 trapezoidnih profiliranih ploča, koje se mogu pričvrstiti izravno na gornji obod sustava sljemenjače korištenjem samoureznih vijaka (LD3T) odgovarajuće veličine i jednake boje. Dio ploča koji se preklapa treba spojiti samoureznim vijcima (LL2T), s razmakom od maks. 60 cm.

LTP45 trapezoidne ploče mogu se koristiti:

- umetanjem trake otporne na vodu ako je nagib krova između 6 i 10°, ili
- bez trake otporne na vodu ako je nagib veći od 10°.

LTP20 trapezoidne ploče mogu se koristiti za prekrivanje krovova s lukovima, ukoliko je radijus luka najmanje 13 m.

#### 3.1.2.1.3. Lindab Toproof (gornji krov) – Sandwich-krov složen od pločastog crijepa

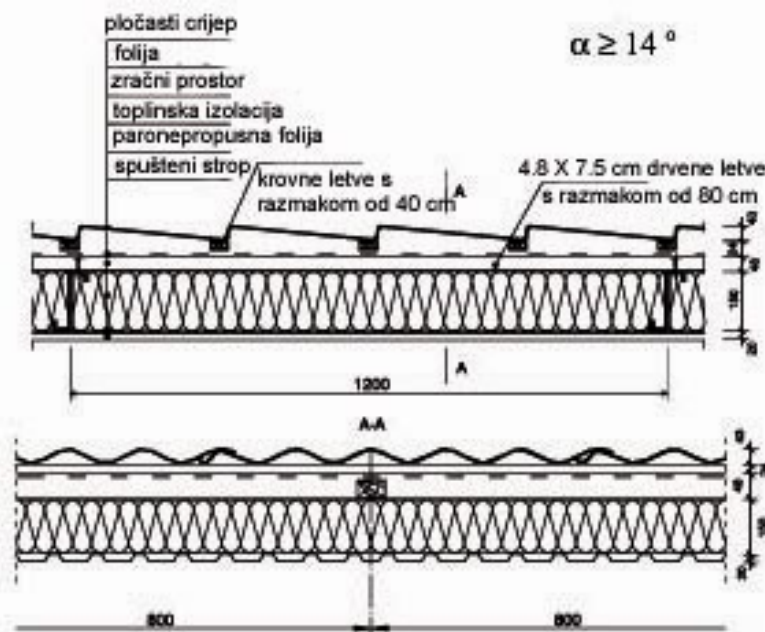
Krovopokrivanje hala s visokim estetskim zahtjevima može se izvesti korištenjem «Topline» sustava pločastog crijepa, ako je nagib krova veći od 14°.

Preporučena područja upotrebe:

- hale za komercijalne svrhe
- sportske hale
- hale za socijalne i kulturne svrhe

*Lindabov Toproof sustav temelji se na sljedećim načelima:*

Dodatni potporni sustav, okomit na liniju strehe, pričvrsti se za gornji obod sustava sljemenjače. Donja folija i krovne letve (paralelne sa strehom) mogu se postaviti na taj dodatni potporni sustav prema specificiranim razmacima. Konačno, ploče s crijepom željenog tipa pričvrste se za letve, korištenjem LWT samoureznih vijaka. Zračni prostor ostavljen između sloja toplinske izolacije i ploča koje prekrivaju krov osigurava odgovarajuću ventilaciju. Općenito, donja školjka složene strukture sandwich-ploča izrađena je od LVP20 trapezoidne profilirane ploče.



Slika 39: Složeni krov od sandwich-ploča, s gornjom školjkom od pločastog crijepa

**3.1.2.1.4. LindabQualiroof – Složeni sandwich-krov s presavijenom gornjom pločom**

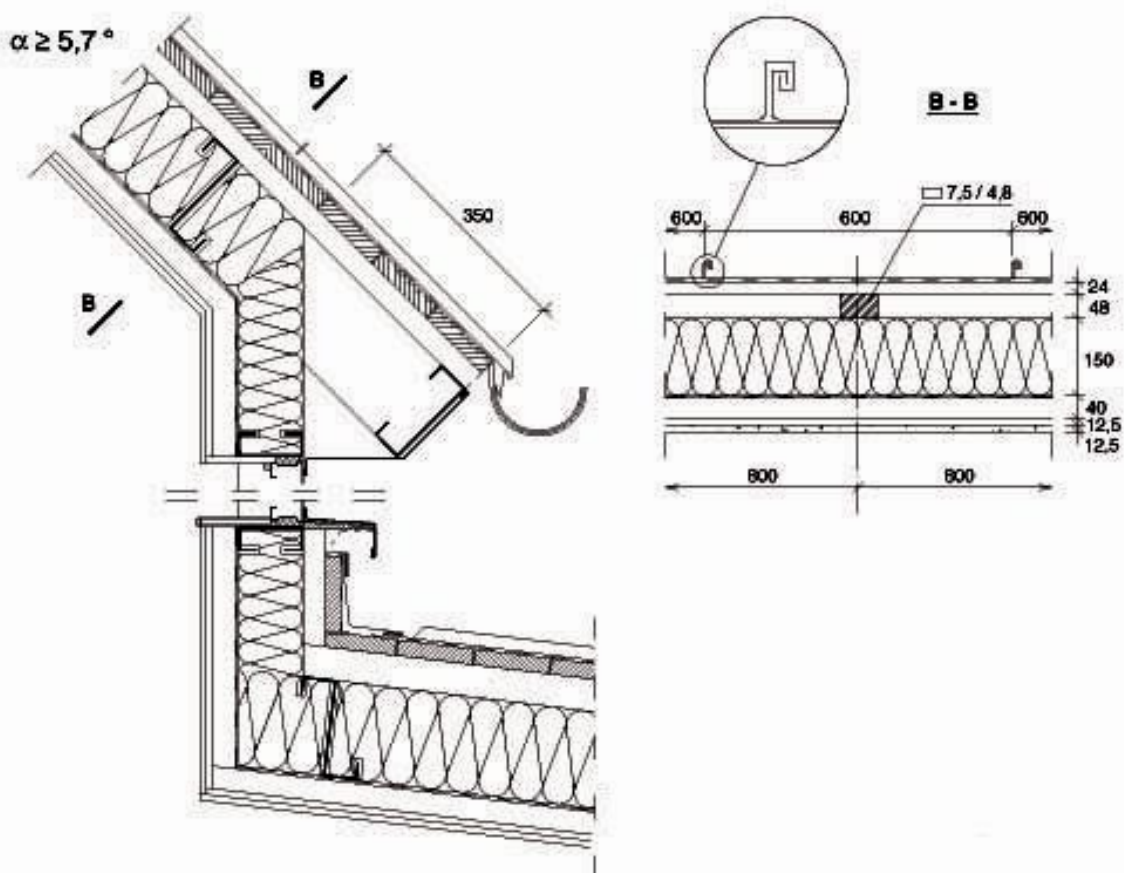
Ovo je krovna struktura izvrsne kvalitete i privlačnog izgleda; ovaj krovni sustav također kombinira karakteristike tradicionalne i suvremene arhitekture. Njegova upotreba preporučuje se u slučaju krovova s laganim nagibom s kutom nagiba iznad 6° i u slučaju krovova s lukovima čiji je radijus zakrivljenosti veći od 5 metra ( $R > 5m$ ).

*Preporučena područja upotrebe:*

- hale za komercijalne svrhe
- sportske hale
- hale za socijalne i kulturne svrhe

*Lindabov Qualiroof sustav temelji se na sljedećim načelima:*

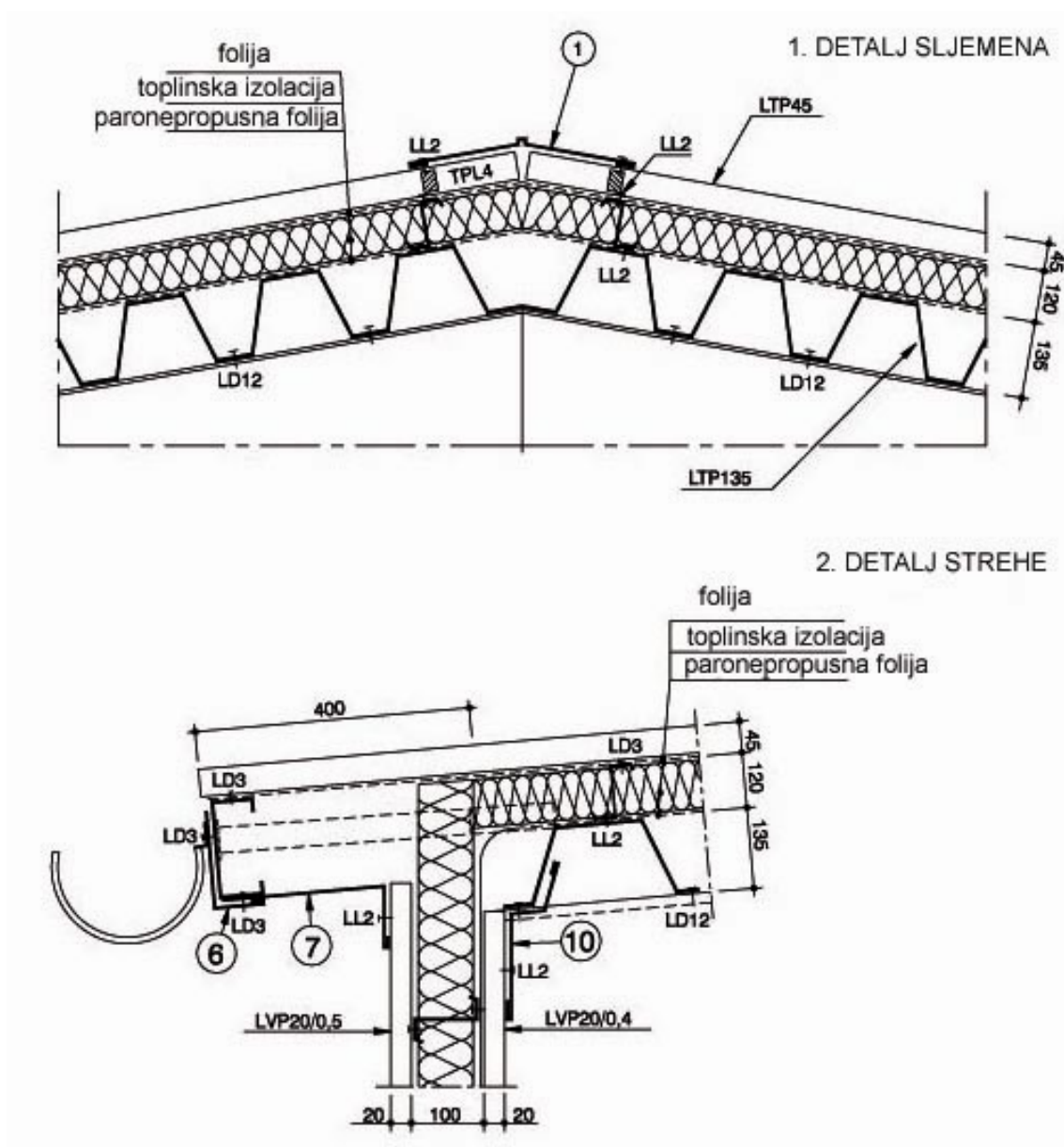
Dodatni potporni sustav, okomit na liniju strehe, pričvrsti se za gornji obod sustava sljemenjače. Na taj dodatni potporni sustav pričvrsti se plošna podloga ili OSB ploče što predstavlja neprekidnu potpornu strukturu za PLX ravne krovne ploče s prijevojima. Zračni prostor ostavljen ispod podloge osigurava odgovarajuću ventilaciju. Općenito, donja školjka strukture od sandwich-ploča izrađena je od LVP20 trapezoidne profilirane ploče ili gipsane ploče s vlastitim potpornim letvama.



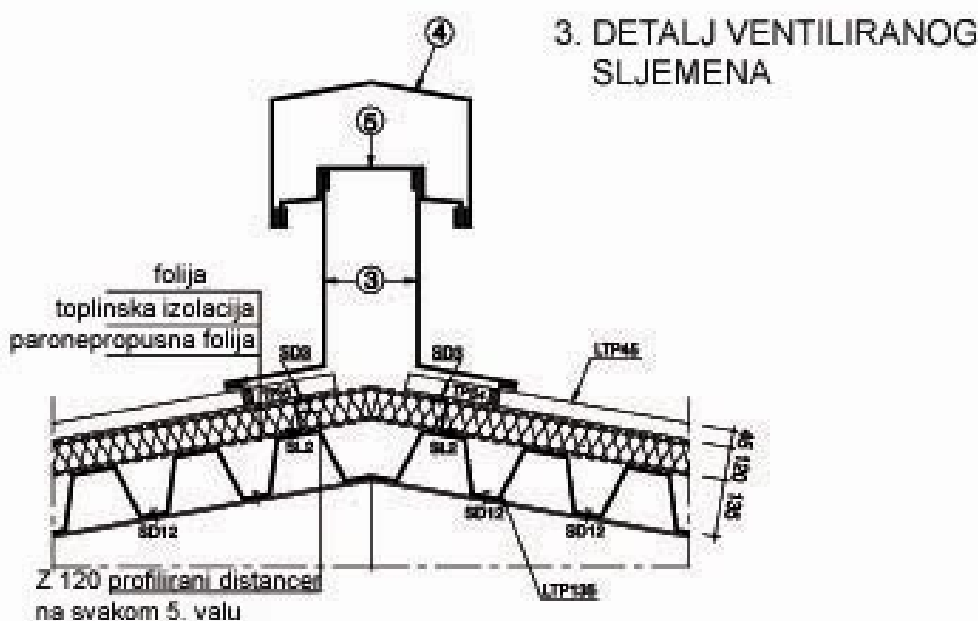
*Slika 40: Složeni krov od sandwich-ploča, s vanjskom školjkom izrađenom od ravnih ploča s prijevojima.*

3.1.2.1.5. LindabBuiltfoot – Visoko profilirani složeni sustav sandwich-krova

Kada je donja školjka sekundarna nosiva profilirana ploča koja leži na primarnim gredama, distanceri napravljeni od «Z»-grede manje veličine zamjenjuju sustav podsljemenjače; u svrhu potpore gornje školjke (Slika 41).



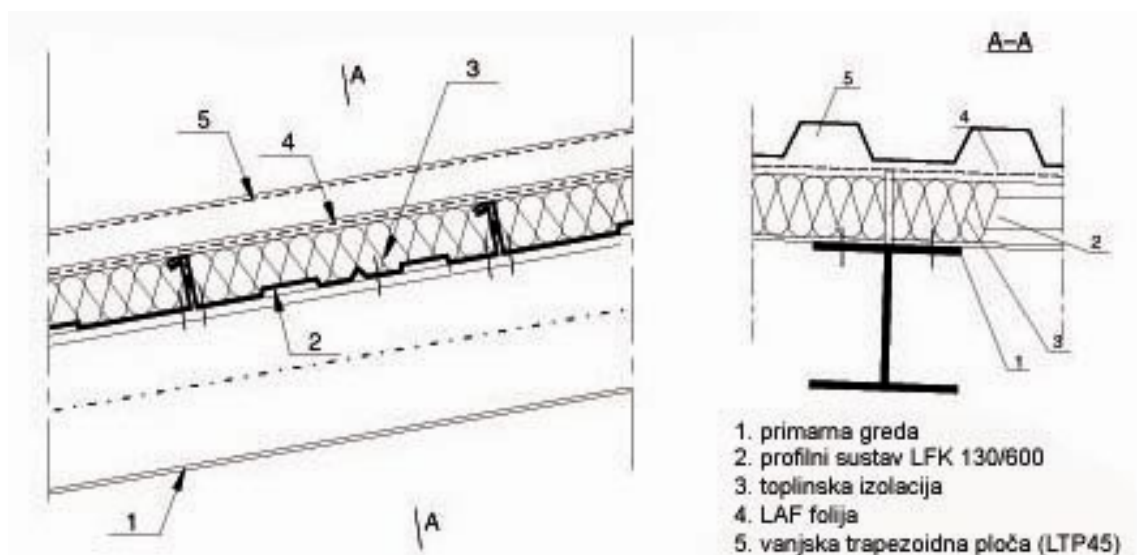
Slika 41: Detalji visoko profiliranog složenog sandwich-krova (1,2 i 3)



Slika 42: Detalji visoko profiliranog složenog sandwich-krova (1,2,3)

### 3.1.2.1.6. LindabCasetroof (kazetni krov) – Složeni krov od profiliranog sustava

Donja školjka složenog sustava sandwich-krova može se izraditi i pravilno dizajniranim profilima, a ima različit izgled od krova s visoko profiliranom trapezoidnom profiliranom pločom. U ovom slučaju, gornju školjku treba pričvrstiti izravno na obode profila (slika 43).



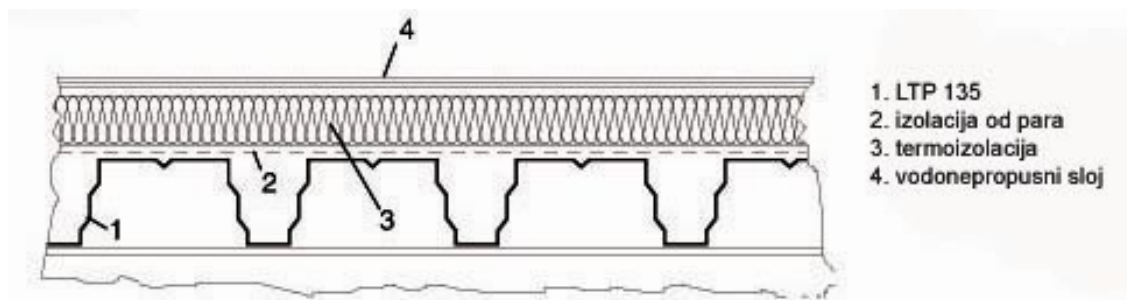
Slika 43: Detalji složenog izoliranog sandwich-krova s profiliranim sustavom

Korištenjem LTP trapezoidnih profiliranih ploča, ovaj sustav je posebno prikladan za stvaranje krovova s lukovima čiji je radijus veći od 13 metara ( $R > 13\text{m}$ ).



### 3.1.2.2. LindabFlatroof (ravni krov) – (neprohodni) krovni sustav na slaganje

Zavareni bitumenski ili PVC gornji sloj postavljen na nosivu i nestalačivu toplinsku izolaciju osigurava vodonepropusnost krovova s jednom školjkom bez zračnog sloja izrađenih od čeličnih trapezoidnih ploča.



Slika 44.

#### 3.1.2.2.1. Zahtjevi građevinske fizike

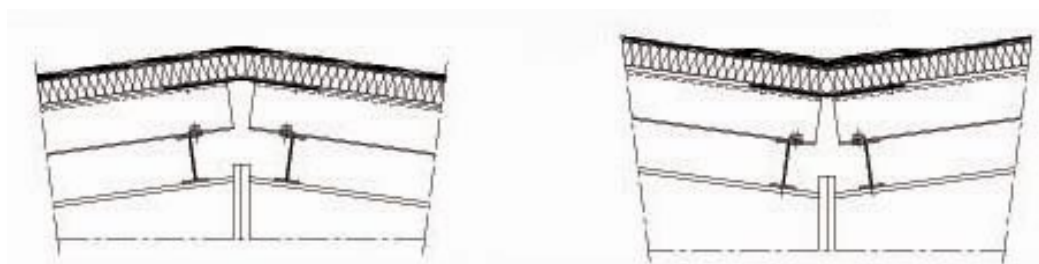
Struktura i izolacija krova mora biti dizajnirana s obzirom na uvjete nepropusnosti zraka i očekivanog učinkovitog smanjenja učinaka toplinskog mosta. Parametri toplinske i parne izolacije mogu se odrediti u skladu s mađarskim standardom «MSZ 04.140/1 do 4». Kapacitet difuzije pare uzdužnih i poprečnih dijelova tvrde površine trapezoidnih profiliranih ploča koji se preklapaju ne može se precizno ustanoviti. Potreba za umetanjem paronepropusnog sloja ovisi o klimatskim uvjetima koji prevladavaju u unutarnjem i vanjskom prostoru i o strukturalnom dizajnu krova. Ako je temperatura unutar građevine 20 °C ili manja, a relativna vlažnost zraka je ispod 60%, nije potrebna izolacija od pare. Ako nisu ispunjeni gore navedeni uvjeti ili ako je unutrašnjost građevine pod tlakom (zbog prisustva opreme za grijanje ili klima uređaja), izostavljanje sloja izolacije od pare treba opravdati odgovarajućim izračunima.

#### Načela zaštite od para

Topli krov s jednom školjkom je kritična struktura s aspekta kontrole para jer se veći dio otpora difuzije događa na izlaznoj strani. Postoje samo otvori malog poprečnog presjeka za ispuštanje pare koja ulazi cijelom površinom stropa, a duljina putova za ispuštanje je prilično drugačija. Strujanje pare preuzima kompenzacijski sloj postavljen na toplu stranu toplinske izolacije, koji se zauzvrat ponaša kao prepreka za paru štiteći sljedeće slojeve. Dimenzije sloja za ispuštanje i kontrolu vlage moraju se precizno odrediti; u slučaju vlažnosti zraka veće od prosječne, nije dovoljno odrediti položaj otvora za ispuštanje pare koristeći približno izračunavanje. Unatoč svojoj teoretskoj mogućnosti korištenja za ispuštanje pare, termoizolacijski sloj ne bi trebalo koristiti u ovu svrhu jer će kondenzacija rezultirati njegovom smanjenom sposobnošću izolacije. Treba proučiti mogućnost isušivanja prije dozvoljavanja neprekidne kondenzacije, a struktura treba biti dizajnirana tako da izdrži i ljetne klimatske uvjete. Ukoliko je moguće, trebalo bi testirati ispuštanje para jer je standardna devijacija prema iskustvu velika u usporedbi s podacima objavljenima u literaturi.

### 3.1.2.2.2. Konstrukcija i materijali krovne strukture

Nosivi element ovog tipa krova napravljen je od LTP 100, LTP 115, LTP 135 ili LTP 150 visoko profiliranih ploča postavljenih na primarne grede. Statistički podaci za profiliranu gredu trebaju se odrediti korištenjem odgovarajućih tablica u Vodiču. U tablicama se također mogu naći i broj i tip elemenata za spajanje (zavrtnji, vijci, zakovice). Nagib krova treba izabrati tako da se osigura da nagib podne strukture bude barem 2°, čak i ako krov odstupa pod maksimalnim teretom snijega zimi. Treba se osigurati složena konstrukcija podne strukture, parapetnih zidova i potpornja rubova ili treba koristiti ne oštar proces porublivanja koji osigurava jednaku fleksibilnost (npr. umetanje klina od 45°). Nosivi kapacitet membrane visoko profiliranih ploča može se uzeti u obzir kod izrade longitudinalnog potpornja (za vjetar, za zid).



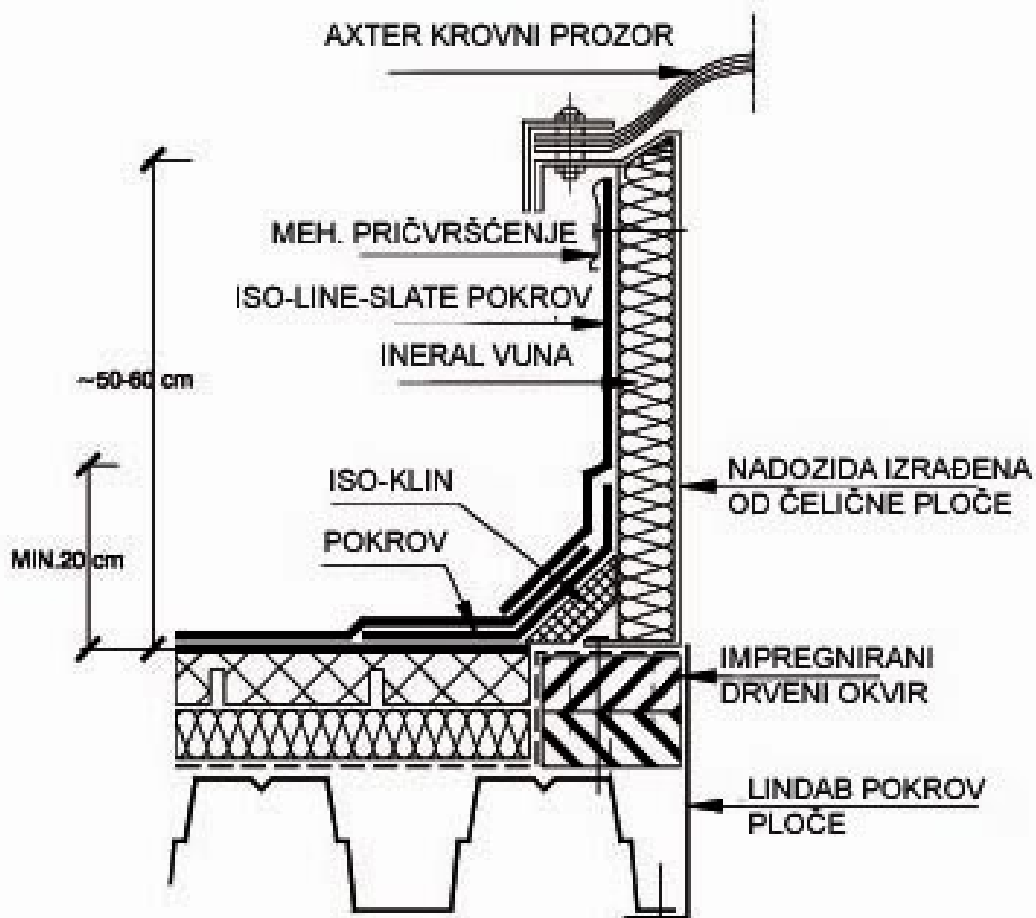
- visoko profilirana ploča prekrivena je polietilenskom folijom (kontrola pare) ili paronepropusnim slojem
- materijal toplinske izolacije:

Ekspandirana polistirenska pjena prema MSZ 7560 standardu (AUSTROTHERM AT-N2; AT-N3; AT-N4; AT-N5)			
Tip polistirenske pjene		At-N2	At-N3
Gustoća termoizolacije	(kg/m <sup>3</sup> )	15-20	10-25
Koeficijent provodljivosti topline	(W/mK)	0.041	0.038
Snaga kompresije	(N/mm <sup>2</sup> )	0.8	0.11
Propustljivost para	(kg/m <sup>2</sup> /h)	$3.36 \cdot 10^{-9}$	$3.36 \cdot 10^{-9}$
Otpor difuziji para	(m <sup>2</sup> · s · Pa/kg)	$5.92 \cdot 10^{11}$	$6.20 \cdot 10^{11}$
Horizontalni prolaz para	(kg/sPa)	$1.02 \cdot 10^{-12}$	$1.02 \cdot 10^{-12}$





- Prvi sloj toplinske izolacije je blok ekspandirane polistirenske pjene laminiran s donje strane i raširen u suhom stanju. Drugi sloj sastoji se od bloka ekspandirane polistirenske pjene zaljepljenog na bitumenski sloj i posebnih kanala za paru kako bi se izbjeglo skupljanje PS pjene i kako bi se osiguralo odgovarajuće izjednačavanje parnog tlaka i odvođenje pare kroz ventilacijske prolaze. Izolacijski sloj može se učiniti beskonačnim spajanjem izbočenih preklopa bitumenskog sloja. Podložak toplinske izolacije pričvršćen je na profiliranu ploču velikog nagiba mehanički (tj. korištenjem zaglavica s diskovima).

- Dijelovi za spajanje od poliamida mogu se koristiti za izradu čvrstih spojeva bez toplinskog mosta i sposobnih upiti tlak uzrokovan pritiskom vjetra. Isto tako, dozvoljavaju deformaciju različitih materijala koji se koriste u izgradnji i slaganju krova uslijed promjena temperature.

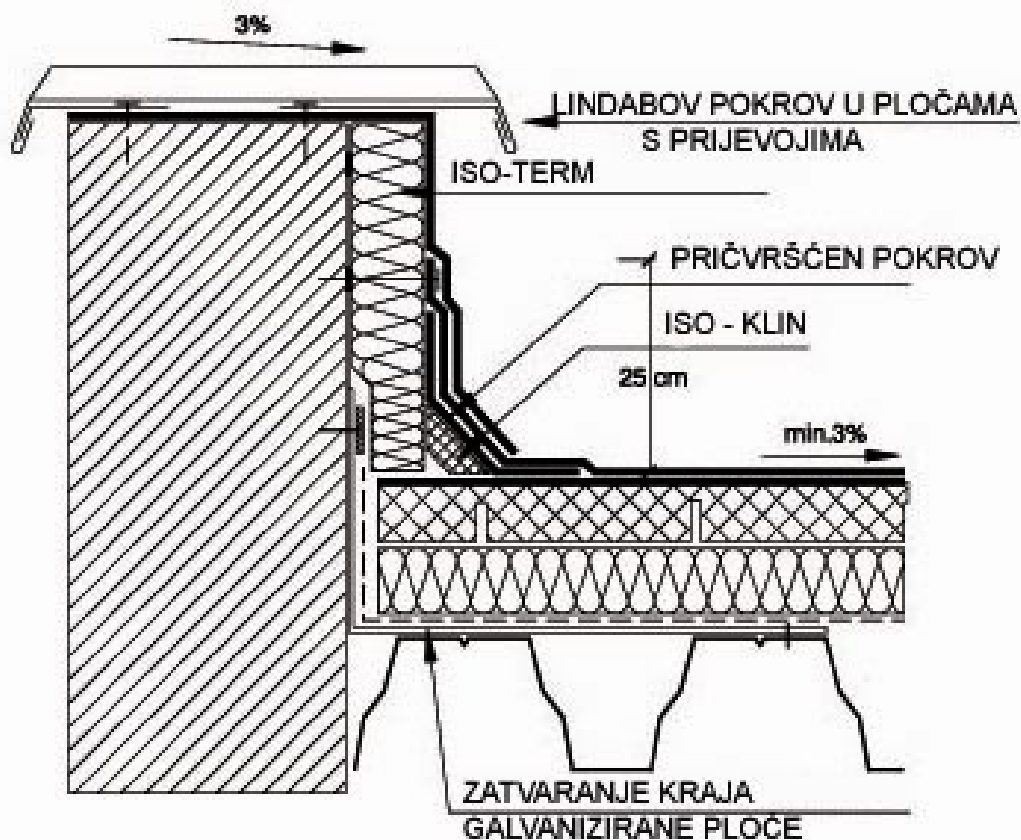
- Završni vodonepropusni pokrov je spoj koji se sastoji od sloja staklene vune i sloja mljevenog škrljevca, zavarenih cijelom svojom površinom.



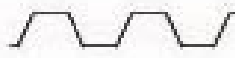



**LEGENDA:**

-  VISOKO PROFILIRANA TRAPEZOIDNA PLOČA KAO SEKUNDARNA NOSIVA POTPORA
-  TOPLINSKA IZOLACIJA
-  VODONEPROPUSNI SLOJ
-  SLOJ ZA KONTROLU PARE

Slika 45: Detalj nadozide termoizoliranog toplog krova i krovnog prozora



LEGENDA:

-  VISOKO PROFILIRANA TRAPEZOIDNA PLOČA KAO SEKUNDARNA NOSIVA POTPORA
-  TOPLINSKA IZOLACIJA
-  VODONEPROPUSNI SLOJ
-  SLOJ ZA KONTROLU PARE

Slika 46: Detalj parapetnog zida na termoizoliranom toplom krovu

**3.1.2.2.3. Posebna pravila i načela za građevinski dizajn**

Svi aspekti povezani sa strukturama građevina, odvođenjem vode, strukturama koje prodiru kroz izolacijske slojeve, gromobranima (MSZ 274) i zaštitom od požara (MSZ 595/1 do 9) trebaju se uzeti u obzir kod dizajniranja krovne strukture.

**3.1.2.3. LindabSandroof – Sandwich-ploča za krovove**

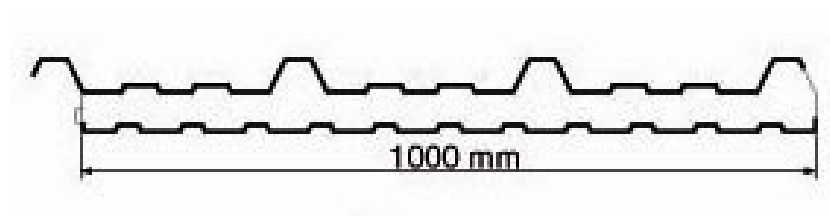
**3.1.2.3.1. Parametri toplinskih rješenja**

Tvrdoća i velik kapacitet nosivosti sandwich-ploče (ploče za slaganje) dolazi iz srednje termoizolativne jezgre koja olakšava konstrukciju vanjske i unutarnje metalne ploče i sastoji se od specijalne plastične pjene:

PUR 03: - tvrda poliuretanska pjena, inhibitor plamena, ekološka, ne sadrži freone

DIN 4102 B2-B3 - srednja zapaljivost; nehigroskopski materijal zatvorenih stanica  
 - koeficijent toplinske provodljivosti  $\lambda = 0.020 \text{ W/mK}^\circ$   
 - koeficijent transmisije topline  $k = 0.72$  do  $0.24$ , ovisno o preferencijama u smislu tipa i debljine

Debljina mm	Koeficijent transmisije topline $\text{W/m}^2\text{K}^\circ$	Toplinska otpornost $\text{m}^2\text{K/W}$
30	0.72	1.20
40	0.56	1.62
50	0.45	2.03
60	0.38	2.44
80	0.29	3.26
100	0.24	4.07

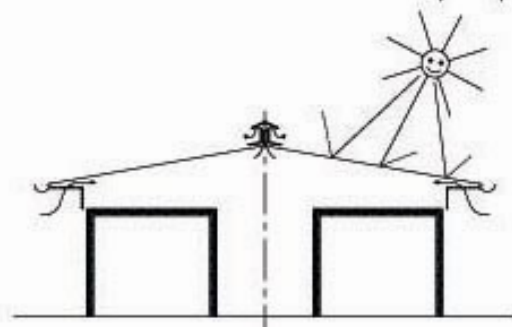


*Slika 47.*

**3.1.2.3.2. Zahtjevi građevinske fizike**

Krov napravljen od sandwich-ploča osigurava potpunu nepropusnost zraka, para i vode. Toplinska izolacija ploča garantira posebnu učinkovitost u očuvanju energije.

Prilično dobri rezultati mogu se postići u gradnji odvojenim korištenjem horizontalnih sandwich-ploča za toplinsku izolaciju i kosog zaštitnog krova napravljenog od neizolirane trapezoidne ploče za reflektiranje direktnog sunčevog zračenja i odvođenje oborinskih voda.



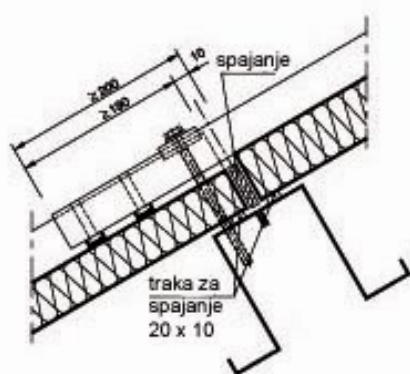
Slika 48: Ventilirani zaštitni krov izgrađen iznad hladnjača napravljenih od sandwich-ploča

**3.1.2.3.3. Građevinski aspekti**

Profili za spajanje spojeni su na krajeve ploča u proizvodnji korištenjem različitih metoda. Ploče moraju biti pričvršćene na potporne strukture vijcima od nehrđajućeg čelika, koji prodiru u gornji val rebra ploče, korištenjem spojnih brtvi.

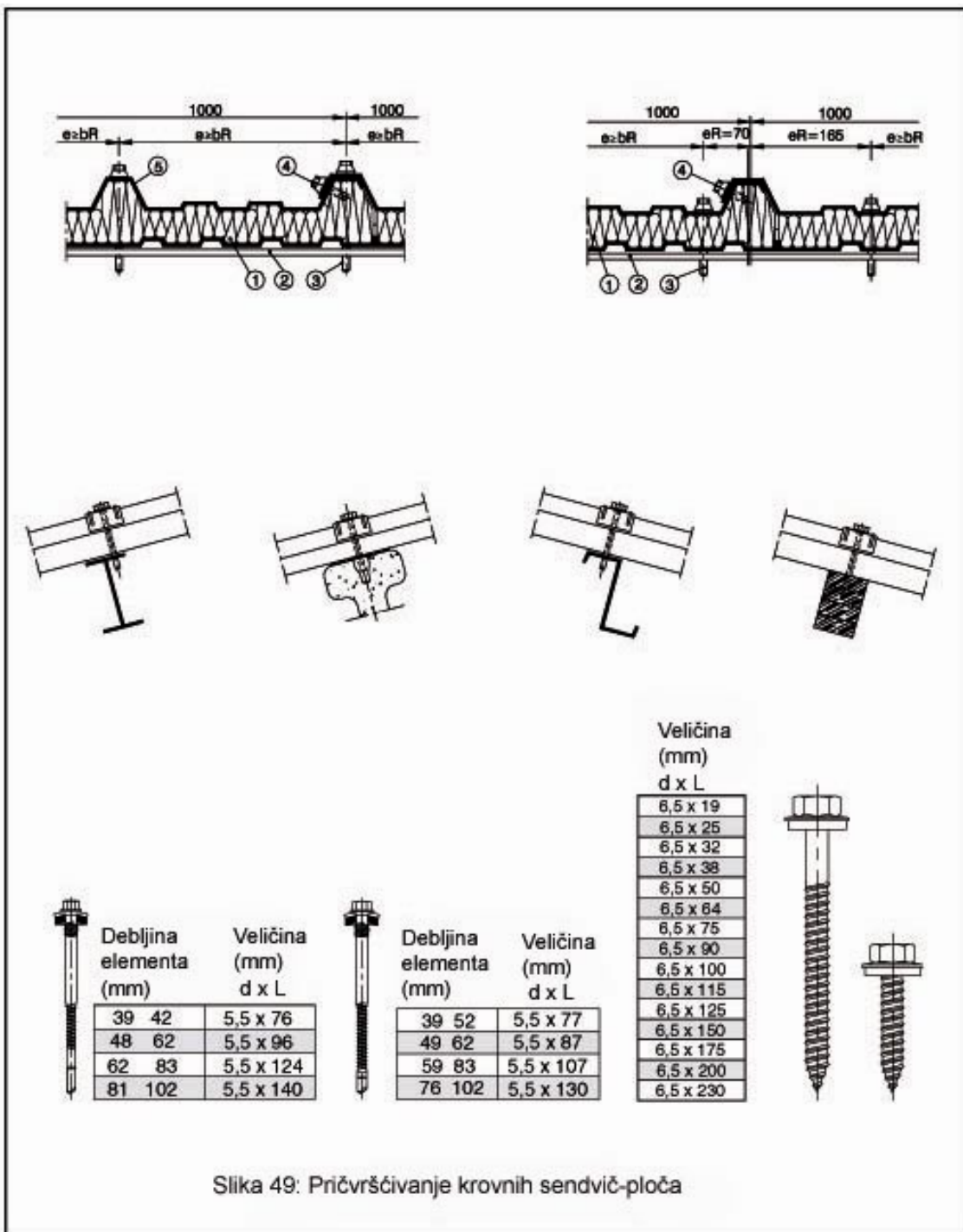
Ø 5.5 mm samourezni/pop vijci od nehrđajućeg čelika koriste se za pričvršćivanje ploča:

<u>Tip grede</u>	<u>Tip vijka</u>
- tankozidne grede	LXC5
- vruće valjane grede	LXC12



Duljina potrebnih vijaka treba se odrediti prema sljedećoj tablici:

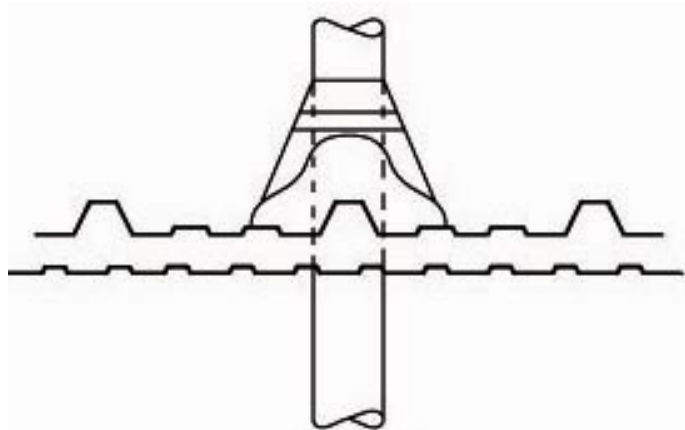
Debljina izolacije (mm)	Čelična greda	Drvena greda
30	≥ 100	≥ 120
40	≥ 100	≥ 140
50	≥ 120	≥ 140
60	≥ 120	≥ 160
80	≥ 140	≥ 160
100	≥	



Slika 49: Pričvršćivanje krovnih sendvič-ploča

### 3. Krovne i zidne obloge

- u slučaju pričvršćivanja za drvenu gredu, treba izbušiti probnu rupu; njezin dijametar jednak je 0.7 puta dijametra vijka.
- u slučaju longitudinalnog produljenja, udaljenost između veznih zavrtnja ne smije biti veća od 60 cm.
- nije potrebno nikakvo posebno pojačanje ako je dijametar prodiranja rupe <300 mm. U tom slučaju treba odrezati gornji val rebra profila (slika 50). U slučaju većih otvora treba umetnuti dodatnu potpornu strukturu.



Slika 50.

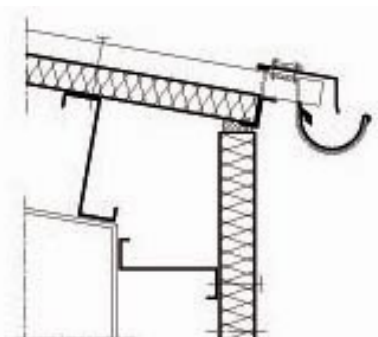
- rubne limene zaštite trebaju biti pričvršćene LL2 samoureznim vijcima za pričvršćivanje
- interakcija minimalnog kuta nagiba krova ( $\alpha$ ) i spojeva ploča prikazane su u tablici:

Kut nagiba	Poprečni spojevi	Uzdužni spojevi
$3^\circ < \alpha < 5^\circ$	-	koristeći element sa spojem
$5^\circ < \alpha < 10^\circ$	koristeći element s dvostrukim spojem	koristeći element sa spojem
$10^\circ < \alpha$	koristeći element s dvostrukim spojem	bez elementa sa spojem

- Neki standardni detalji krova od sandwich-ploča prikazani su na slici 51:



Slika 51/a: Sjeme



Slika 51/b: Streha

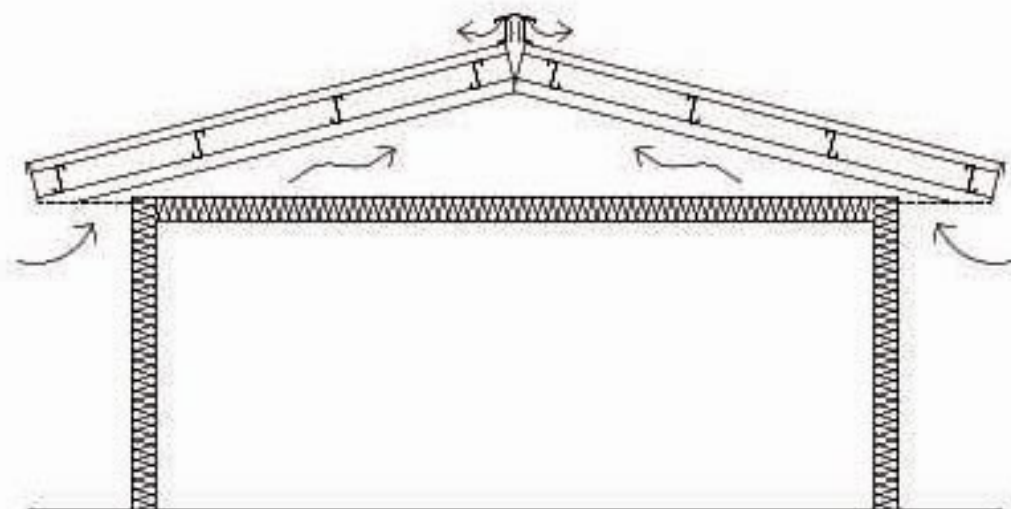


### 3.1.2.4. Toplinski izoliran horizontalni spuštenu strop

Estetski ili razlozi štednje mogu opravdati umetanje toplinski izoliranog spuštenog stropa u horizontalnu ravninu. U tom slučaju trapezoidna profilirana ploča, tj. donja školjka složenog sandwich-krova može se postaviti na sekundarni potporni nosač (gredu) sagrađen na odgovarajućoj razini. Kada je potrebna veća učinkovitost toplinske izolacije (npr. za hladnjače), spuštenu strop treba napraviti od izoliranih sandwich-ploča.

#### 3.1.2.4.1. Zahtjevi građevinske fizike

Uloga vanjske školjke krova je sigurna odvodnja oborinskih voda i zaštita od izravnog sunčevog zračenja. «Potkrovlje» ostavljeno između horizontalnog spuštenog stropa i krovnih ploča mora se ventilirati kako bi se izbjeglo prejako zagrijavanje ovog prostora ljeti i kako bi se smanjila vlažnost zraka. Područje otvora za uzimanje i ispuštanje zraka treba biti najmanje  $0.2 \text{ m}^2$  po svakom  $\text{m}^2$  podne strukture. Širina otvora mora biti min. 20 cm i moraju biti smješteni na način koji osigurava učinkovitu ventilaciju. PE folija mora se na strop postaviti posebno pažljivo, kako bi se osigurala odgovarajuća ventilacija i spajanje dijelova koji se preklapaju. LINDAB podložna folija mora se postaviti ispod vanjskih krovnih ploča ili treba postaviti unutarnju presvlaku NoConDrop koja upija kondenzat. (Slika 52).



Slika 52: Ventiliranje krova od sandwich-ploča

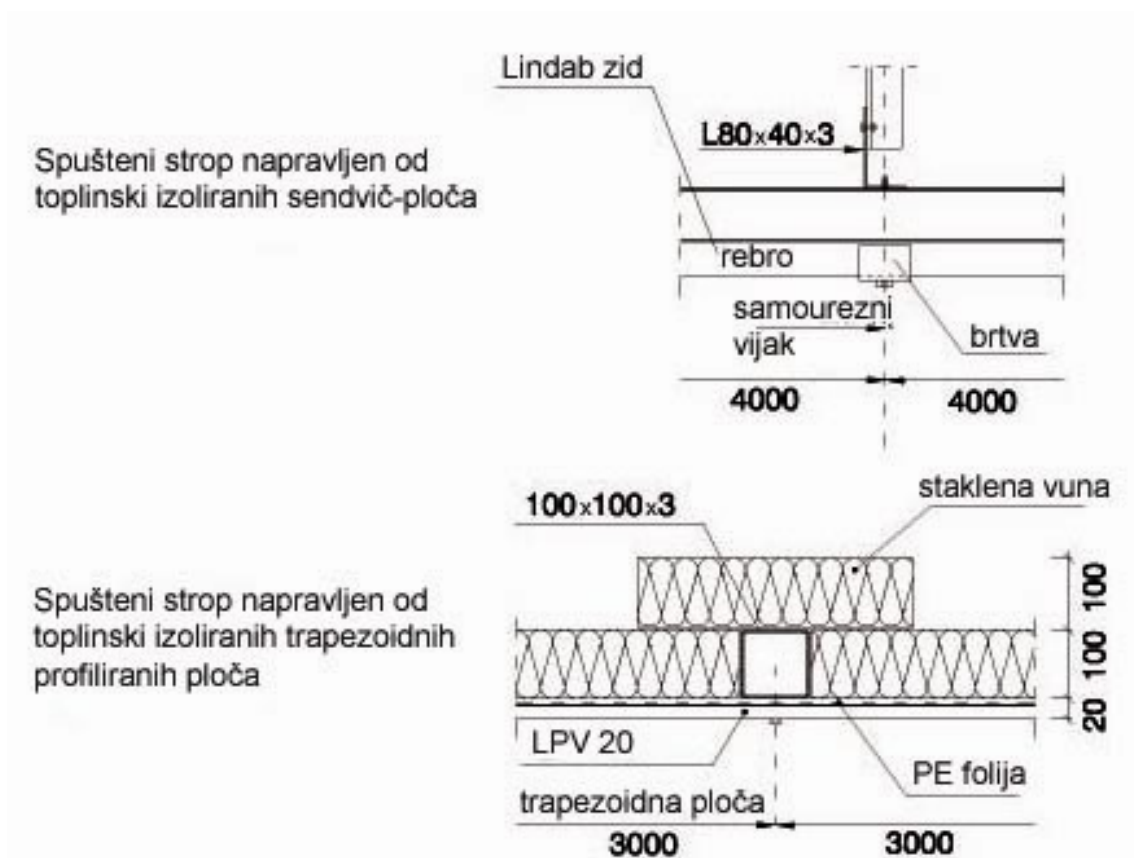
S aspekta građevinske fizike, ova struktura se također smatra ventiliranim hladnim krovom s dvostrukom školjkom. U stvari, ovo je rješenje koje podrazumijeva potkrovlje s visokim prostorom gdje veličina zračnog prostora i česta promjena zraka pomaže podnijeti prilično velik teret pare. U tom slučaju, od posebne je važnosti zaštita toplinske izolacije od vremenskih utjecaja i vlažnosti koji djeluju na vanjsku školjku. U skladu s tim, treba postaviti LINDAB podložnu foliju ispod vanjske krovne školjke. Budući da je nagib krova općenito veći od 25% i ako je razlika u visini otvora za uzimanje i ispuštanje zraka 1.5 metara ili više, tada njihovo područje (i otvora za uzimanje i za ispuštanje zraka) ne mora biti veće od 8 do  $10 \text{ cm}^2$  po svakom  $\text{m}^2$  područja krova.

### 3.1.2.4.2. Građevinski dizajn

Materijal spušenog stropa:	- LVP 20/0.4 obloga u boji od trapezoidne ploče - 0.2 mm debela PE folija - 12 do 15 cm debela izolacija od staklene vune
Pričvršćivanje čeličnih rebara za potporu Pričvršćivanje elemenata za preklope, spojeva sa strane i zaštite:	- LD3 samourezni vijci - pop zakovica ili LL2 samourezni vijak
Materijal obješene potporne strukture ili spušenog stropa:	- šuplji čelični dijelovi ili L profili, s potrebnom presvlakom za zaštitu površine

U slučaju *primarnih rešetki*, spušteni strop pričvršćen je za donji obod rešetke. Ako udaljenost između rešetki nije već od 3 metra, trapezoidna ploča može se pričvrstiti izravno na donje nosive elemente. Ako nije tako, potrebni su obješeni sekundarni elementi.

Kad se koriste *primarne grede* presvučene metalom, sekundarni potporni elementi, napravljeni od šupljih elemenata, objese se za primarne grede pomoću štapova ili kutnika. Objesena struktura, naravno, zahtijeva provjeru statike.



### 3.1.3. Krov s jednom školjkom bez toplinske izolacije

Građevna obloga s profiliranim pločama ali bez grijanja prostora može se koristiti samo za skladištenje materijala ili strojeva i opreme koji su neosjetljivi na promjene temperature.

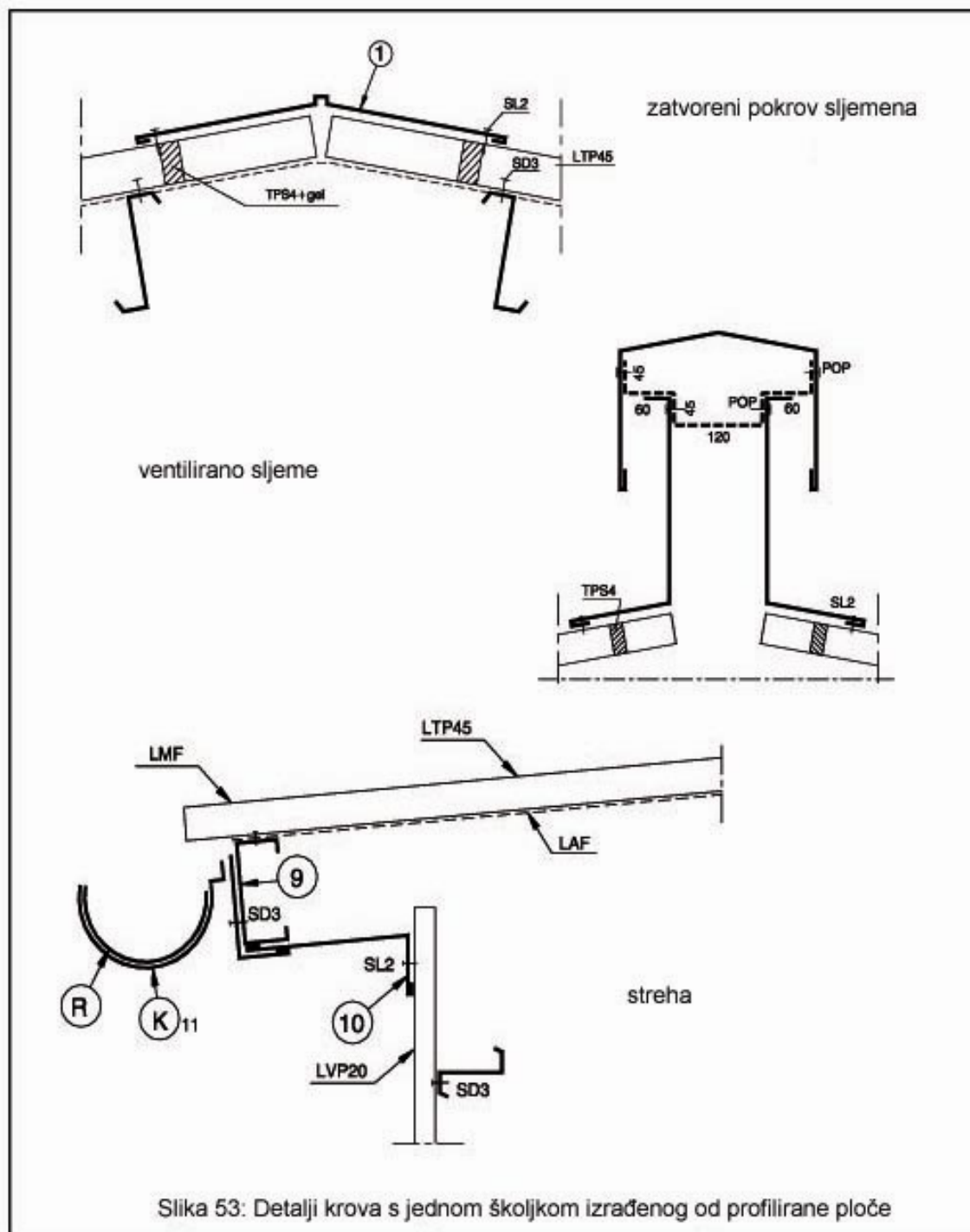
#### 3.1.3.1. Zahtjevi građevinske fizike

Kondenzacija para osobito se manifestira u slučaju krovova s jednom školjkom napravljenih od metalnih ploča; unutarnji prostor ispod takvih krovova ljeti se jako zagrijava. Zbog toga je vrlo važna odgovarajuća ventilacija; širina otvora za zrak (za ulaz zraka na žlijebu i za izlaz zraka na, ili blizu sljemena krova) treba biti min.  $0.2 \text{ m}^2/100 \text{ m}^2$  krovne strukture. Učinkovita ventilacija značajno pridonosi eliminaciji kondenzacije na donjoj površini metalnih ploča. Kondenzat pare može se apsorbirati na dva načina:

1. NoConDrop presvlaka za apsorpciju kondenzata mora se staviti na donju površinu ploča koje prekrivaju krov.
2. LINDAB podložna folija stavlja se na sljemenjače ispod ploča koje prekrivaju krov. Folija odvodi kondenzat i upija paru svojom donjom površinom. Nadalje, folija djeluje kao reflektor topline.

#### 3.1.3.2. Strukturni dizajn

- *metalna ploča*: profilirana metalna ploča izabrana u skladu s relevantnim statičkim i arhitektonskim aspektima može se pričvrstiti direktno na sustav sljemenjače nosivog okvira (napravljenog od čelika, ojačanog betona ili drveta) izrađenog u skladu s aspektima opisanim u dijelu 2.1.4. Najčešće korišteni tipovi: LTP20 i LTP45.
- *elementi za pričvršćivanje*: koriste se sljedeći tipovi pop vijaka:
  - pričvršćivanje profiliranih krovnih ploča: LD3T
  - spojevi preklopa i pričvršćivanje zidne zaštite: LL2
  - pričvršćivanje za vruće valjane grede LD6T, LD8, LD12T
  - pričvršćivanje za drvene grede LW-T.
- *kontrola pare*:
  - NoConDrop presvlaka za apsorpciju kondenzata stavlja se kod proizvođača; nije potreban dodatni rad na gradilištu
  - materijalni trošak Lindabove podložne folije je oko 17% troška presvlake za kontrolu pare ali njezino postavljanje zahtijeva pažljiv rad i mnogo vremena. Upute za postavljanje objašnjene su u dijelu 3.1.2.1.2.
- *dizajn sustava ventilacije*: otvori za uzimanje zraka opremljeni su ventilacijskim «češljevima» postavljenim duž strehe. Otvori za ispuštanje zraka ili ventilaciju mogu se izraditi umetanjem otvora za ventilaciju duž sljemena krova (na određenim mjestima ili duž cijele duljine sljemena), ili se mogu umetnuti plastični ventilacijski profili u pločama LG-75 ili LG-200 blizu linije vrha sljemena.



- Spojevi:

- za spajanje longitudinalnih produljenja koristi se traka za spajanje, ako nagib krova to zahtjeva.
- općenito, trapezoidni spojni profili potrebni su za izolaciju od vode postolja sljemena ili ventilacijskog sljemena. Profile za spajanje treba prikladno smjestiti na elemente za spajanje napravljene na ploči, kako bi se poboljšala nepropusnost na vodu (slika 53).

### 3.1.4. Dizajn krovnih proboja i otvora

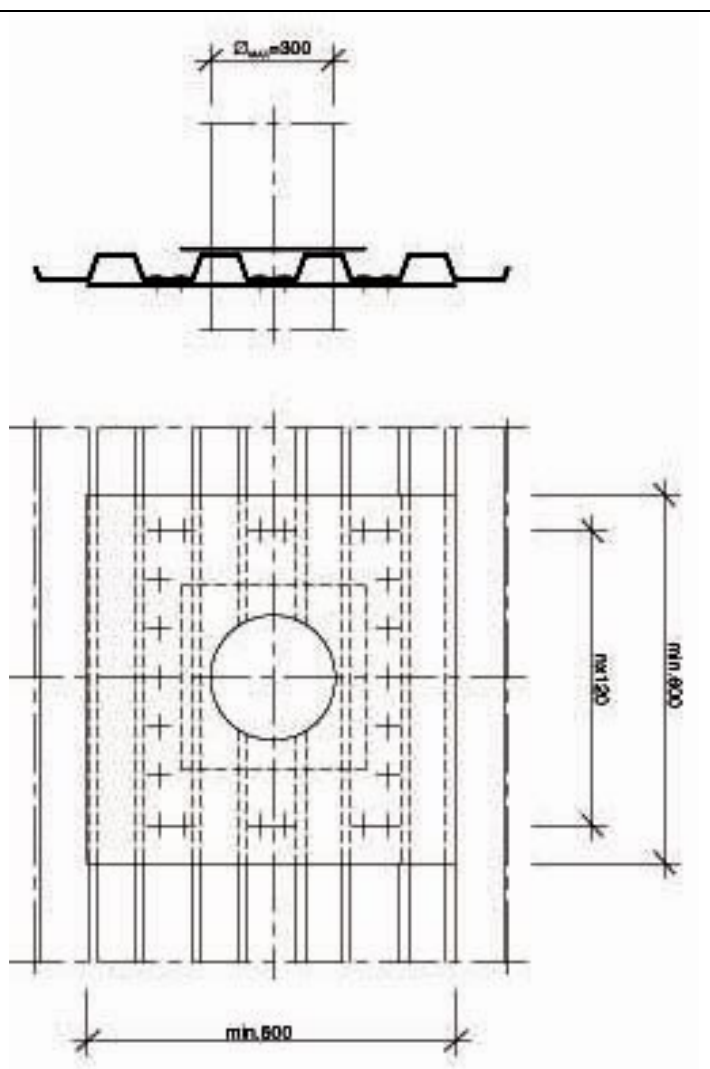
Profilirana ploča krova mora se na određenim mjestima probiti kako bi se izgradili odvodni kanali u krovu, ventilacijski kanali, šahtovi ili krovni prozori. Ovisno o veličini otvora, moraju se pripremiti proboji različitih dimenzija.

#### 3.1.4.1. Dimenzije proboja

- Nije potrebno raditi nikakve proračune statičke stabilnosti ako je omjer između oslabljenog i ukupnog poprečnog presjeka trapezoidne profilirane ploče manji od 0.2.

- Nije potrebno nikakvo pojačavanje do otvora veličine 300 x 300 mm, ukoliko su ispunjeni sljedeći uvjeti:

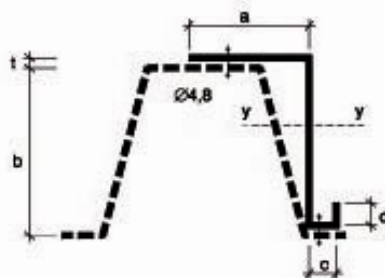
- a. debljina ploče za učvršćivanje prelazi min. 50% debljine pokrovne ploče i najmanje je 1.2 mm.
- b. teret je ravnomjerno raspoređen na području proboja (slika 54).



Slika 54.

### 3. Krovne i zidne obloge

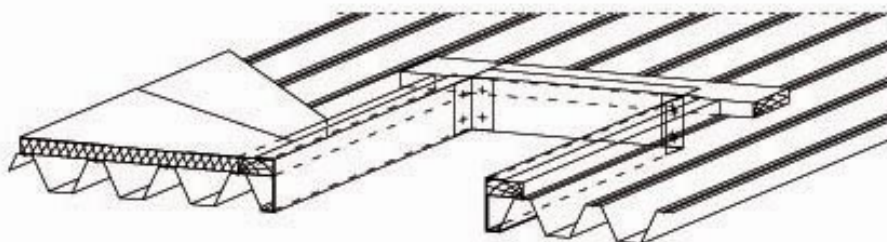
- U bilo kojem drugom slučaju, moraju se obaviti individualni statički proračuni. Horizontalnom okviru koji se koristi umjesto izrezane ploče i služi za pojačanje, dimenzije se mogu odrediti u skladu s unutarnjim silama.
- Kada je otvor u visoko profiliranoj trapezoidnoj ploči, posebni savijeni element izrađen od 2.0 do 4.0 mm debele ploče koristi se za učvršćivanje ruba.



Visoki profil	Veličina profila (mm)					A (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> (cm <sup>4</sup> )
	t	a	b	c	d		
LTP 115/275	2,0	93	109	28	20	5,0	98,27
	3,0	96	108	26	20	7,5	145,21
	4,0	99	107	24	20	10,0	190,44
LTP 135/310	2,0	119	133	28	20	6,0	169,32
	3,0	122	132	26	20	9,0	250,08
	4,0	125	131	24	20	12,0	327,96
LTP 150/280	2,0	101	151	28	20	6,0	213,48
	3,0	104	150	26	20	9,0	316,38
	4,0	107	149	24	20	12,0	416,34

#### 3.1.4.2. Konstrukcijski detalji

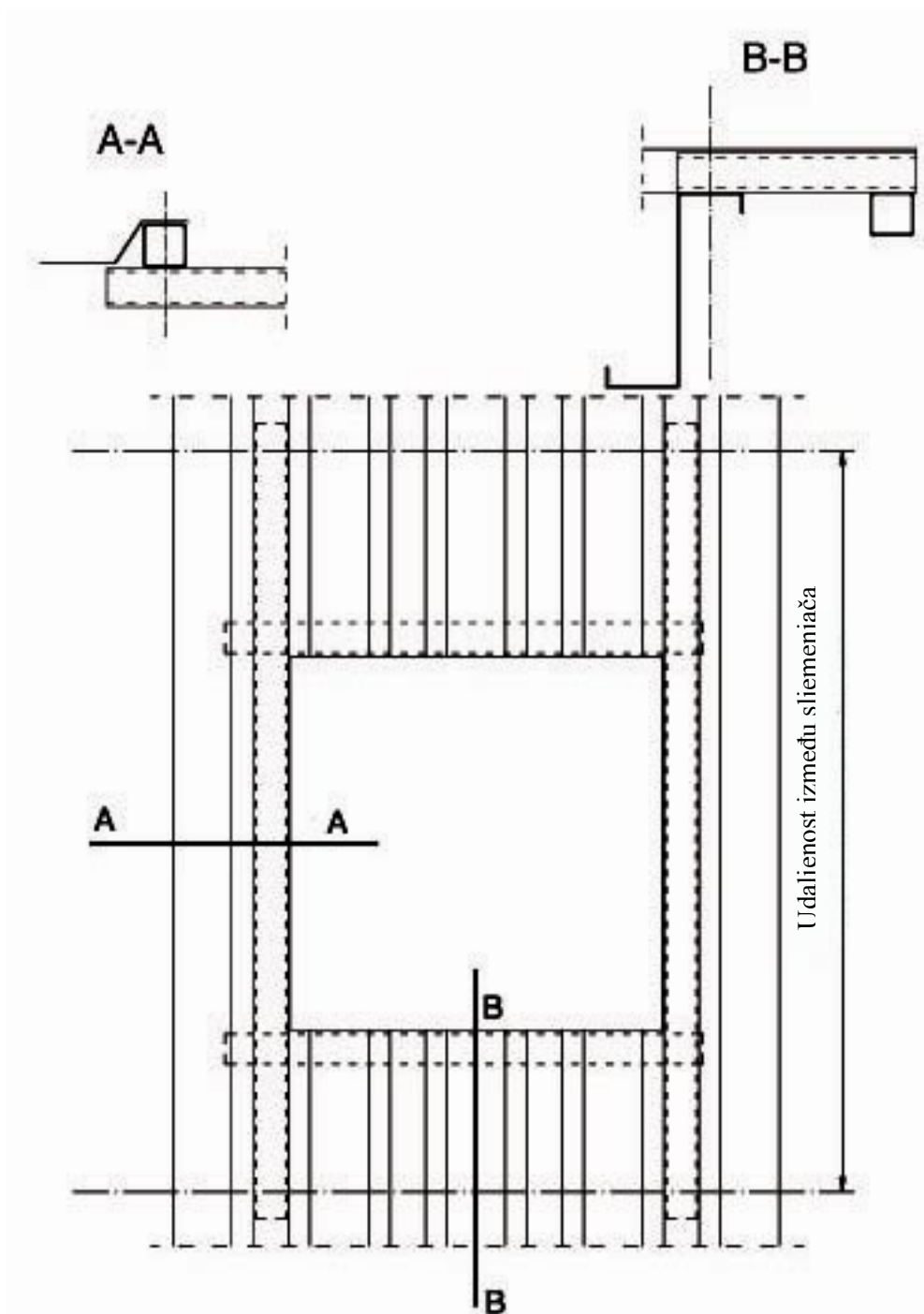
Moguć konstrukcijski detalj otvora u visoko profiliranoj podnoj strukturi prikazan je na slici 55.



Slika 55: Proboj krova izvršen rubljenjem profilirane ploče

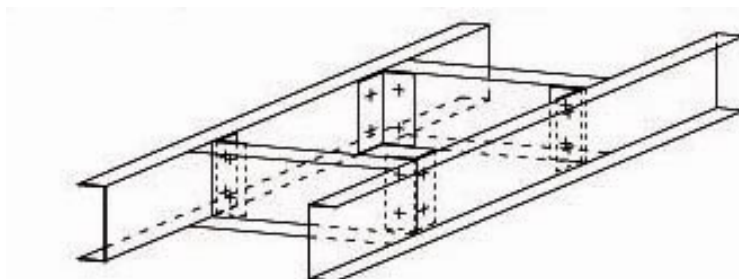
- Za dovršetak izrade bridova u slučaju montažnih krovova od sandwich-ploča utemeljenih na sustavu sljemenjače preporučuju se dvije opcije:

a.) zavarena okvirna struktura napravljena od čeličnih profila, s 40x40 longitudinalnim gredama rastavljenih na udubine u trapezoidnoj valovitoj šari (Slika 56).



Slika 56: Krovna penetracija upotunjena čeličnim pravokutnim okvirom

b.) Lagana tankozidna čelična okvirna struktura izrađena od C-profila, instaliranih između longitudinalnih sljemenjača, spojenih vijcima za lim (Slika 57).



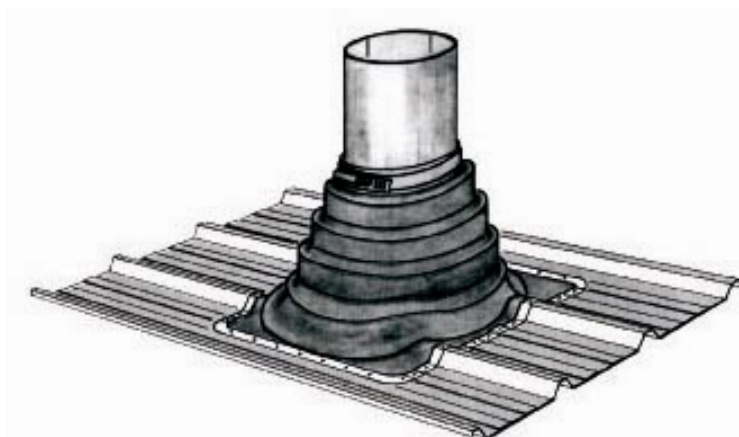
Slika 57: Okvir otvora izrađen od laganog C-profila.

### 3.1.4.3. Oštrenje penetracija prorezanih krovova prekrivenih valovitom pločom

Potrebna je specijalna, netradicionalna metoda zato što žlijeb udubine ili valovite šare valovite ploče moraju biti hermetički zatvoreni zbog sprečavanja prodiranja oborina.

- Pod mora biti oblikovan tako da omogućuje savršeno poklapanje s geometrijom valovite ploče na mjestu spajanja s krovom. Poseban oblik mora biti umetnut između valovitih ploča, kako bi omogućio potreban preklop. Ovaj se proces preporučuje u slučaju velikih svjetlarnih kupola ili pravokutnih prozora iznad vrata smještenih paralelno sa sljemenom.

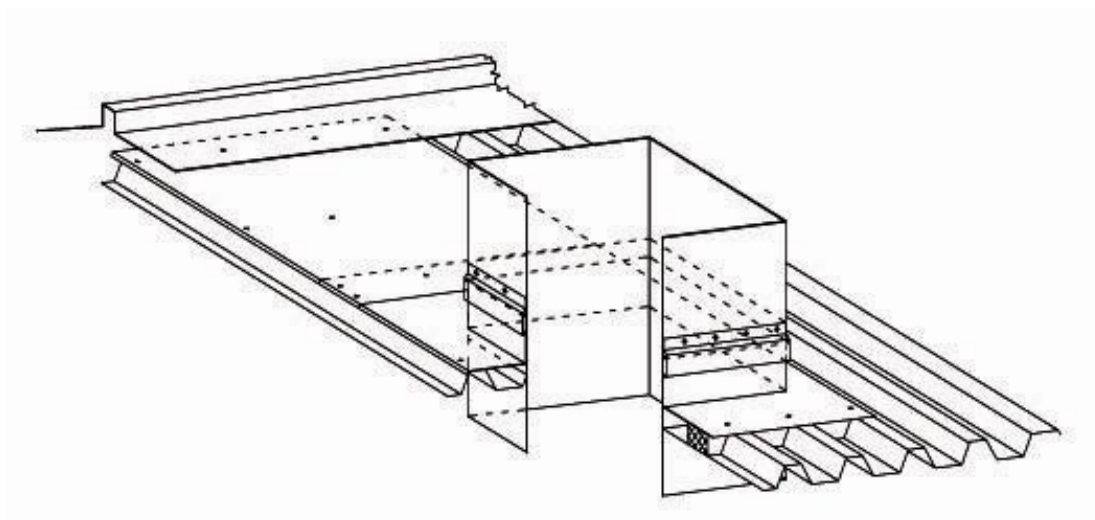
- U slučaju cirkularnih penetracija ( $\varnothing$  3 do 660 mm), guma ispod može se upotrijebiti za pripremu napredne i jednostavne vodootporne poprečne užlijebljene grede koja se poklapa s bilo kojom profilom valovite ploče (Slika 58).



Slika 58: Obrada penetracije cirkularnog krova

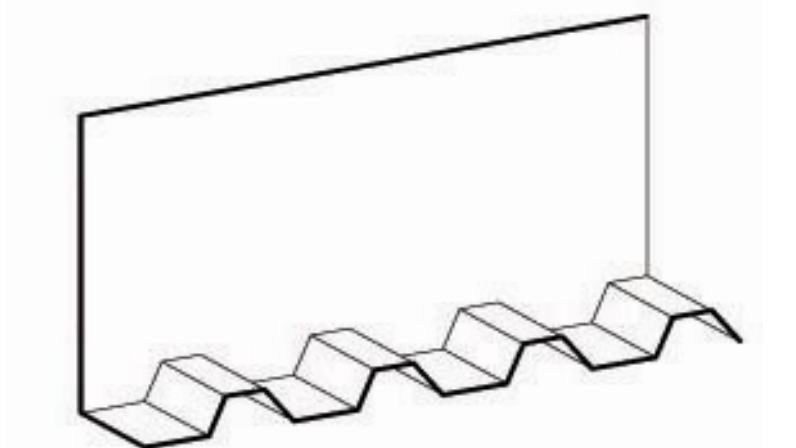


- Pravokutne krovne penetracije će se zatvoriti umetanjem svijenih rubova metalnih ploča, kao što je prikazano na slici, i prekrivanjem žlijeba valovite šare do sljemena krova.
- Ukoliko je krovna penetracija u blizini strehe, rubovi poda bi trebali biti umetnuti ispod trapezoidne valovite ploče. U tom slučaju, ravni pločni pokrov mora biti položen na drvene daske kako bi bio smješten između otvora i strehe.



*Slika 59: Zatvor pravokutne krovne penetracije*

- Oštrenje krovne penetracije, bez zatvaranja profila, koristeći specijalno dizajnirani profil ploče.



*Slika 60: Podna greda, upotpunjena spojnim profiliranim rubom.*

### 3.1.5. Drenaža oborina s krova

Krov mora biti izgrađen pod posebnim kutom, kako bi bila omogućena drenaža oborina u svim mogućim okolnostima. Kut mora biti određen kao funkcija određene svrhe, odabranih materijala i reda slojeva.

- Kišnica će biti drenirana izvan zgrade, u slučaju jednodijelnog toplog krova ili dvodijelnog hladnog krova.
- Minimalni nagib žljebova strehe: 5 ‰.
- Minimalni nagib uvala: 1 ‰.

#### 3.1.5.1. Odabir veličine komponenti žlijeba strehe utemeljen na MSZ 04-134 (mađarski standard)

Žlijeb strehe

Površina galerija (m <sup>2</sup> )	Promjer polukružnog žlijeba strehe (mm)
- 125	160
126 – 160	180
161 - 196	200

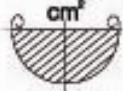
Oluk

Vodoravna podna površina krova (m <sup>2</sup> )	Promjer oluka (mm)
-25	50
26 – 35	60
36 – 48	70
49 – 63	80
64 – 100	100
101 - 192	125
193 – 277	150
278 – 377	175
378 - 495	200

**3. Krovne i zidne obloge**

**Dimenzioniranje polukružnog žlijeba strehe, prema MSZ 7936/1 (mađarski standard)**

Najveća površina (m<sup>2</sup>) dopustiva za dizajn drenaže vidljiva je u sljedećoj tabeli, a odnosi se na horizontalnu projekciju krovne površine koju zahvaća voda, u funkciji krovnog nagiba:

Vodoravna projekcija krovne površine (m <sup>2</sup> )			Kategorija veličine najmanjeg kružnog žlijeba strehe za primjenu	Presjek žlijeba koji se može uzeti u obzir (cm <sup>2</sup> ) 
< 7°	Između 7° and 45°	> 45°		
59	52	41	25	47
125	111	100	33	100
178	158	142	40	226
283	251	226	50	226

Dimenzije oluka (MSZ 7941/1 mađarski standard) moraju biti određene da omoguće potrebno poklapanje s presjekom žlijeba. Žlijeb strehe treba biti nagnut prema vertikalnom oluku za 3 do 5 ‰.

**MSZ 7941/1 (mađarski standard)**

Preporučeni presjek kružnog oluka, u skladu s horizontalom projekciju krovne površine zahvaćene vodom.

Nagib krova	Preporučeni olučna sekcija, min.
$\alpha \leq 7^\circ$	0,7 cm <sup>2</sup> / m <sup>2</sup>
$7^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$	0,8 cm <sup>2</sup> / m <sup>2</sup>
$45^\circ < \alpha$	0,9 cm <sup>2</sup> / m <sup>2</sup>

**MSZ 7942/1 (mađarski standard)**

Preporučeni presjek pravokutnog oluka, u skladu s horizontalnom projekcijom krovne površine zahvaćene vodom.

Nagib krova	Preporučena olučna sekcija, min.
$\alpha \leq 7^\circ$	0,8 cm <sup>2</sup> / m <sup>2</sup>
$7^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$	0,9 cm <sup>2</sup> / m <sup>2</sup>
$45^\circ < \alpha$	1,0 cm <sup>2</sup> / m <sup>2</sup>

Krov s horizontalno projektiranom površinom većom od 300 m<sup>2</sup> treba imati jednostruki oluk samo u iznimnim slučajevima. U slučaju limenih pokrova strehe za prema unutra nagnute krovove, svaka izdvojena krovna sekcija mora imati jednu odvodnu cijev i jednu odvodnu kutiju. Oluk mora imati 1 cm<sup>2</sup> presjeka za svaki kvadratni metar krovne površine zahvaćen vodom, kako bi omogućio sigurnu drenažu oborina.

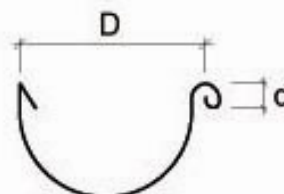
**3.1.5.2. Sustav žlijebova strehe**

Komponente sustava su izrađene od 0.6 mm debele plastikom presvučene galvanizirane metalne ploče, koja je na tržištu dostupna u 6 standardnih i 3 posebne boje. Komponente sustava su spojene mehanički, tj. nije potrebno lemljenje. Na temelju prethodnih tablica, najprikladnija veličina može se izabrati između sljedećih standardnih komponenti:

Polukružni žlijeb strehe + držač žlijeba, K11.

Veličina(mm)	D	d
125	123	17
150	155	17
190	192	22

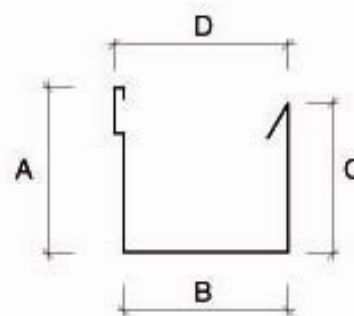
L (dužina) = 4 i 6 metara



Pravokutni žlijeb strehe + spojni držač, REK05

	A	B	C
D=136 mm	90	110	101

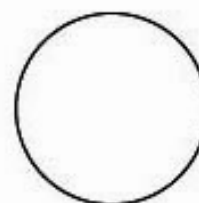
L = 4 m



Kružni oluk + držač cijevi, SVHA

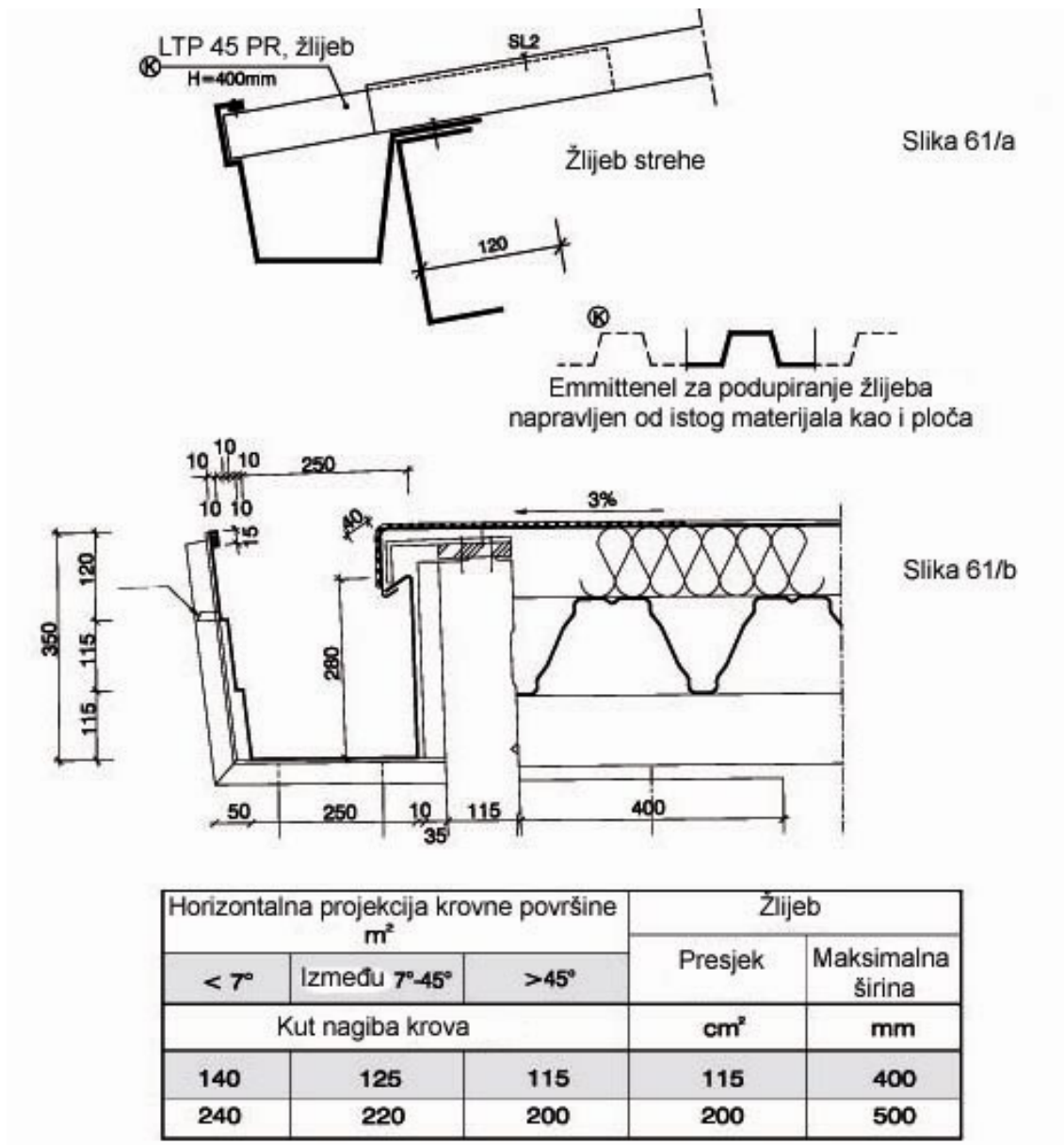
D = 87 mm
D = 100 mm
D = 120 mm

L = 3 i 5 m



### 3. Krovne i zidne obloge

Ukoliko dostupni izbor veličina i boja ne udovoljava trenutnoj potražnji, mogu se odabrati sljedeće verzije presvučenih ploča (Slika 61).



Radi sprečavanja oštećenja zbog snijega i leda, trebali bi biti promotreni sljedeći aspekti za vrijeme dizajniranja sustava žlijeb strehe:

- Sustav štitnika za snijeg
- Mogućnost upotrebe zagrijane žice

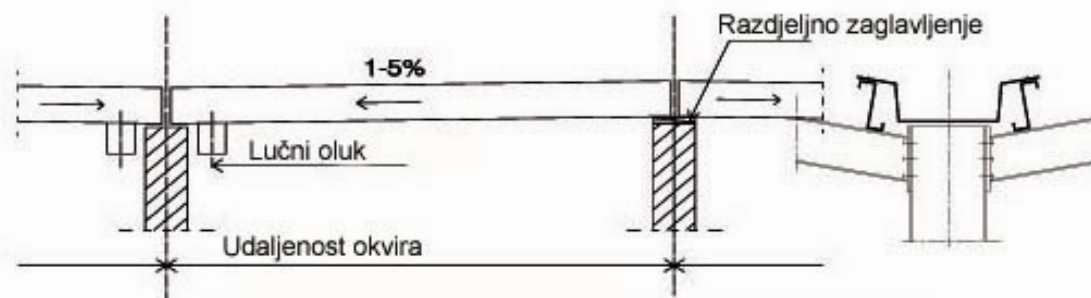
**3.1.5.3. Aspekti dizajniranja žlijebova uvale u slučaju krovova izrađenih od trapezoidne ploče**

Žlijeb udubine mora biti inkorporiran iznad posredničkih stupova višenagibnih prostorija zgrade, kako bi omogućio drenažu prirodnih oborina.

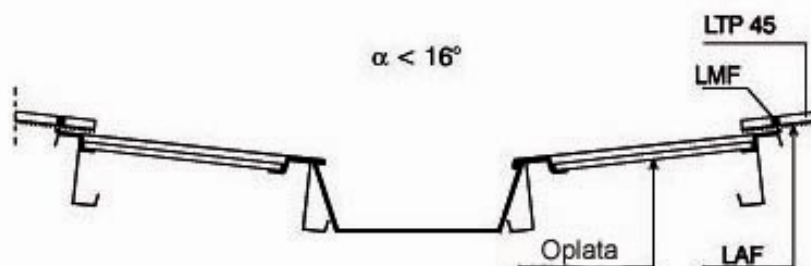
Žlijeb strehe izrađen od 3 mm debele normalne čelične ploče može podržavati teret koji se diže između susjednih udubljenja. Tip zaštite površine može se izabrati iz sljedećih mogućnosti:

- galvaniziranje
- Primarni sloj + zavariva bitumenska ploča
- Nanos dvaju slojeva boje „katepox“ (agresivan odmašćujući spoj)
- Dodatni unutrašnji sloj od ploče cinka

U slučaju dugih prostorija ili ako se zavarivanje mora napraviti na licu mjesta, komponente žlijeba strehe zatvorene na oba kraja i opskrbljene s lučnim olukom cijevi trebale bi biti proizvedene u tvornici, kako bi se izbjegla redukcija efektivnog presjeka zbog oblikovanja nagiba žlijeba (Slika 62). Dužina komponenti je identična udaljenosti između okvirnih stupova (ukupno 6 metara) i može biti podignuta uvis i smještena na podupirače koje je prethodno postavila dizalica.



Slika 62: Shematski crtež instalacije žlijeba uvale



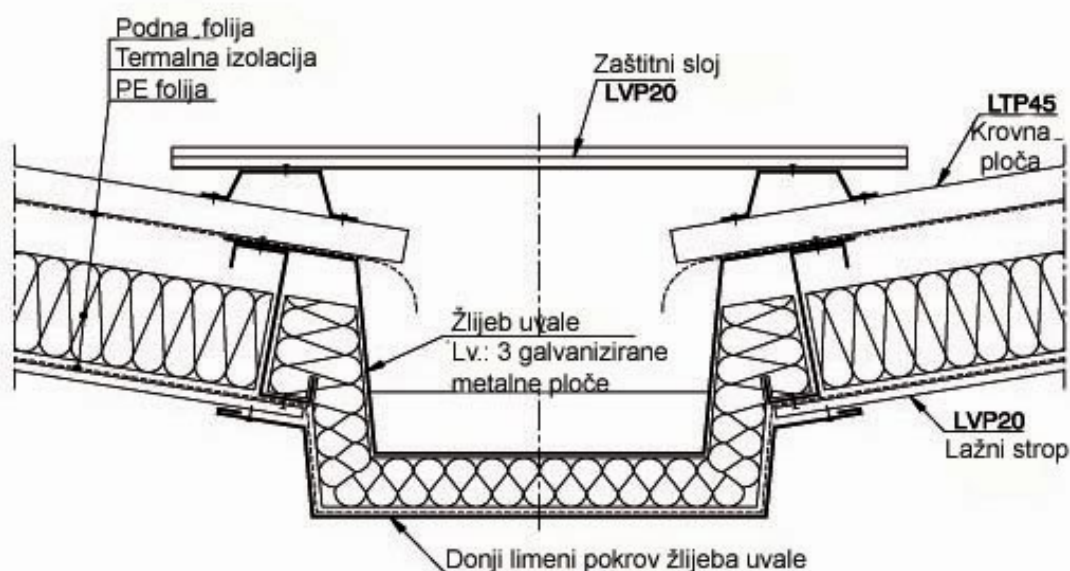
Slika 63: Presjek žlijeba uvale

### 3. Krovne i zidne obloge

Kako bi se osigurala efikasna ventilacija krova, rebra trapezoidnih valovitih ploča pričvršćena za uvalu ne smiju biti zatvorena hermetički. Kako bi se niski krov učinio što otpornijim na kišu, uvala mora biti pokrivena ravnim pokrovom postavljenim na daske učvršćene za sljemenjače koje su poredane duž obiju strana uvale (Slika 64).

Aдекватna ventilacija dvostrukog krova grijanih prostorija važna je i ljeti i zimi, zbog opasnosti od kondenzacije. Ako je prostor oblikovan trapezoidnim pločama, tj. ako je prolaz za ventilacijski zrak zatrpan snijegom, prevencija potrebne cirkulacije zraka kroz sandwich-ploče, znatno povećava opasnost od magle i kondenzacije pare. Kako bi izbjegli takve situacije, preporučuje se upotreba sljedećih metoda ili njihovih kombinacija:

- Upotreba grijaćih kabela u žlijebu uvale;
- Izrada zaštitnog pokrova iznad uvale (Slika 64);
- Podizanje štitnika za snijeg s obiju strana.



Slika 64: Zaštitni pokrov iznad toplinski izoliranog žlijeba uvale

**3.1.6. Svjetlarni sustav**

**3.1.6.1. Transparentna trapezoidna valovita traka**

Ova krovna ploča ne propušta svjetlo (transparentna) i ima profilnu geometriju identičnu onoj standardnih krovnih trapezoidnih metalnih ploča (LTP45 i LTP20).

Materijal: staklena vuna pojačana poliesterom (specifična gustoća: 450 g/m<sup>2</sup>)

Upotreba: učvršćena ploča koja ne propušta svjetlo, umetnuta na mjesta kao traka

Prednosti:







- Laka instalacija se može svrstati u kategoriju trapezoidnih traka identičnog ili sličnog profila,
- Otporna na UV zrake,
- 85% nepropusnosti zraka, prozirnost,
- Temperaturni raspon primjenjivosti :od -40 °C do +130 °C,
- Klasifikacija otpornosti na vatru: „otpornost na kapanje u plamenu”

Faktori prijenosa topline:

- u jednom sloju:  $k = 5.5 \text{ W/m}^2\text{K}^\circ$

- u dva sloja:  $k = 2.8 \text{ W/m}^2\text{K}^\circ$

Teretne vrijednosti, s obzirom na L/45 granicu odstupanja (u kN/m<sup>2</sup>)

Tip profila ploče	Tip potpore	Teret (kN/m <sup>2</sup> )									
		0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00
Maksimalni dopušteni raspon (m)											
20		1,09	0,99	0,92	0,87	0,82	0,79	0,76	0,73	0,71	0,69
		1,46	1,33	1,23	1,16	1,10	1,05	1,01	0,98	0,95	0,92
		1,34	1,22	1,14	1,07	1,02	0,97	0,93	0,90	0,87	0,85
45		1,82	1,65	1,53	1,44	1,37	1,31	1,26	1,22	1,18	1,14
		2,43	2,21	2,05	1,93	1,83	1,76	1,69	1,63	1,58	1,53
		2,24	2,04	1,89	1,78	1,69	1,62	1,56	1,50	1,46	1,41

Lindabov proizvodni program uključuje dvije standardne dužine (tj. 3,000 i 4,500 mm), ali također se mogu isporučiti i druge dužine.



### Aspekti dizajniranja

- Umetanje velikih trajnih svjetlarnih ploča poboljšava prirodno osvjtljenje prostora unutar prostorije. Međutim, ono podrazumijeva nepoželjnu popratnu pojavu: zbog slabije moći izolacije, mora biti zadovoljen dodatni energetska zahtjev grijanja prostora zimi a unutrašnji zrak je pretopao ljeti zbog „efekta staklenika“.

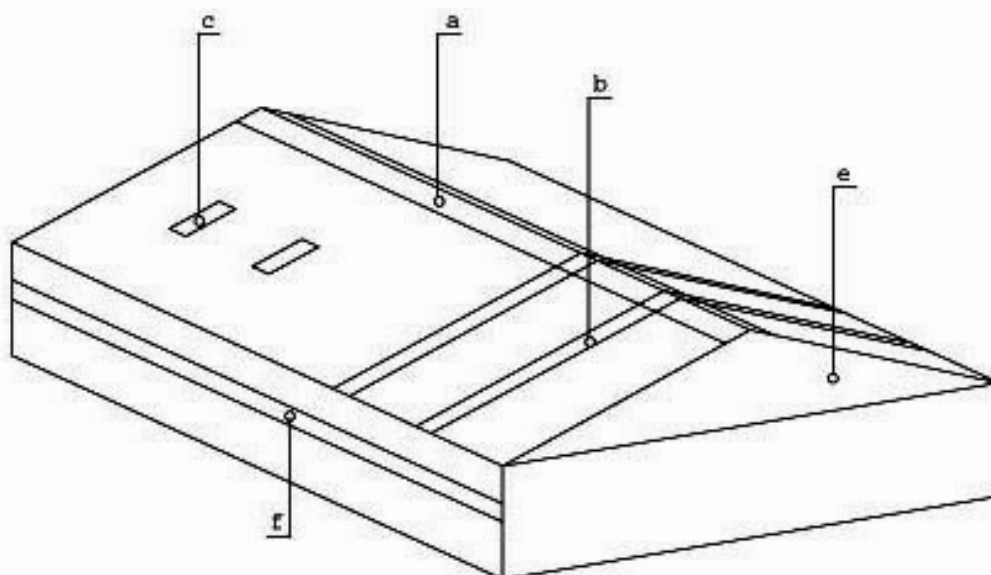
- Pažljivo dizajniranje može ublažiti gornje nedostatke. Sljedeće metode su se pokazale kao učinkovite i stoga se preporučuju:

a., umetanje od 1.2 do 2.4 metara široke longitudinalne prozirne trake između sljemenjaca duž sljemena krova,

b., umetanje 0.9 metara širokih prozirnih trapa u svaki okvirni prostor, okomito u odnosu na sljeme (približno 6 metara dužine),

c., umetanje od 0.9 do 2.4 metara širokih prozirnih ploča,

d., bilo koja kombinacija navedenih metoda.



- Umetanje prozirne ploče u zabat krajnjih zidova (e) ili u obloge fasade (f) može umanjiti gore navedene nepovoljne popratne pojave i pridonijeti daljnjem poboljšanju prirodnog osvjtljenja.

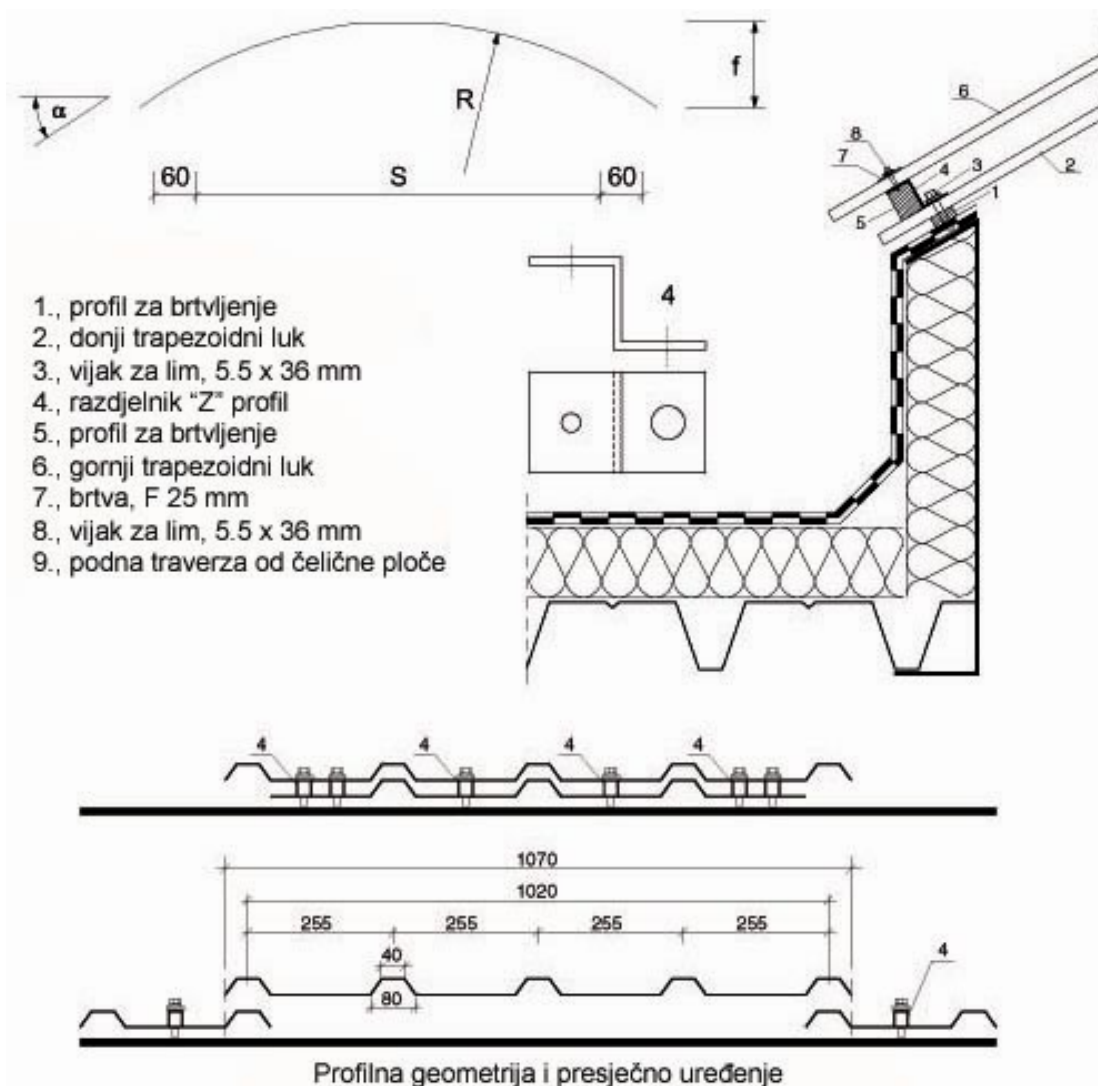
- Neželjene posljedice mogu se izbjeći a velike i visokokvalitetne svjetlarne površine izraditi umetanjem višefunkcionalnog bačvastog svoda ili svjetlarne kupole.

### **Svijena transparentna trapezoidno profilirana traka**

Osim ravnih prozirnih ploča trapezoidnog profila, sustav LINDAB pruža priliku za umetanje svijenih prozirnih ploča trapezoidnog profila. Verzija s „otvorivim vrhom“ pruža posebnu prednost.

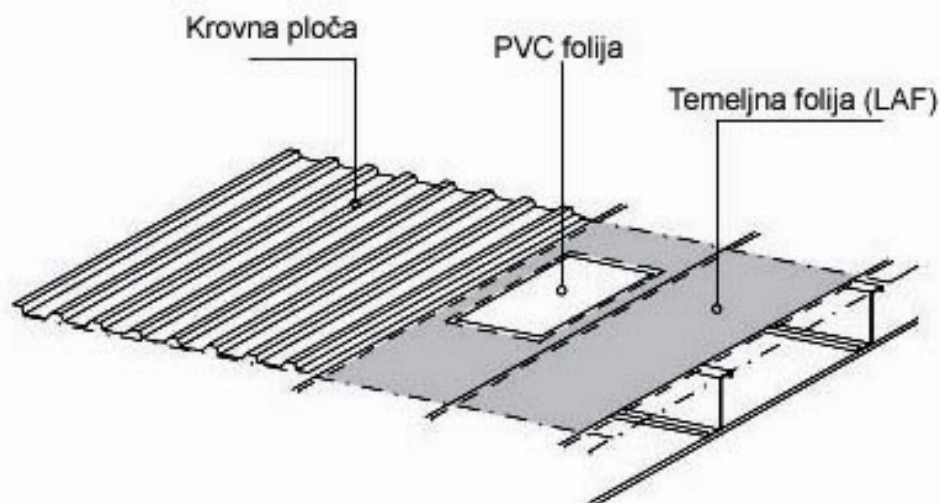
Područje primjene: traka svjetlarnika se pričvrsti za pod od čelične ploče koji strši izvan ravnine krova za približno 200 mm, kruži oko sljemena i daje sljedeće parametre:

S (mm)	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000
$\alpha$ (°)	10	15	20	25	30	35	40

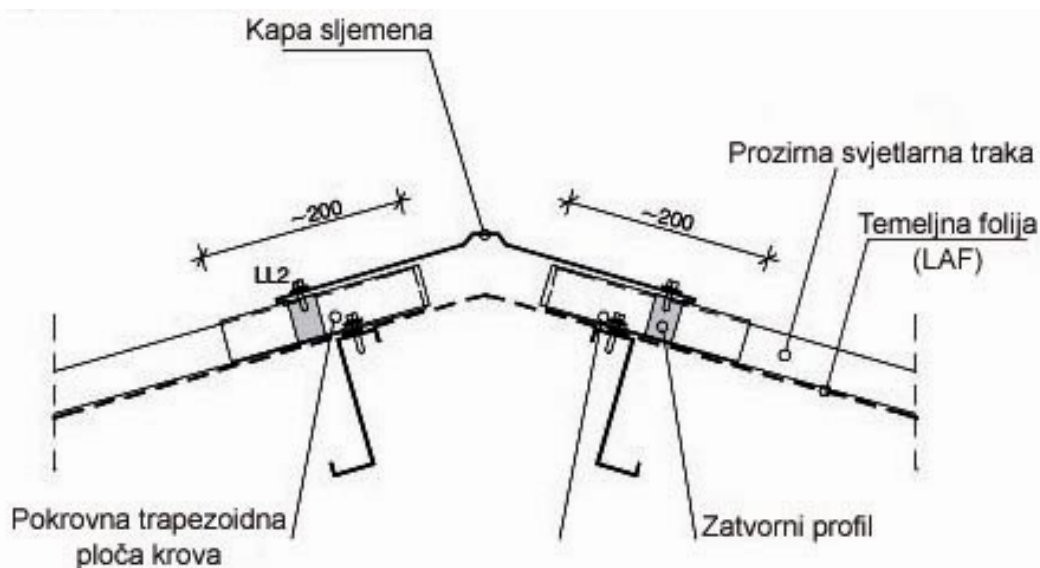


### Upute za primjenu tehnologije

- U slučaju toplinski izoliranih krovova od sandwich-ploča transparentnu podlogu mora se zamijeniti standardnom podnom podlogom gdje treba umetnuti svjetlarne ploče. Preklopni dio podloga mora biti hermetički zatvoren samoljepivom trakom, kako bi se osigurala odvojenost od ventiliranih slojeva iznad ovih podloga.



- Pokrovne limene ploče sljemena (ventilirane ili ne) ne smiju biti spojene izravno s transparentnim svjetlarnim pločama zato što pritisci na krovnu strukturu mogu slomiti učvršne vijke slobodne od plastičnih ploča. Kako bi se povećala sigurnost upotrebe, traka presvučene profilirane čelične ploče identične s tipom krovišne ploče se polaže duž linije sljemenače. Tada limeni pokrov može biti pouzdano pričvršćen za sljemenače pomoću LL2T vijaka za lim.



### 3.1.6.2. Svjetlo kupole

Svjetlarnici kupole se rade u verzijama s jednim, dva ili tri sloja akrila ili polikarbonata; mogu biti u pomične, piramidalne ili nazubljene. Mogu imati fiksni ili otvorivi vrh; mogu se upotrebljavati za ventiliranje, za bolje osvjetljenje prostora, za širenje topline ili ispuštanje dima i mogu se otvarati/zatvarati ručno, ili uz pomoć električnog motora, komprimiranog zraka ili komprimiranog plina.

Pod je izrađen od staklenih vlakana pojačanih poliestrom (uz poseban zahtjev, može biti napravljen od aluminija ili galvaniziranog čelika, a u oba slučaja je omogućena toplinska izolacija). Visina mu može biti 15 ili 30 cm (u slučaju verzije opremljene lepezom:  $m = 50$  cm). Dostavlja se kompletan s montažnim okvirom, prilagođen i ravnim krovovima i krovovima napravljenima od tvrdih valovitih ploča.

Tipovi podloge



Spojevi s krovnom površinom



Daljnje karakteristike:

Metode otvaranja:

- ručno (zupčanica, uz upotrebu 1, 2 ili 3 metra duge šipke za otvaranje)
- električnim motorom (uključujući ugrađeni prekidač, razvodnu ploču s kontrolnim svjetlima)
- komprimiranim zrakom (pneumatični radni cilindar; kompresori različitog outputa)

Metoda kontrole:

- prilagodljiva visina otvaranja
- kontrola električnih motora
- indikatori za registraciju vjetra i kiše

Materijali:

- slojevi kupole: akril, polikarbonat
- okvir kupole: lagani metal
- podloga: galvanizirani čelik ili aluminij; nezapaljiva verzija sastoji se od čeličnih vlakana ojačanih poliestrom ispunjenim poliuretanskom tvrdom pjenom, zajedno s obodnom bazom opremljenom umetnutom pločom
- pojačanje: kvalitetni čelik
- kuke koje se upotrebljavaju za fiksiranje slojeva kupole: staklena vlakna pojačana plastikom
- stršeći kraci: cinkom presvučeni, galvanizirani čelik
- sjene: tkana mreža napravljena od plastičnih vlakana.

Dodaci, dodatna oprema:

- detektori kiše, senzori vjetra, temperaturni senzori/termometri, sjene, dodatni slojevi kupole, oprema koja se upotrebljava kao otvori, detektori vatre ili dima.

Vanjski detalji:

- mogu biti uključeni i u ravne i u nagnute krovove.
- oblik rubova (ravni rub s dodatkom za skretanje vode, napravljen od kvalitetnog čelika otpornog na koroziju)
- standardne boje (neprozirne, bistre; na zahtjev posebne boje)

Kapacitet nosivog tereta:

- 0.8 kN/m<sup>2</sup>: snijeg i vjetar

Mehanička obilježja:

- otporan na trenje, grebanje i udarce.

Gorivost:

- Klasa B1 ili B2, prema DIN 4102 (sporo ili srednje gorenje)

Vlažnost:

- Dozvoljena maksimalna vlažnost 100% bez deformacije

Faktor transmisije topline:

- B1 ili B2, prema DIN 4102
- $K = 2.25 \text{ W/m}^2\text{K}^\circ$ , prema DIN 4108

Otpornost na toplinu:

- Između  $-40^\circ\text{C}$  i  $+80^\circ\text{C}$

Propusnost svjetla:

- 78%

Električna snaga:

- 220 V / 50 Hz, 60 W (zaštita od šoka: IP 44, prema DIN 40050)

Traženi protok zraka:

- 750 m<sup>3</sup>/h, na atmosferskom tlaku

Čišćenje:

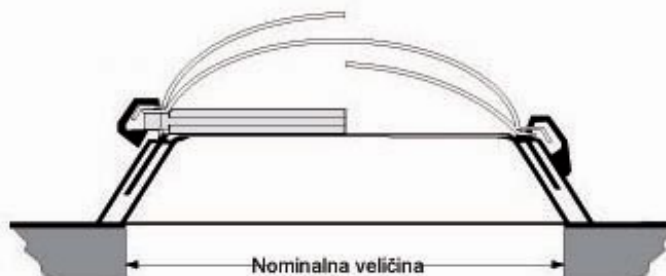
- može se primijeniti samočišćenje ili tekući deterdžent neutralnog kemijskog učinka

Popravak, zamjena:

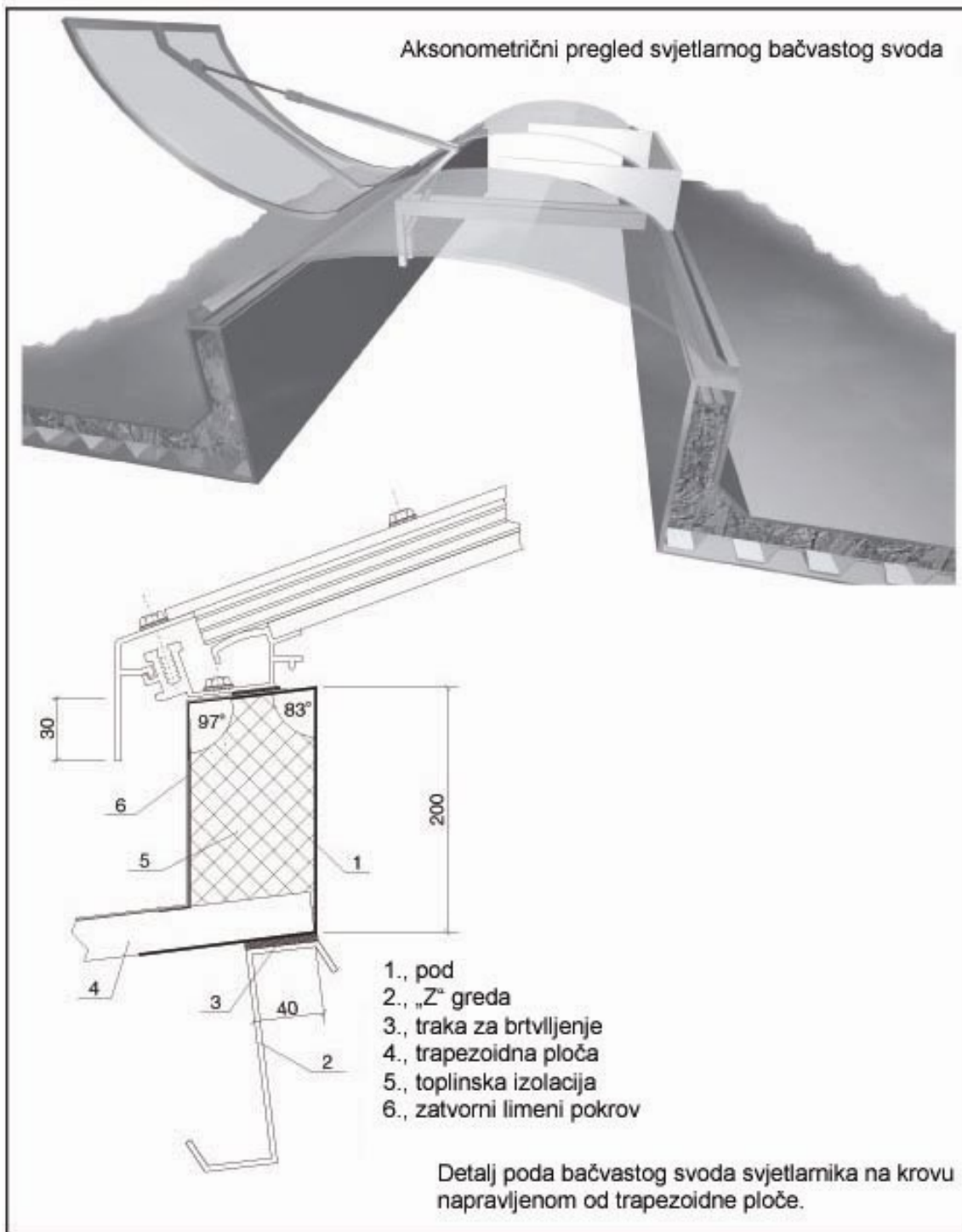
- kupole se mogu zamijeniti, dijelovi su izmjenjivi; otvorivi vrh kupole može se zamijeniti fiksnom verzijom

Montiranje, instalacija:

- nakon narudžbe može se montirati dodatni sloj.



Nominalna veličina cm x cm	Veličina površine koja prima svjetlo, m <sup>2</sup>	Težina kupole s dvostrukim slojem		Težina poda (kg)	
		fiksna	otvorna	15 cm	30 cm
50 x 100	0,24	2,6	5,5	9,8	13,4
50 x 150	0,39	3,9	7,5	12,4	16,9
60 x 60	0,16	1,8	4,2	7,7	10,5
60 x 90	0,28	2,9	5,8	9,7	13,2
80 x 80	0,36	3,4	6,4	10,0	13,6
90 x 90	0,49	4,4	7,7	11,1	15,1
90 x 120	0,70	5,9	9,7	13,6	18,5
100 x 100	0,64	5,5	9,1	12,1	16,7
100 x 150	1,04	10,0	14,4	14,5	19,6
100 x 200	1,44	13,5	18,4	17,4	23,6
100 x 250	1,84	16,6	22,8	20,3	27,7
100 x 300	2,24	20,5	27,7	23,3	31,6
120 x 120	1,00	9,7	13,9	13,9	18,8
120 x 150	1,30	12,1	16,8	15,1	20,5
120 x 180	1,60	14,7	20,2	17,3	23,4
120 x 240	2,20	19,7	26,1	20,6	27,8
120 x 270	2,50	22,3	29,4	23,4	31,7
125 x 125	1,10	10,5	14,9	14,1	19,1
125 x 250	2,42	21,5	28,1	21,4	29,0
150 x 150	1,69	17,8	23,6	18,2	25,3
150 x 180	2,08	18,6	24,5	19,9	27,8
150 x 210	2,47	21,7	28,1	20,6	28,4
150 x 240	2,86	24,9	31,8	23,1	31,3
150 x 250	2,99	26,0	33,0	23,3	31,6
150 x 270	3,25	28,2	35,7	25,0	33,8
180 x 180	2,58	22,4	28,6	22,5	30,4
180 x 240	3,52	30,2	37,5	25,8	35,0
180 x 250	3,68	31,5	39,1	26,4	35,8
180 x 270	4,00	34,1	42,2	27,4	37,1
200 x 200	3,24	36,8	33,5	23,4	31,6



### 3.1.6.3. Lindab Topline svjetlarna traka bačvastog svoda

#### Upotreba:

Svjetlarne ploče omogućuju osvjetljenje optimalno intenzivne distribucije u prostorijama izrađenima u različite svrhe i radni prostor u njima. Samo prozori osiguravaju efikasno dnevno osvjetljenje unutar prostorija većeg raspona.

U određenim slučajevima, svjetlarni sustav uključuje visokoeffikasni gravitacijski ventilacijski sustav, krovnu ventilacijsku strukturu koja se, ukoliko se kombinira sa sensorima topline i dima, može instalirati kao automatski otklanjač dima.

#### Materijali:

Celularni polikarbonat; raznolikost boja: neprozirne, bistre i brončane.

10 mm 72% transmisija svjetla,  $R_{\min}=150$  cm,  $k=3,1$  W/m<sup>2</sup>K

16 mm 56% transmisija svjetla,  $R_{\min}=240$  cm,  $k=2,4$  W/m<sup>2</sup>K

#### Svijetli luk svjetlarnog svoda (ukupna dimenzija poda)

I. 140-170 cm, dužina zavoja < 190 cm

II. 170-230 cm, dužina zavoja < 253 cm

III. 230-300 cm, dužina zavoja < 340  
cm

Efektivna širina ploče: 98 cm - sekvencijalna longitudinalna udaljenost (tj. razmak profila) = 100 cm

- opcija: 16 mm debele ploče od polikarbonata:  $k = 2.1$  W/m<sup>2</sup>K°

#### Aluminijski profili:

- prirodna boja (površina pošpricana prahom, na posebni zahtjev)
- sustav samonosivih profila, do 3 m luk
- najmanji inicijalni kut zavoja: 30°
- prozori se mogu otvarati preko cijelog luka
- udaljenost između prvog i posljednjeg svijenog profila bačvastog svoda je već za 2 cm veća nego duljina ukupne dimenzije poda.

#### Dodatni materijali:

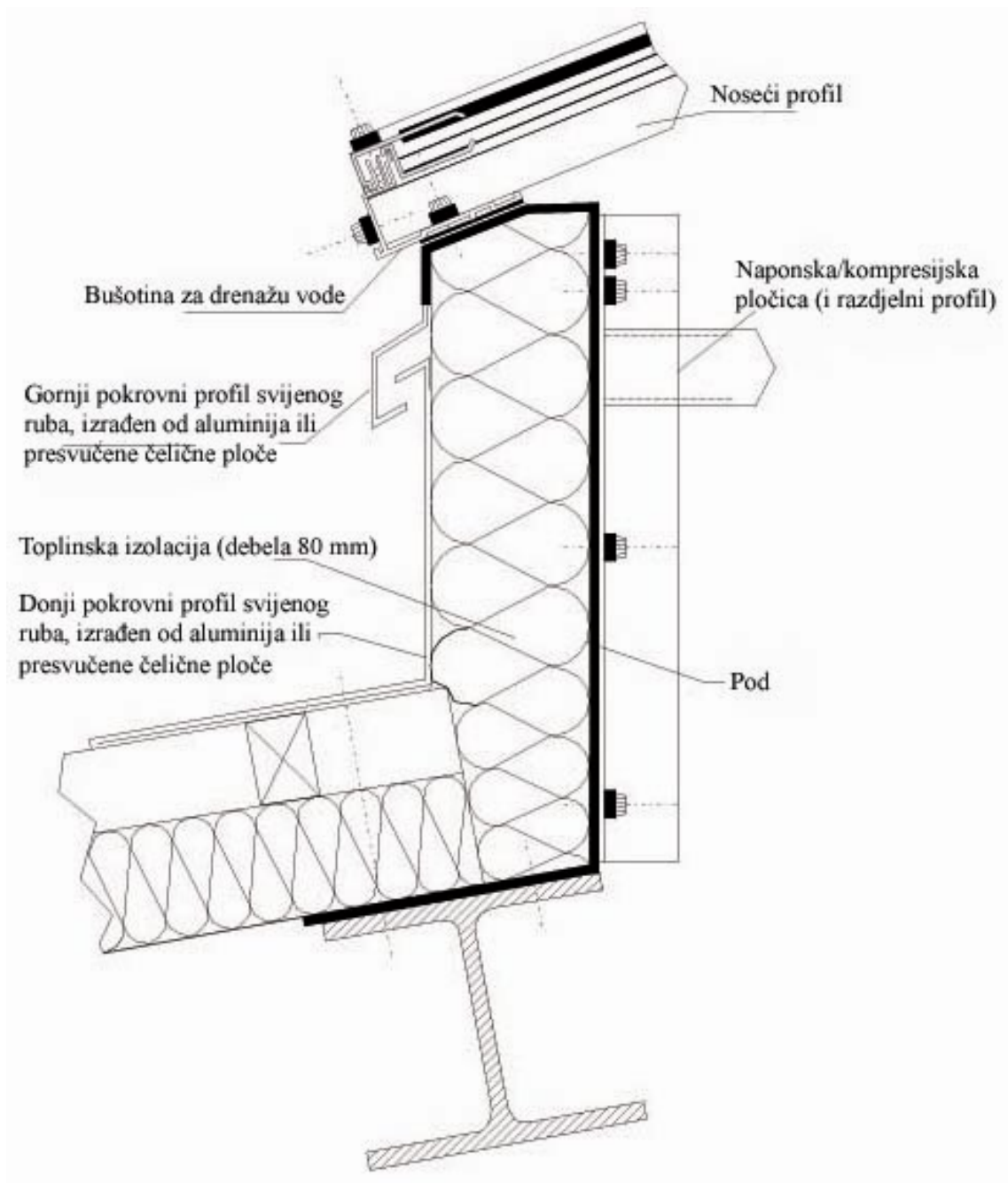
- samoljepive aluminijske trake koje propuštaju vlagu i koriste se za hermetičko zatvaranje ćelija od polikarbonata
- silikon, pakiran u tube
- vijci za drvo

#### Strukturalni opis:

Lindab Topline krovni prozori sastoje se od ukrug svijenih, troslojnih ploča od celularnog polikarbonata. Vanjski oklop se proizvodi koekstruzijom, kako bi se poboljšao otpor na ultraljubičasto zračenje. Ploče od polikarbonata su neprozirne bijele boje, kako bi se smanjio utjecaj topline. Do veličine od 6 metara, aluminijsko kućište se montira na samodržeci pod izrađen od 2 mm debele galvanizirane čelične ploče specijalno dizajnirane da pristaje Lindabovim montažnim krovovima koristeći trapezoidne valovite ploče (Slika 65).

#### Daljnja karakteristična obilježja:

- otpornost na udar (npr. kamenja bačena na ploče od polikarbonata)
- otpor na snježni teret, do 2.0 kN/m<sup>2</sup>, i vjetar jakosti do 1.62 kN/m<sup>2</sup>
- otpornost na plamen: klasa B2, tj. spora gorivost.



Slika 65: Pod prozora na bačvastom svodu, montiranog na krov od sandwich-ploče



### 3.1.7. Zaštita od groma

Uloga zaštite od groma je osigurati da grom udari specijalnu strukturu napravljenu od metala a na građevinu i da odvede struju u zemlju.

Sljedeći se faktori moraju uzeti u obzir za vrijeme dimenzioniranja zaštite od groma: namjeravana upotreba, učestalost upotrebe i sigurnost od požara, klasifikacija zaštićene zgrade, strukture i reda slojeva krova, broj i spoj krovnih dijelova, visina i okolina zgrade, tip bočnih zidova i specifična otpornost tla. Ovi faktori utječu na klasifikaciju zaštite zgrade od groma (npr. R2-M4-T4-K3-S1). Na temelju takve klasifikacije i MSZ 274 mađarskoga standarda, dizajnerski inženjer može uspostaviti karakteristike zaštitnog sustava od groma, npr. V3c-L4a-F3/r-n, gdje se šifre "V", "L", "F" i "n" odnose na zahtjeve pogodne za prenaponske odvodnike, prenaponske ispražnjivače, elektrode zemlje i tip prikladnih materijala, navedenim redom.

Krovovi pokriveni metalnim pločama smatraju se posebnim slučajevima zato što mogu, u određenim okolnostima, djelovati kao prirodni prenaponski odvodnici, tako da bi instalacija posebnih odvodnika bila suvišna investicija (Naravno, montiranje prenaponskih odvodnika, zemljanih kabela i elektroda ne smije se zanemariti čak ni u ovim slučajevima!). Materijal i debljina metalnih obloga/krova odredit će da li jednostavnije metode udovoljavaju zahtjevima ili ne. Očito, metalne ploče se ne smiju trpiti jer bi se inače neki nezapaljivi materijal ispod mogao zapaliti. Što je veća točka taljenja i obložnog materijala, to je tanja ploča koju treba odabrati kao materijal za obloge/pokrov.

Proizvodna tehnologija i strukturalni dizajn Lindabovih metalnih ploča omogućuju da površina tretirana čeličnim pločama čija je debljina 0.5 mm ili više bude upotrijebljena kao (prirodni) protektori svjetla budući da će plastični sloj ispariti gdje kanal groma pogodi površinu ali toplina nastala uslijed toga, s vjerojatnošću od 99%, neće moći rastaliti čeličnu ploču. Naravno, treba se riješiti struje groma. Postoji nekoliko mogućnosti, npr. ako su obloge/krovne ploče spojene s nekoliko (čeličnih) zakovica, struja će probušiti i rastopiti tanki plastični sloj, a onda će biti odvedena u zemlju metalnim pločama. Svaki predmet koji strši iznad krovne površine će se ponašati kao prirodni prenaponski odvodnik, ali za to treba osigurati spoj metal uz metal do krovnih ploča. U ovom slučaju, prirodni prenaponski odvodnik i vodiči za pražnjenje (izrađeni od galvaniziranog ravnog ili okrugle pločice) mogu se spojiti. Posebnu pažnju treba pokloniti spoju metal uz metal krovnog pokrova i metalnih vodiča i tome da su potonji čvrsti pričvršćeni uz zidove, itd. (zaštitna imena galvaniziranih čeličnih jedinica upotrijebljenih za zaštitu od groma: OBO, BETTERMANN, VILODENT, DEHN, itd.).

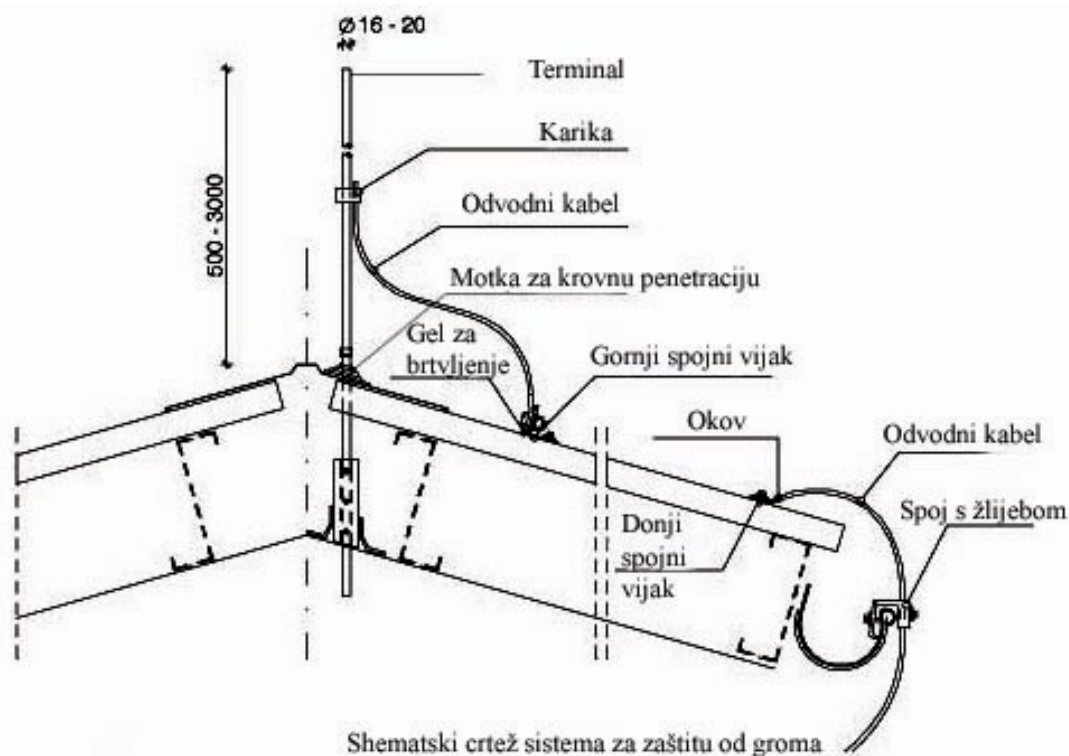
Posebnu brigu treba voditi kako bi se omogućilo čvrsto pričvršćivanje prenaponskih odvodnika budući da koncentrirana jakost struje prethodno distribuirane preko velikog prostora će proći kroz njih, što će rezultirati ogromnim električnim i mehaničkim teretom. Stoga strujna sabirnica mora biti fiksirana duž ove rute s najmanje 8 do 10 zakovica. Kako bi se izbjeglo oštećenje plastičnog sloja ploče i stoga korozija ploča, krov treba biti dobro opremljen gromobranima.

#### **Tanke ploče**

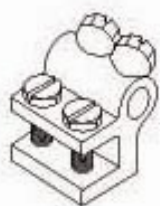
Lindabove ploče debele <0.5 mm ne mogu se upotrebljavati kao prirodni prenaponski odvodnici bez izlaganja opasnosti od taljenja. Stoga se mora instalirati zaštitni sustav koji će udovoljiti standardnim zahtjevima nakon što se odredi klasifikacija zaštite građevine od groma. Budući da relevantni standard specificira upotrebu "c" veličine klase (strši 50 cm) čija je implementacija relativno tegotna, stručnjak s posebnim iskustvom bi trebao biti pozvan da dizajnira verziju identične tehničke vrijednosti. Nikakav izuzetak od standardnih specifikacija više nije dozvoljen.

## 3. Oblaganje hala - zidovi

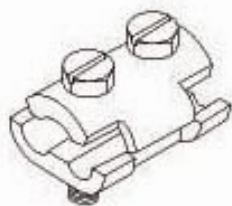
Za vrijeme selekcije odgovarajućih prenaponskih odvodnika trebalo bi prednost dati terminalima. Terminal (ili vrh) mora biti spojen za spojni kabel položen na i učvršćen za krovnu ploču i, napokon, za odvodne kabele. Upotreba najadekvatnije opreme za spajanje od posebne je važnosti. Naravno, metalne ploče obloga/krova mogu se spojiti i inkorporirati u sustav.



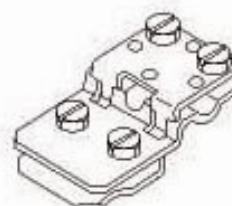
Shematski crtež sistema za zaštitu od groma



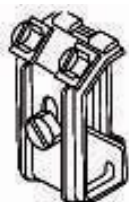
Univerzalni spoj oprema  
šifra: B1 (lijevanje)



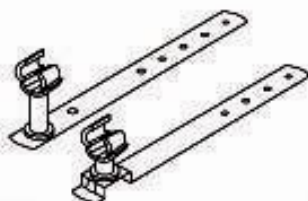
Paralelna spojna oprema  
šifra: K5



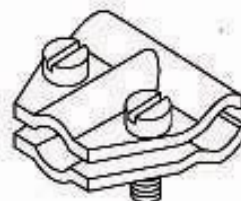
Univerzalno spajanje ploča  
šifra: B2



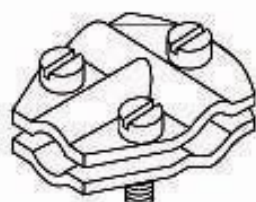
Spojna stezaljka za odvodnu motku; šifra broj: L1



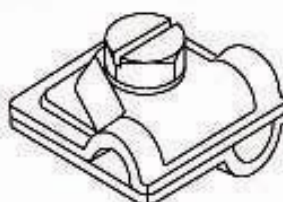
dio za odvodnju i spajanje, za netrajnu metalnu oblogu izrađenu od odvojenih elemenata; šifra broj: P1 (dug), P2 (kratak)



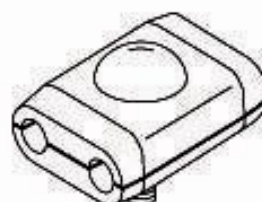
spojna stezaljka za odvodnu motku šifra: L1



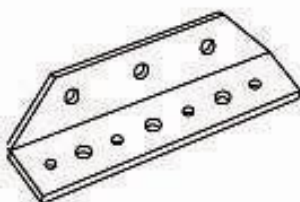
terminalna stezaljka pričvršćena pomoću 3 vijka; šifra broj: 21



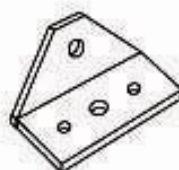
univerzalna spojna stezaljka; šifra broj: K1



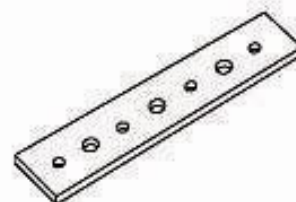
paralelna spojna oprema; šifra broj: K2 (lijevanje)



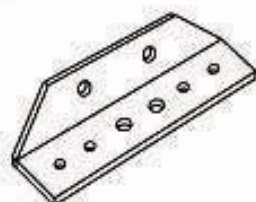
gornji spojni dio za pričvršćivanje terminala, za netrajne metalne obloge izrađene od odvojenih elemenata i SIN obloga; šifra: VF ...



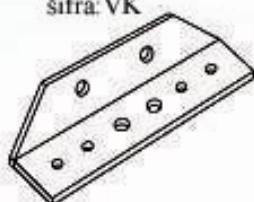
srednji spojni dio, za netrajne metalne obloge izrađene od odvojenih elemenata i SIN obloga; šifra: VK



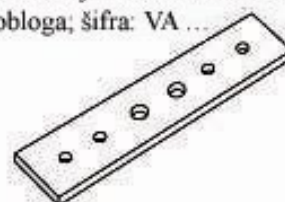
gornji spojni dio za pričvršćivanje kabela za odvodnju/uzemljenje, za netrajne metalne obloge izrađene od odvojenih elemenata i SIN obloga; šifra: VA ...



gornji spojni dio, za metalne obloge/krovove izrađene od LTP 85 trapezoidnih ploča šifra: VF LTP 85



srednji spojni dio, za metalne obloge/krovove izrađene od LTP 85 trapezoidnih ploča šifra: VK LTP 85/



donji spojni dio, za metalne obloge/krovove izrađene od LTP 85 trapezoidnih ploča; šifra: VA LTP 85

## 3. Oblaganje hala - zidovi

Oprema koji se upotrebljavaju za učvršćivanje krovnih ploča za sustav zaštite od groma rade se od 3 mm debelih galvaniziranih čeličnih profila.

Promjer rupe izdubene u armaturu prilagođava se dvjema različitim metodama učvršćivanja:

- u slučaju vijaka za drvo:  $\varnothing$  6.0 mm
- u slučaju zakovica:  $\varnothing$  4.1 mm

U oba slučaja, promjer bušotina potrebnih za spajanje uz sustav:  $\varnothing$  9 mm.

Duljina potrebna u slučaju različitih valovitih ploča (trapezoidnih i ostalih):

Šifra broj		
U slučaju vijaka za drvo	U slučaju zakovica	Dužina (mm)
VF LTP 20/6	VF LTP 20/4	370
VF LLP 20/6	VF LLP 20/4	335
VF LTP 45/6	VF LTP45/4	587
VF SIN/6	VF SIN/4	400
VF LTP 77/6	VF LTP 77/4	469
VK LTP 20/6	VK LTP 20/4	140
VK LLP 20/6	VK LLP 20/4	135
VK LTP 45/6	VK LTP 45/4	227
VK SIN/6	VK SIN/4	150
VK LTP 77/6	VK LTP 77/4	469
VA LTP 20/6	VA LTP 20/4	370
VA LLP 20/6	VA LLP 20/4	335
VA LTP 45/6	VA LTP45/4	587
VA SIN/6	VA SIN/4	400
VA LTP 77/6	VA LTP 77/4	469

### Instalacija

Montiranje sustava za zaštitu od groma uvijek počinje od dna prema gore, tj. zemljane elektrode su prve komponente koje se instaliraju. Treba promotriti dva aspekta za vrijeme posla koji treba obaviti na krovnim pločama: ultra-tanki plastična zaštitna podloga ne smije biti oštećena i treba izbjegavati sve materijale koji pri rukovanju izazivaju frikciju. Odgovarajuća zakovica i vijci za drvo od posebnog su značaja.

Galvanizirani čelični vodiči (okrugle ili ravne pločice ili žičani kabel) trebaju se prvenstveno upotrebljavati kao strukturalni materijal. Također spojne komponente trebaju biti od galvaniziranog čelika.

**3.1.8. Sigurnosni krovni sustav**

Lindabov sigurnosni krovni sustav sačinjava kompletan sustav napredne kvalitete proizvoda dizajniranih da povećaju sigurnost rada na krovovima. Glavne grupe proizvoda uključuju:

**1., Cjevasti štitnici za snijeg, snježne ograde**

Štitnici za snijeg i ograde namijenjeni su za zaštitu pješaka. Svaka javna institucija i druge prometne zgrade moraju imati takva sigurnosna sredstva. I štitnici i ograde za snijeg mogu spriječiti padanje velikih blokova smrznutog snijega i tako povećati sigurnost ljudi koji hodaju po ulici. Ove sprave mogu se upotrebljavati kombinirano, na primjer, dvostruki dizajn cijevi može dostajati oko perimetra krova ali trostruka verzija cijevi ili ograda za snijeg može biti potrebna iznad ulaza, kako bi se omogućila dodatna sigurnost. Ovi proizvodi ne kompromitiraju konzistenciju krovne strukture, a dostupno je također i više boja.

Maksimalni razmak između štitnika za snijeg i ograda za snijeg (mjereno duž krovne linije nagiba) specificiran je (u metrima) u sljedećoj tabeli (ovo je švedski standard):

Nagib krova	6°	10°	14°	18°	23°	27°	33°	38°	42°	45°	50°	55°	
Snježna zona kN/m <sup>2</sup>	1	60	36	27	19	14	11	10	12	14	17	25	53
	1.5	40	24	18	13	9	7	7	8	9	11	17	36
	2	30	18	13	9	7	5	5	6	7	8	13	27

Maksimalni razmak između potpornih držača prikazan je ispod:

Snježna zona kN/m <sup>2</sup>	1	1.5	2
Maksimalni predloženi razmak između nosača	1200	1100	1000

**2., Sigurnosna ograda**

Stežuci obruči i ograde montiraju se na niske i visoke krovove, tim redom. Oboje omogućuje veću sigurnost ljudima koji rade na krovu, nudeći karike za kojih mogu biti spojeni sigurnosna užad. Prije upotrebe, stežuci obruči i ograde podvrgavaju se dinamičnom testu tereta.

**3., Krovne i zidne ljestve**

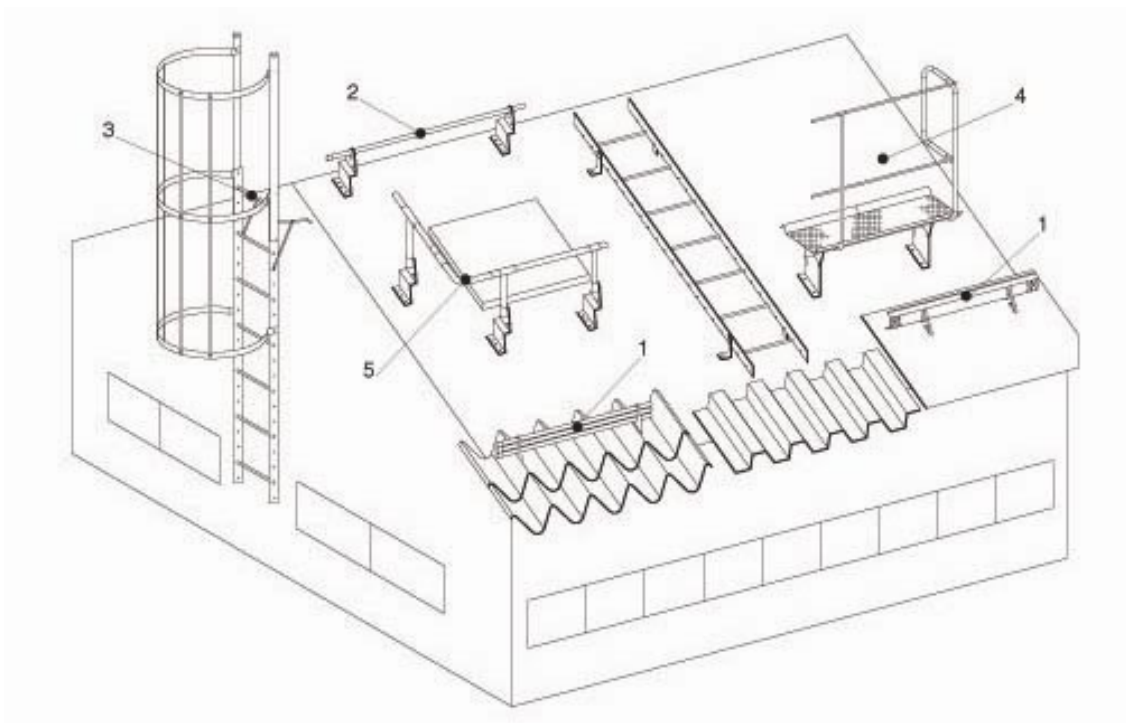
Osim što omogućuje siguran rad na krovu, sigurnosni pristup također treba biti osiguran. Lindabov sustav krovne sigurnosti uključuje spajanje ljestava svih tipova za zidove i krov. Raznolikost i svestranost sustava udovoljavaju čak i najstrožim zahtjevima.

### 4., Krovni prolazi

Krovni prolazi se instaliraju kako bi se omogućio siguran pristup bilo kojem dijelu krova. Osim što se upotrebljavaju čistači dimnjaka, prolazi nude vitalne hitne rute u slučaju požara. Prolazi se mogu naručiti s ili bez prečki za ruke.

### 5., Sigurnosna ograda

Unutrašnji prostori zgrada često su opremljeni prirodnim osvjetljenjem preko svjetlarnih ploča i prozora iznad vrata. Napadali snijeg pokriva cijeli krov, uključujući prozore na krovu. Hodajući po krovu, čovjek može zgaziti takav prozor i doživjeti nesreću. Sigurnosne ograde oko prozora iznad vrata omogućuju dodatnu sigurnost čak i u razdobljima velikih napada snijega.



### **Preporučeni vodič za korisnike kroz sustav komponenti**

Visina fasade: maksimalno 4 metra

Sloj protiv klizanja za samostojeće ljestve (BBR 8: 2421)

Sigurnosna ograda oko krovnih otvori i prozori na krovu (BBR 8: 2433)

> 6° nagib (1:10)

Fiksne krovne ljestve - staza oko dimnjaka (BBR 8: 2423)

Visina fasade: od 4 do 8 metara

> 6° nagib (1:10)

Karike za učvršćivanje sigurnosnog užeta (BBR 8: 2423)

Fiksne zidne ljestve ili ljestve s unutrašnjim pristupom (BBR 8: 2421)

Sigurnosna ograda oko krovnih otvori i prozor na krovu (BBR 8: 2433)

> 6° nagib (1:10)

Sigurnosna ograda za fiksiranje sigurnosnog užeta (BBR 8: 2421)

Fiksne zidne ljestve ili ljestve s unutrašnjim pristupom (BBR 8: 2421)

Sigurnosna ograda oko krovnih otvori i prozor na krovu (BBR 8: 2433)

Fiksne krovne ljestve/staza/prolaz – koje vode na dimnjak ili ograda ili mjesto koje je potrebno održavati (BBR 8: 2422, 8: 2423, 8: 2426)

Visina fasade: više od 8 metara

> 6° nagib (1:10)

Karike za fiksiranje sigurnosnog užeta (BBR 8: 2431)

Isključivo ljestve s unutrašnjim pristupom (BBR 8: 2421)

Sigurnosna ograda oko krovnih otvori i prozor na krovu (BBR 8: 2433)

> 6° do 14° nagib (1:10)

Karike za fiksiranje sigurnosnog užeta (BBR 8: 2431)

Isključivo ljestve s unutrašnjim pristupom (BBR 8: 2421)

Sigurnosna ograda oko krovnih otvori i prozor na krovu (BBR 8: 2433)

Fiksne krovne ljestve/staza/prolaz – koje vode na dimnjak ili ograda ili mjesto koje je potrebno održavati (BBR 8: 2422, 8: 2423, 8: 2426)

> 14° nagib (1:4)

Krovni prolaz oko cijele dužine ograde (BBR 8: 2422)

Isključivo ljestve s unutrašnjim pristupom (BBR 8: 2421)

Sigurnosna ograda oko krovnih otvori i prozor na krovu (BBR 8: 2433)

Fiksne krovne ljestve/staza/prolaz – koje vode na dimnjak ili ograda ili mjesto koje je potrebno održavati (BBR 8: 2422, 8: 2423, 8: 2426)

> 18° nagib (1:3)

Identično s gornjom >14° točkom i uključujući, uz to, prečke za noge duž donjeg ruba krovne plohe i presječne crte krovnih površina (BBR 8: 2432).

### 3.1.9. Umetanje prijelomnog krova u LINDAB strukturu

Prijelomna/otvorna krovna površina mora biti inkorporirana u Lindabovu strukturu u slučaju da:

- svaka prostorija klasificirana u kategoriju “A-B” opasnosti od požara,
- svaka prostorija gdje se može dogoditi eksplozija kao rezultat uobičajenih/namjeravanih aktivnosti, i
- kotlovnica.

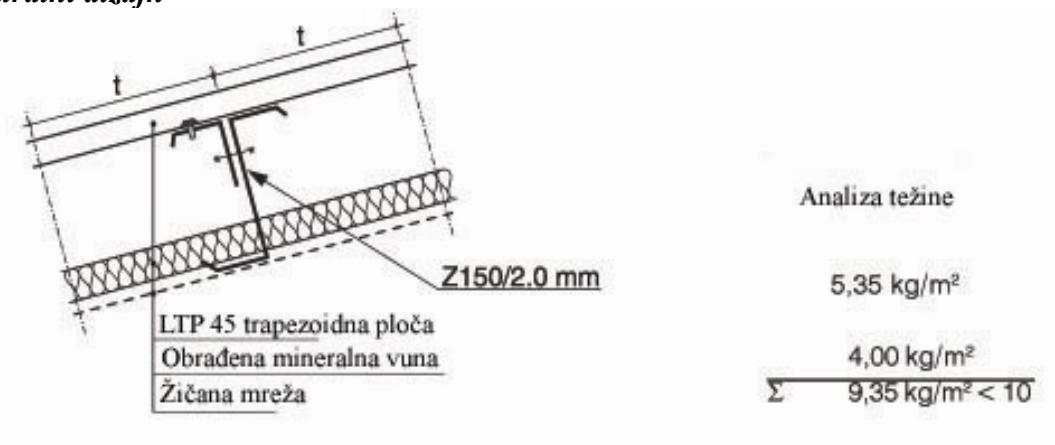
Prijelomna/otvorna krovna struktura mora imati ustanovljen kalibar kako bi se omogućilo da krovna površina prijeloma samo ako je nadtlak izazvan eksplozijom 3 kN/m<sup>2</sup> ili više.

Specifična težina strukture ne smije premašiti 10 kg/m<sup>2</sup>; pritisak vjetra i snježni teret može se zanemariti u fazi ovog tipa dizajna (vidi MSZ 595/9 mađarski standard).

Veličina prijelomne/otvorne površine	:	$F = f \times V$	(m <sup>2</sup> )
V – kubični kapacitet prostorije (m <sup>3</sup> )		f – 0.2	ako je 0 < V < 200 m <sup>3</sup>
		0.15	ako je V > 200 m <sup>3</sup>

Ako je V > 2000 m<sup>3</sup>, veličina prijelomne/otvorne površine ne smije biti manja od 30% ukupne površine vanjskih obložnih struktura.

### Strukturalni dizajn



### Dimenzioniranje strukturalnog spoja:

#### 1. Pregled sukcije vjetra

$$P_{\text{vjetar,sekcija}} = t \times E_0 \times K_e \times C_2 \text{ (kN/m)}$$

t - pomoćna širina (m)

W<sub>0</sub> – teret vjetra (kN/m<sup>2</sup>)

K<sub>e</sub> – sigurnosni faktor (1.2)

C<sub>2</sub> – koeficijent oblika za situaciju (-0.4)

Udaljenost između vijaka: 36 cm (svaka niža valovita šara u trapezoidnoj ploči)



Broj vijaka:  $100/36 = 2.77$  vijaka/metar

Tip vijaka:

LL2 –S-S14-4.8 mm

*Izvlačna snaga*

0.45 kN/komad

Ako je dodatni potporni rub napravljen od 0.6 mm debele ploče. Spoj je osiguran protiv podvlačenja vjetra.

Sukcija vjetra ako je:  $0.45 \times 2.77 > P_{\text{vjetar}}$

### 2., Pregled otvornog pritiska

Opterećeno područje

$t \times 1$  (m<sup>2</sup>)

Otvorni tlak

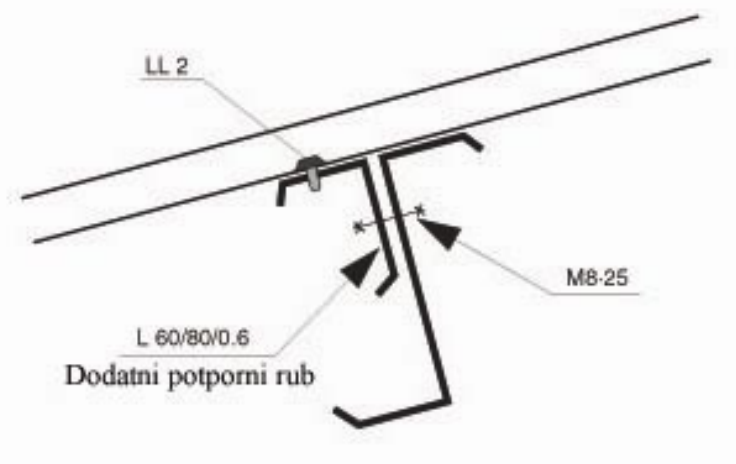
3.0 (kN/m<sup>2</sup>)

Otvorna sila

$t \times 1.0 \times 3.0$  (kN)

Unutarnji lak koji se javlja u vijcima u slučaju prijelomnog/otvornog tlaka:

$t \times 1.0 \times 3.0 / 2.77 > 0.45$  kN uvjet je zadovoljen, spoj puca na otvoru.



Strukturalni dizajn prijelomnog krova

### 3.2. Sustavi zidnih obloga

Najprikladnija fasada zidne strukture za LINDAB prostorija može se odabrati između sljedećih sustava, na temelju upotrebe i okoline zgrade i drugih relevantnih aspekata:

3.2.2.1.	Lindab <i>Ecowall</i>	Montažni sandwich zidni sustav
3.2.2.2.	Lindab <i>Casetwall</i>	Montažni zidni sustav sa zidnim kasetama
3.2.2.3.	Lindab <i>Sandwall</i>	Sandwich (sklop) zidni sustav ploča
3.2.2.4.	Lindab <i>Qualiwall</i>	Montažni zidni sustav pokriven pločama za sušenje
3.2.2.5	Lindab <i>Tradwall</i>	Zidni sustav s tradicionalnim oblogama od cigle

Velika raznolikost boja i oblika profila, uključujući i parametre termalne izolacije o izboru, sigurno će zadovoljiti zahtjeve arhitekata. Uz dodatak komponenti obložnih ploča u bojama, također su dostupne tradicionalne ili glazirane ukrasne komponente fasade. Obloge unutrašnjeg zida trebaju se dobro prilagoditi namjeni prostorije. Na zahtjev možemo, uz obložne ploče, isporučiti proizvode za razvoj različitih stilova oblaganja površine. Nekoliko primjera:

- Gipsana ploča (prostorije za edukaciju/obuku, uredi, prostorije za osoblje)
- Benotip (sportske dvorane, radionice)
- Cigla, beton (skladišta, tvornička postrojenja i radionice)

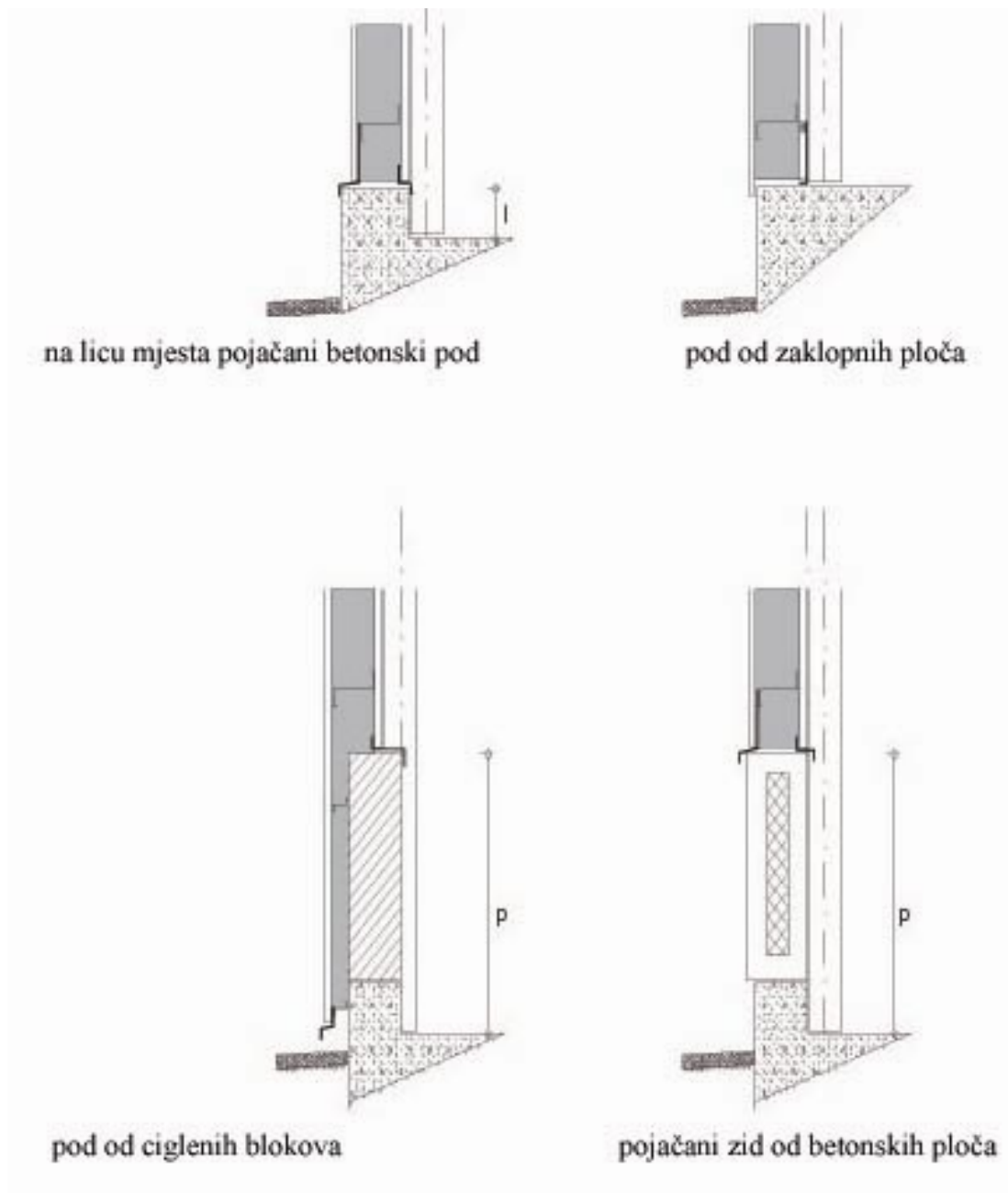
Posebnu pažnju treba obratiti na izbor najprikladnijeg poda za prostoriju zato što se profilne pločne obloge na mjestima mogu oštetiti pod visoko koncentriranim ili prevelikim mehaničkim teretom; osim toga, prilično se teško uklanjaju mrlje i prljavština kakva nastaje u industrijskoj okolini.

Pod napravljen od montažnih  
i sandwich ploča i unutrašnji zid od cigle

Zidani pod

p - visina parapeta

i – visina poda



Izborni detalji poda koji se preporučuju za radionice, skladišta ili tvorničke hale. Vrata i prozori bilo kojeg tipa mogu se integrirati s Lindabovim sustavima zidnih obloga. Detaljne instrukcije su dane u Odjeljku 3.5.1. što se tiče vrata i prozora koje na tržište izdaje Lindab. Prirodno osvjjetljenje i unutrašnji prostor mogu se pojačati postavljanjem fiksnih svjetlarnih ploča u površine fasade.

### 3.2.1. Opći opis profila zidnih obloga

#### Opći opis profilnih ploča

Hladne ploče su proizvedeni izrađeni od konvertirajućih tankih, od korozije zaštićenih širokih traka na valjaonici. Profilne ploče rezane po mjeri transportiraju se na gradilište u velikim pakiranjima.

Kvaliteta materijala	Ry	Rm
	Mpa	
EN 10147 FeE 250G	250	330
EN 10147 FeE 350G	350	420

Ry – točka lomljenja

Rm – vučna čvrstoća

#### Metoda zaštite od korozije

– Presvlaka od cinka: 275 g/m<sup>2</sup>

- Plastična presvlaka: 25 i debela, utisnutoj presvlaci od poliestera, dizajnira tako da bude otporna na umjereno agresivne atmosferske učinke Klase 2 (karakteristika urbanih područja i industrijske 1. kategorije prema Madžarskom standardu). Nanosi se na pozadini 10 mikrona debelog zaštitnog lakirnog sloja.

Dostupne su sljedeće standardne i specijalne boje:

RAL	9010	1002	3000	5024	1013
	7035	1023	3011	5010	
	7011	8017	6021	5001	
	9005	8004	6003	9006	

Dužina proizvoda, ovisno o njihovom tipu:

Min.:		210 mm
Maks.:	LV 30, LVV 30	10000 mm
	LPV 20	8000-10000 mm
	LPV 45	10000-13000 mm
	SIN	8000 mm

#### Statični dizajn:

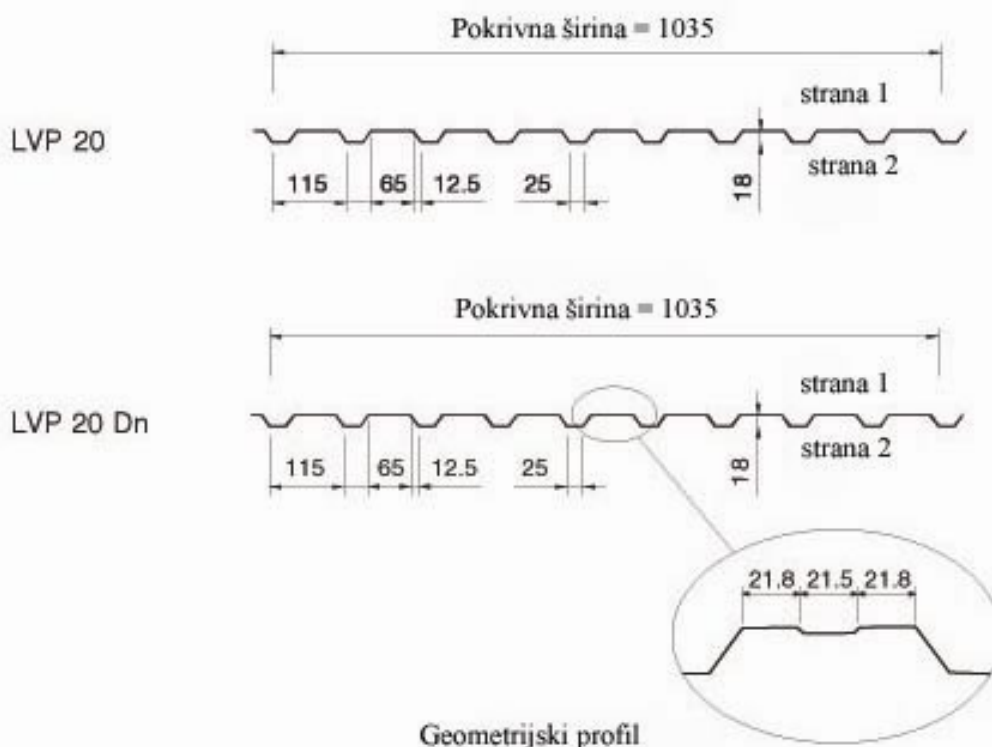
Statični dizajn može se napraviti upotrebom tablica dizajna u Lindabovom Vodiču dizajna za trapezoidne ploče. Za vašu informaciju, na sljedećim stranicama su prikazane tablice dizajna za najčešće upotrebljavane zidne profile (LVP20, LVP45).

3.2.1.1. Tehnički parametri zidnih trapezoidnih profila

3.2.1.1.1. LVP20 trapezoidna ploča

Parametri presjeka						
Nominalna debljina	[mm]	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7
Debljina uzorka	[mm]	0.324	0.417	0.509	0.602	0.602
Pozitivna inercija kod SLS-a	[mm <sup>4</sup> /mm]	20	27	34	41	41
Negativna inercija kod SLS-a	[mm <sup>4</sup> /mm]	15	21	27	31	31
Svojstva materijala						
Granica razvlačenja	[N/mm <sup>2</sup> ]	250	250	250	250	350
Nosivost, s preklapanjem	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06
Otpori presjeka (duljina potpore 40 mm)						
Moment savijanja (pozitivan)	[kNm/m]	0.34	0.49	0.65	0.82	1.08
Moment savijanja (negativan)	[kNm/m]	0.33	0.48	0.66	0.80	1.09
Izvijanje, pri srednjem potpornju	[kN/m]	7.96	12.62	18.09	24.47	28.95
Izvijanje, pri krajnjem potpornju	[kN/m]	7.96	12.62	18.09	24.47	28.95
Poprečna sila	[kN/m]	15.29	22.23	27.13	32.09	44.93

\*SLS : Serviceability Limit state – stanje graničnog servisiranja



LVP20 tablica dizajna

Prikazane veličine su kapacitet nosivosti tereta u kN/m <sup>2</sup> (uključujući nosivost)																
	Granice hodivosti	Debljina (mm)	Nosivost (kg/m <sup>2</sup> )	Red	Nepotpuni razmak (m)											
					1.00	1.10	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.80	2.00	2.20	2.60	3.00
Jednostruki razmak među nosačima	-	0.4	3.73	1	2.64	2.18	1.83	1.56	1.35	1.17	1.03	0.81	0.66	0.55	0.39	0.29
				2	1.21	0.91	0.70	0.55	0.44	0.36	0.30	0.21	0.15	0.11	0.07	0.04
				3	0.81	0.61	0.47	0.37	0.29	0.24	0.20	0.14	0.10	0.08	0.05	0.03
	0.7	0.5	4.66	1	3.84	3.17	2.67	2.27	1.96	1.71	1.50	1.19	0.96	0.79	0.57	0.43
				2	1.69	1.27	0.98	0.77	0.62	0.50	0.41	0.29	0.21	0.16	0.10	0.06
				3	1.13	0.85	0.65	0.51	0.41	0.33	0.28	0.19	0.14	0.11	0.06	0.04
	1.2	0.6	5.59	1	5.20	4.30	3.61	3.08	2.65	2.31	2.03	1.60	1.30	1.07	0.77	0.58
				2	2.18	1.64	1.26	0.99	0.79	0.65	0.53	0.37	0.27	0.20	0.12	0.08
				3	1.45	1.09	0.84	0.66	0.53	0.43	0.35	0.25	0.18	0.14	0.08	0.05
	1.8	0.7	6.53	1	8.62	7.13	5.99	5.10	4.40	3.83	3.37	2.66	2.16	1.78	1.28	0.96
				2	2.58	1.94	1.49	1.17	0.94	0.76	0.63	0.44	0.32	0.24	0.15	0.10
				3	1.72	1.29	1.00	0.78	0.63	0.51	0.42	0.29	0.22	0.16	0.10	0.06
Dvostruki razmak među nosačima	-	0.4	3.73	1	2.42	2.04	1.74	1.50	1.31	1.16	1.03	0.81	0.66	0.55	0.39	0.29
				2	3.02	2.27	1.75	1.38	1.10	0.90	0.74	0.52	0.38	0.28	0.17	0.11
				3	2.02	1.51	1.17	0.92	0.73	0.60	0.49	0.35	0.25	0.19	0.11	0.07
	0.7	0.5	4.66	1	3.58	3.01	2.57	2.22	1.94	1.70	1.50	1.19	0.96	0.79	0.57	0.43
				2	4.23	3.18	2.45	1.93	1.54	1.25	1.03	0.73	0.53	0.40	0.24	0.16
				3	2.82	2.12	1.63	1.28	1.03	0.84	0.69	0.48	0.35	0.27	0.16	0.10
	1.2	0.6	5.59	1	4.90	4.12	3.52	3.03	2.64	2.31	2.03	1.60	1.30	1.07	0.77	0.58
				2	5.44	4.09	3.15	2.48	1.98	1.61	1.33	0.93	0.68	0.51	0.31	0.20
				3	3.63	2.73	2.10	1.65	1.32	1.08	0.89	0.62	0.45	0.34	0.21	0.13
	1.8	0.7	6.53	1	8.08	6.80	5.80	5.00	4.36	3.83	3.37	2.66	2.16	1.78	1.28	0.96
				2	6.45	4.85	3.73	2.94	2.35	1.91	1.57	1.11	0.81	0.61	0.37	0.24
				3	4.30	3.23	2.49	1.96	1.57	1.27	1.05	0.74	0.54	0.40	0.24	0.16
trostruki razmak među nosačima	-	0.4	3.73	1	2.96	2.50	2.14	1.85	1.62	1.42	1.26	1.02	0.82	0.68	0.49	0.37
				2	2.33	1.75	1.35	1.06	0.85	0.69	0.57	0.40	0.29	0.22	0.13	0.09
				3	1.55	1.17	0.90	0.71	0.57	0.46	0.38	0.27	0.19	0.15	0.09	0.06
	0.7	0.5	4.66	1	4.39	3.70	3.16	2.73	2.38	2.10	1.86	1.48	1.20	0.99	0.71	0.53
				2	3.26	2.45	1.88	1.48	1.19	0.96	0.80	0.56	0.41	0.31	0.19	0.12
				3	2.17	1.63	1.26	0.99	0.79	0.64	0.53	0.37	0.27	0.20	0.12	0.08
	1.2	0.6	5.59	1	6.02	5.07	4.32	3.73	3.26	2.87	2.54	2.01	1.62	1.34	0.96	0.72
				2	4.19	3.15	2.42	1.91	1.53	1.24	1.02	0.72	0.52	0.39	0.24	0.16
				3	2.79	2.10	1.62	1.27	1.02	0.83	0.68	0.48	0.35	0.26	0.16	0.10
	1.8	0.7	6.53	1	9.91	8.35	7.13	6.16	5.37	4.73	4.20	3.33	2.69	2.23	1.59	1.20
				2	4.96	3.73	2.87	2.26	1.81	1.47	1.21	0.85	0.62	0.47	0.28	0.18
				3	3.31	2.49	1.91	1.51	1.21	0.98	0.81	0.57	0.41	0.31	0.19	0.12

### Podaci o dizajn tablici (LTP20)

Linija 1 : kapacitet podnošenja tereta u ULS (bez granice ugibanja)

Linija 2 : kapacitet podnošenja tereta u SLS (granica ugibanja L/200)

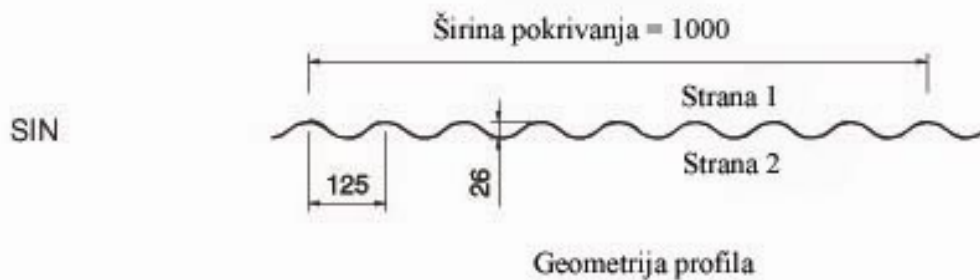
Linija 3 : kapacitet podnošenja tereta u SLS (granica ugibanja L/300)

Minimalna širina podržanja: 40mm

### 3.2.1.1.2 SIN izbrazdane ploče

Parametri presjeka				
Nominalna debljina	[mm]	0.5	0.6	0.7
Debljina uzorka	[mm]	0.417	0.509	0.602
Pozitivna inercija kod SLS-a	[mm <sup>4</sup> /mm]	44	54	64
Negativna inercija kod SLS-a	[mm <sup>4</sup> /mm]	44	54	64
Svojstva materijala				
Granica razvlačenja	[N/mm <sup>2</sup> ]	250	250	250
Nosivost, s preklapanjem	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.05	0.06	0.07
Otpori presjeka (duljina potpore 40 mm)				
Moment savijanja (pozitivan)	[kNm/m]	0.76	0.95	1.15
Moment savijanja (negativan)	[kNm/m]	0.76	0.95	1.15
Izvijanje, pri srednjem potpornju	[kN/m]	3.04	4.10	5.27
Izvijanje, pri krajnjem potpornju	[kN/m]	3.04	4.10	5.27
Poprečna sila	[kN/m]	-	-	-

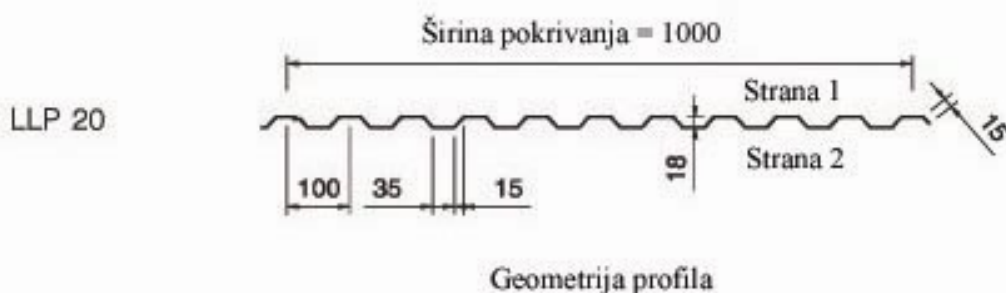
\*SLS : Serviceability Limit state – stanje graničnog servisiranja



3.2.1.1.3 LLP20 trapezoidna ploča

Parametri presjeka						
Nominalna debljina	[mm]	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7
Debljina uzorka	[mm]	0.324	0.417	0.509	0.602	0.602
Pozitivna inercija kod SLS-a	[mm <sup>4</sup> /mm]	19	27	34	42	41
Negativna inercija kod SLS-a	[mm <sup>4</sup> /mm]	19	27	34	42	41
Svojstva materijala						
Granica razvlačenja	[N/mm <sup>2</sup> ]	250	250	250	250	350
Nosivost, s preklapanjem	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.04	0.050	0.06	0.07	0.07
Otpori presjeka (duljina potpore 40 mm)						
Moment savijanja (pozitivan)	[kNm/m]	0.39	0.56	0.76	0.97	1.26
Moment savijanja (negativan)	[kNm/m]	0.39	0.56	0.76	0.97	1.26
Izvijanje, pri srednjem potpornju	[kN/m]	8.93	14.17	20.32	27.48	32.51
Izvijanje, pri krajnjem potpornju	[kN/m]	8.93	14.17	20.32	27.48	32.51
Poprečna sila	[kN/m]	16.47	25.56	31.2	36.91	51.67

\*SLS : Serviceability Limit state – stanje graničnog servisiranja

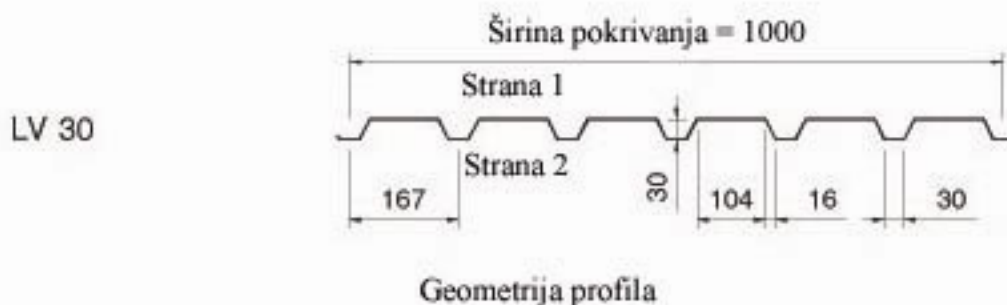




**3.2.1.1.4. LV30 trapezoidna ploča**

Parametri presjeka				
Nominalna debljina	[mm]	0.5	0.6	0.7
Debljina uzorka	[mm]	0.417	0.509	0.602
Pozitivna inercija kod SLS-a	[mm <sup>4</sup> /mm]	63	81	98
Negativna inercija kod SLS-a	[mm <sup>4</sup> /mm]	44	57	71
Svojstva materijala				
Granica razvlačenja	[N/mm <sup>2</sup> ]	250	250	250
Nosivost, s preklapanjem	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.05	0.06	0.07
Otpori presjeka (duljina potpore 40 mm)				
Moment savijanja (pozitivan)	[kNm/m]	0.66	0.89	1.11
Moment savijanja (negativan)	[kNm/m]	0.62	0.85	1.08
Izvijanje, pri srednjem potpornju	[kN/m]	8.90	12.76	17.26
Izvijanje, pri krajnjem potpornju	[kN/m]	4.45	6.38	8.63
Poprečna sila	[kN/m]	18.36	27.36	35.02

\*SLS : Serviceability Limit state – stanje graničnog servisiranja

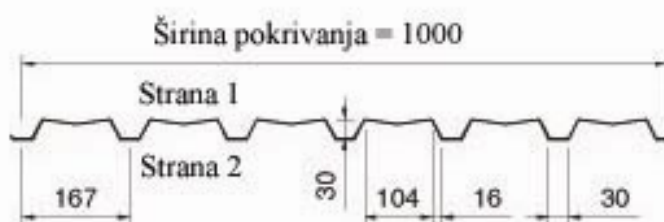


**3.2.1.1.5. LVV30 trapezoidna ploča**

Parametri presjeka					
Nominalna debljina	[mm]	0.4	0.5	0.6	0.7
Debljina uzorka	[mm]	0.324	0.417	0.509	0.602
Pozitivna inercija kod SLS-a	[mm <sup>4</sup> /mm]	39	54	69	84
Negativna inercija kod SLS-a	[mm <sup>4</sup> /mm]	27	37	49	61
Svojstva materijala					
Granica razvlačenja	[N/mm <sup>2</sup> ]	250	250	250	250
Nosivost, s preklapanjem	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.04	0.050	0.06	0.07
Otpori presjeka (duljina potpore 40 mm)					
Moment savijanja (pozitivan)	[kNm/m]	0.38	0.61	0.81	1.02
Moment savijanja (negativan)	[kNm/m]	0.39	0.67	0.78	0.99
Izvijanje, pri srednjem potpornju	[kN/m]	5.61	8.90	12.76	17.26
Izvijanje, pri krajnjem potpornju	[kN/m]	2.81	4.45	6.38	8.63
Poprečna sila	[kN/m]	11.08	18.36	27.36	35.02

\*SLS : Serviceability Limit state – stanje graničnog servisiranja

LVV 30

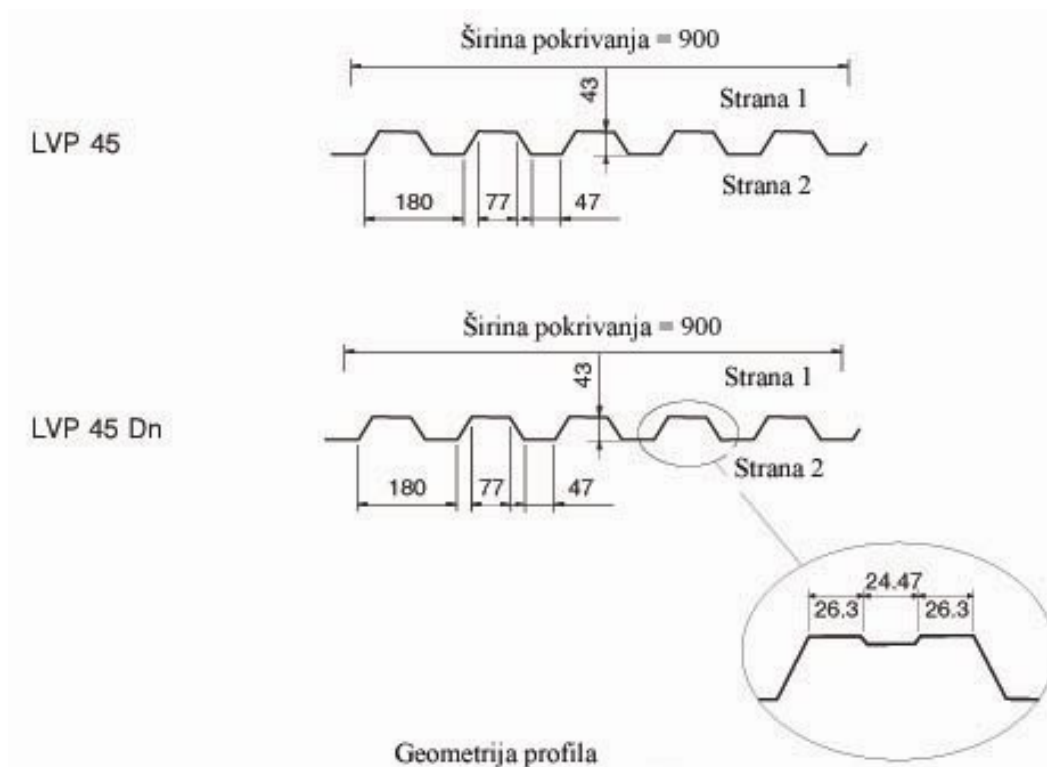


Geometrija profila

3.2.1.1.6. LVP45 trapezoidna ploča

Parametri presjeka					
Nominalna debljina	[mm]	0.5	0.6	0.7	0.7
Debljina uzorka	[mm]	0.417	0.509	0.602	0.602
Pozitivna inercija kod SLS-a	[mm <sup>4</sup> /mm]	136	176	251	208
Negativna inercija kod SLS-a	[mm <sup>4</sup> /mm]	117	152	218	179
Svojstva materijala					
Granica razvlačenja	[N/mm <sup>2</sup> ]	250	250	250	350
Nosivost, s preklapanjem	[kN/m <sup>2</sup> ]	0.05	0.06	0.07	0.07
Otpori presjeka (duljina potpore 40 mm)					
Moment savijanja (pozitivan)	[kNm/m]	0.95	1.38	2.21	2.28
Moment savijanja (negativan)	[kNm/m]	0.96	1.40	2.15	2.32
Izvijanje, pri srednjem potpornju	[kN/m]	8.11	11.63	15.73	18.62
Izvijanje, pri krajnjem potpornju	[kN/m]	4.06	5.82	7.87	9.31
Poprečna sila	[kN/m]	15.47	24.47	34.23	40.50

\*SLS : Serviceability Limit state – stanje graničnog servisiranja



**LVP45 Dizajn tablica**

**Podaci o dizajn tablici (LTP45)**

Linija 1 : kapacitet podnošenja tereta u ULS (bez granice ugibanja)

Linija 2 : kapacitet podnošenja tereta u SLS (granica ugibanja L/200)

Linija 3 : kapacitet podnošenja tereta u SLS (granica ugibanja L/300)

Minimalna širina podržanja: 40mm

Prikazane vrijednosti su kapaciteti nosivosti tereta u kN/m <sup>2</sup> (uključujući nosivost)																
	Granice hodivosti	Debljina (mm)	Nosivost (kg/m <sup>2</sup> )	Razmak (m)												
				1.60	1.80	2.00	2.20	2.40	2.60	2.80	3.00	3.40	3.80	4.20	4.60	
Jednostruki razmak među nosačima	1.2	0.5	5.35	1	2.97	2.35	1.90	1.57	1.32	1.12	0.97	0.84	0.66	0.53	0.43	0.36
				2	2.30	1.62	1.18	0.89	0.68	0.54	0.43	0.35	0.24	0.17	0.13	0.10
				3	1.54	1.08	0.79	0.59	0.45	0.36	0.29	0.23	0.16	0.11	0.08	0.06
	2.4	0.6	6.43	1	4.31	3.41	2.76	2.28	1.92	1.63	1.41	1.23	0.96	0.76	0.63	0.52
				2	2.99	2.10	1.53	1.15	0.89	0.70	0.56	0.45	0.31	0.22	0.17	0.13
				3	2.00	1.40	1.02	0.77	0.59	0.46	0.37	0.30	0.21	0.15	0.11	0.08
	3.2	0.7	7.51	1	7.12	5.63	4.56	3.77	3.16	2.70	2.33	2.03	1.58	1.26	1.03	0.86
				2	3.52	2.48	1.80	1.36	1.04	0.82	0.66	0.53	0.37	0.26	0.19	0.15
				3	2.35	1.65	1.20	0.90	0.70	0.55	0.44	0.36	0.24	0.18	0.13	0.10
Dvostruki razmak među nosačima	1.8	0.5	5.35	1	2.35	1.92	1.60	1.36	1.17	1.01	0.89	0.78	0.62	0.51	0.42	0.36
				2	5.76	4.04	2.95	2.22	1.71	1.34	1.07	0.87	0.60	0.43	0.32	0.24
				3	3.84	2.70	1.97	1.48	1.14	0.89	0.72	0.58	0.40	0.29	0.21	0.16
	3.8	0.6	6.43	1	3.39	2.78	2.32	1.97	1.69	1.47	1.29	1.14	0.91	0.74	0.61	0.52
				2	7.48	5.25	3.83	2.88	2.22	1.74	1.40	1.13	0.78	0.56	0.41	0.31
				3	4.99	3.50	2.55	1.92	1.48	1.16	0.93	0.76	0.52	0.37	0.28	0.21
	4.5	0.7	7.51	1	5.54	4.55	3.80	3.22	2.77	2.40	2.11	1.86	1.49	1.21	1.01	0.85
				2	8.81	6.19	4.51	3.39	2.61	2.05	1.64	1.34	0.92	0.66	0.49	0.37
				3	5.87	4.13	3.01	2.26	1.74	1.37	1.10	0.89	0.61	0.44	0.32	0.25
Trostruki razmak među nosačima	1.8	0.5	5.35	1	2.84	2.33	1.95	1.66	1.42	1.24	1.09	0.96	0.77	0.63	0.52	0.44
				2	4.43	3.11	2.27	1.70	1.31	1.03	0.83	0.67	0.46	0.33	0.24	0.19
				3	2.95	2.07	1.51	1.14	0.88	0.69	0.55	0.45	0.31	0.22	0.16	0.12
	3.8	0.6	6.43	1	4.11	3.37	2.82	2.40	2.06	1.79	1.57	1.39	1.11	0.91	0.76	0.64
				2	5.75	4.04	2.95	2.21	1.71	1.34	1.07	0.87	0.60	0.43	0.32	0.24
				3	3.84	2.69	1.96	1.48	1.14	0.89	0.72	0.58	0.40	0.29	0.21	0.16
	4.5	0.7	7.51	1	6.71	5.52	4.62	3.92	3.38	2.94	2.58	2.28	1.82	1.49	1.24	1.05
				2	6.78	4.76	3.47	2.61	2.01	1.58	1.26	1.03	0.71	0.51	0.37	0.29
				3	4.52	3.17	2.31	1.74	1.34	1.05	0.84	0.69	0.47	0.34	0.25	0.19

**3.2.1.2. Sandwich panel za zidove - LINDABWALL**

Sandwich (spojeni) paneli koji se sastoje od dva sloja metalnih ploča i punjeni su insulacijom protiv topline, proizvode se na kontinuirano okrećućim trakama. Savijanje ploča slijedi proizvodni proces PUR pjene. Površina metalne ploče je podvrgnuta posebnom kemijskom tretmanu kako bi se osigurala čvrsta adhezija pjene.

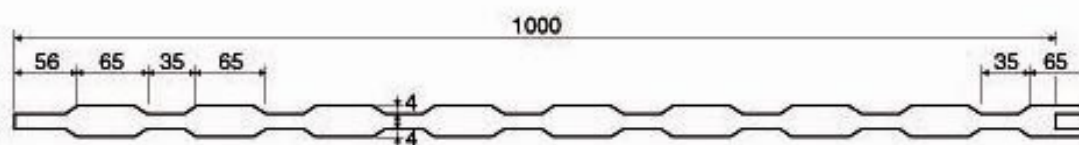
Proizvodna dužina je ograničena veličinom transportnih vozila.

- Maks. duljina: 13000 mm
- Opseg normalne debljine: 25 do 120 mm
- Materijali pokriva ploče: galvanizirana metalna ploča prelivena slojem poliesterne boje
- Debljina vanjske oklopa : 0.4 do 0.6 mm
- Debljina unutarnje oklopa: 0.4 do 0.6 mm
- Raspoložive boje (RAL) :  
 1002, 1014, 1015, 1019, 1021, 2001, 3020, 5008, 5014, 5017, 6011, 6013, 6029, 7006,  
 7022, 7032, 7035, 7042, 8011, 8012, 8014, 9001, 9002, 9006, 9010

Jezgra termalne izolacije: poliuretanska pjena ili mineralna vuna

Presvučene površine daje proizvođač sa zaštitnom folijom, folija se može maknuti samo nakon instaliranja panela na potpornu konstrukciju.

Specifična težina: 11,0 do 14,0 kg/m<sup>2</sup>

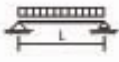
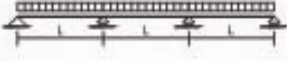


Slika 66: Poprečni presjek sandwich panel zida

Debljina (mm)	30	40	50	60	80	100
Koef. prijenosa topline (W/m <sup>2</sup> k°)	0.65	0.50	0.41	0.34	0.26	0.21
Nosivost 0,4 + 0,4 (kg/m <sup>2</sup> )	7.89	8.27	8.65	9.03	9.79	10.59
0,6 + 0,6 (kg/m <sup>2</sup> )	11.23	11.65	12.03	12.41	13.17	13.99

**Dizajn tablica**

Statistički dizajn panela bi trebalo provoditi u skladu sa relevantnim instrukcijama (npr. mađarski standardi: MSZ15020, MSZ15021, MSZ15028) te drugim relevantnim tehničkim specifikacijama. Slijedeća tablica specificira maksimalni dozvoljeni raspon (u metrima) u funkciji debljine (mm), apliciranog jedinstvenog tereta ( $\text{kN/m}^2$ ) i statičkog modela.

	p ( $\text{kN/m}^2$ )	L (m)					
		30	40	50	60	80	100
	0.6	2.25	3.10	3.45	3.80	4.50	4.90
	0.8	2.10	2.90	3.20	3.55	4.00	4.45
	1.0	1.90	2.70	2.95	3.30	3.70	4.40
	1.2	1.80	2.50	2.75	3.00	3.35	3.75
	1.5	1.65	2.20	2.40	2.60	2.90	3.20
	0.6	2.60	3.40	3.90	4.40	5.20	5.80
	0.8	2.45	3.20	3.65	4.10	4.65	5.15
	1.0	2.30	3.00	3.40	3.75	4.25	4.75
	1.2	2.05	2.80	3.10	3.45	3.90	4.30
	1.5	1.85	2.50	2.75	3.00	3.35	3.70

Primjedbe:

Vrijednosti tablice su dobivene iz dizajn vrijednosti određenih na bazi laboratorijskih testova tereta. Maksimalni "L" raspon je povezan sa manjom vrijednošću od jedan za granično stanje I za servisirano granično stanje u slučaju gdje je  $L/200$  granica ugibanja. Za korištenje tablice, u teretnim kombinacijama temeljne vrijednosti bi se trebalo koristiti (bez sigurnosnih faktora).

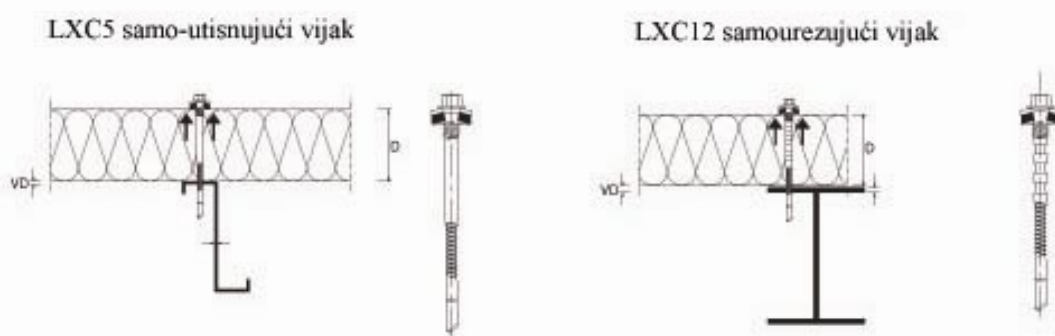
U svakom slučaju, adekvatni otpor podrške protiv reaktivnih sila i kapaciteta podnošenja tereta fiksirajućih elemenata treba biti provjeren. U dizajnu opšavnih vijaka, razlika u temperaturi između slojeva panela i vodoravnih pomicanja cijele krovne strukture bi trebala biti uzeta u obzir.

### 3.2.1.3. Fiksiranje i učvršćavanje

Profili trepezoidnih ploča se učvršćuju na konstrukciju zida (do potpornih elemenata) ili na zidnu kazetu LD3T samourezujućim vijcima.

Longitudinalni I transverzalni spojevi, preklapanje ploča, ili učvršćivanje opšavnih elemenata na ploče, može se riješiti upotrebom POP zakovicama ili LL2T samourezujućim vijcima.

Složeni sandwich paneli se moraju pričvrstiti na konstrukciju zida (potporni element) kako je prikazano u tablici, kao funkcija debljine panela.



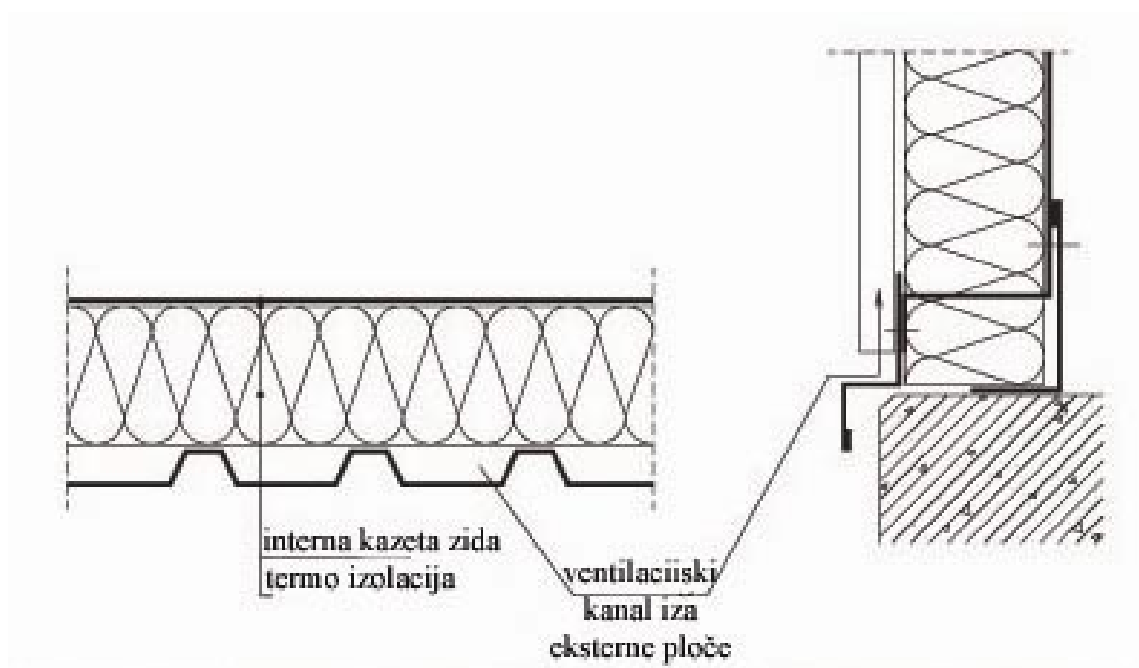
Oznak a	Veličina	Upotreba	Max. debljina potporne ploče	Debljina panela		Veličina ključa	Premaz (na nehrđajućem čeliku)
				Min (mm)	Maks (D)		
LXC5	5.5 x 62	sandwich -panel	5	29	37	8	poliesterni lak
	5.5 x 77	sandwich -panel	5	39	52	8	poliesterni lak
	5.5 x 87	sandwich -panel	5	49	62	8	poliesterni lak
	5.5 x 107	sandwich -panel	5	59	82	8	poliesterni lak
	5.5 x 130	sandwich -panel	5	78	102	8	poliesterni lak
LXC12	5.5 x 73	sandwich -panel	12	29	37	8	poliesterni lak
	5.5 x 76	sandwich -panel	12	39	42	8	poliesterni lak
	5.5 x 93	sandwich -panel	12	48	62	8	poliesterni lak
	5.5 x 124	sandwich -panel	12	62	86	8	poliesterni lak
	5.5 x 140	sandwich -panel	12	81	102	8	poliesterni lak

**3.2.2.1. LindabEcowall (ekološki zid) – Složeni sustav sandwich zida**

**3.2.2.1.1. Fizički zahtjevi gradnje**

Kako bi eliminirali difuziju para i rasipanje topline generirane solarnom radijacijom, dvostruka obloga sandwich panel zida mora slijediti slijedeće kriterije:

- prostor za ventilaciju mora biti sa vanjske strane sloja termalne izolacije tj. mora ležati iza zidne obloge
- širina zračnog prostora (ako ga ima) mora biti najmanje 20mm
- poprečni presjek ventilacijskog kanala će biti minimalno 4cm<sup>2</sup> i dužina kraće strane mora biti najmanje 20mm. Particija između susjednih kanala neće prelaziti 180 mm (slika 67)
- srednja vrijednost ventilacijskog poprečnog presjeka (tj. 200 cm<sup>2</sup>/m) će biti slijeđena
- minimalni poprečni presjek primitka zraka i izlaznih otvora će biti 50 cm<sup>2</sup>/m.



*Slika 67: Ventilacija složenog sandwich panel zida s toplinskom izolacijom*

**3.2.2.1.2. Materijali i konstrukcija složenog sandwich-panel zida**

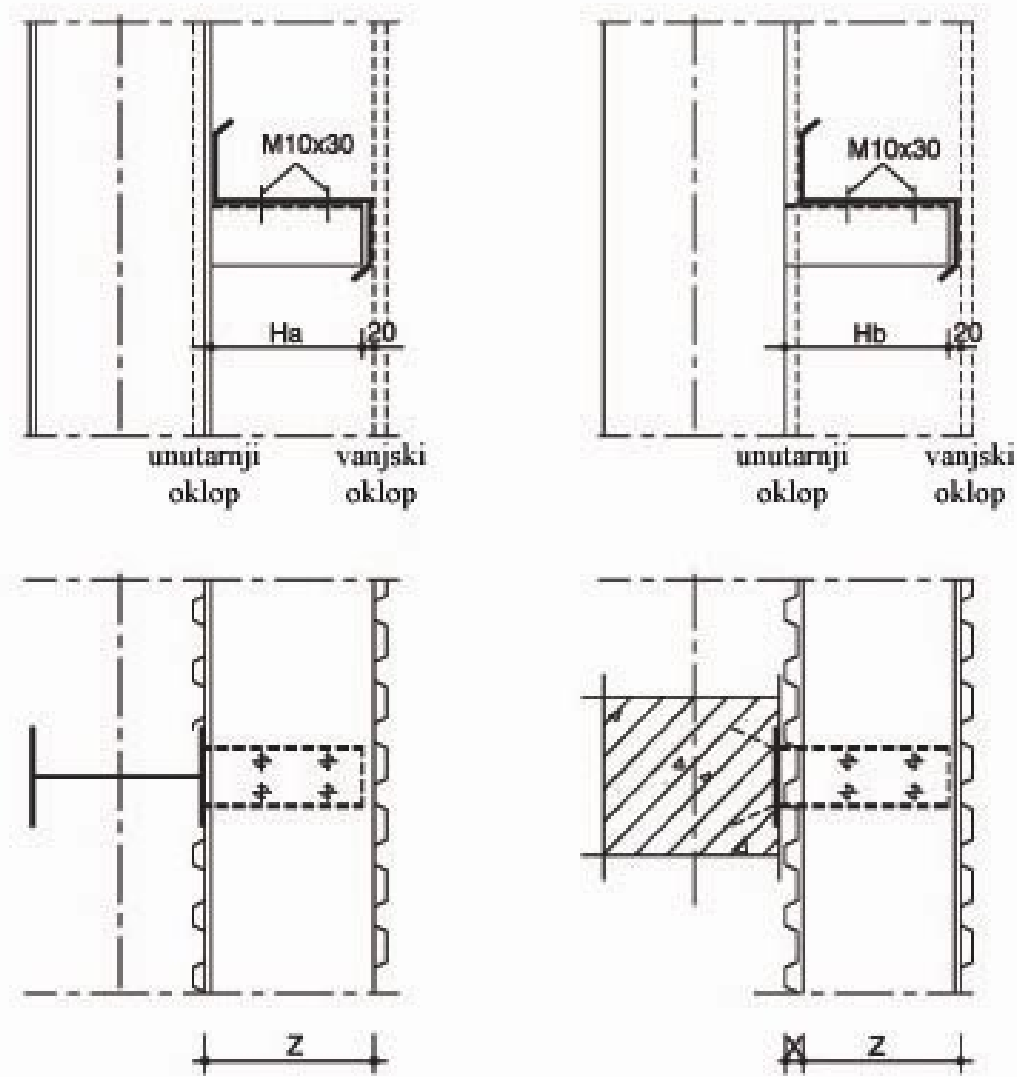
Vanjska i unutarnja konstrukcija obloga standardnog sandwich panel zida se slaže integracijom LINDAB pločnih profila opisanih u Odjeljku 3.2.1.; profili se pričvršćuju na sekundarni lagani sustav zidnih greda (potporni profili ‘Z’) na mjestu. Termalna izolacija i sloj otporan na pare dimenzioniran u skladu sa standardnim kalkulacijama građevinske fizike se umeće između vanjske i unutarnje obloge konstrukcije.

Sekundarni potporni sustav, zidni potporni elementi se mogu sagraditi na primarnoj strukturi od čelika, pojačanog betona ili drva (Slika 68/a i također Odjeljak 2.1.3.).



a) čelični stup

b) pojačani betonski stup



Slika 68: Umetanje potpornih elemenata ('konzola') za zidne potporne elemente

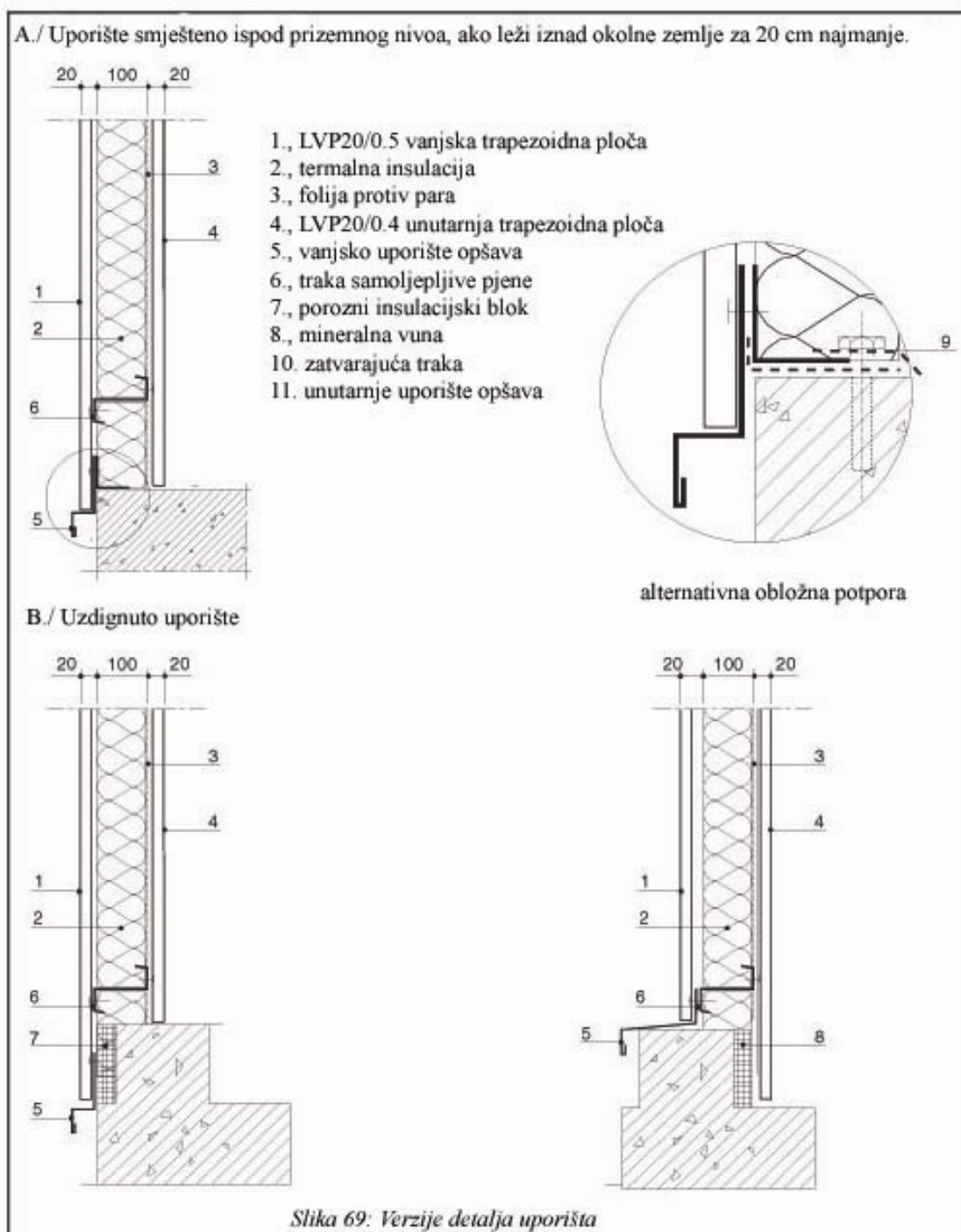
Potporni element (konzola) se uobičajeno proizvodi od čeličnih komada U 100/50/4 i pričvršćuje se na primarni čelični stup varilicom ( $a=3$ ).

Visina konzole ( $H$ ) ovisi o veličini zidnih potpornih elemenata ( $Z$ ) i predložene ravnine/površine unutarnjeg oblaganja koje može stajati ispred stupa (b) ili je opšivena sa vanjske strane stupa.

$$H_a = Z - 20 \quad (\text{mm})$$

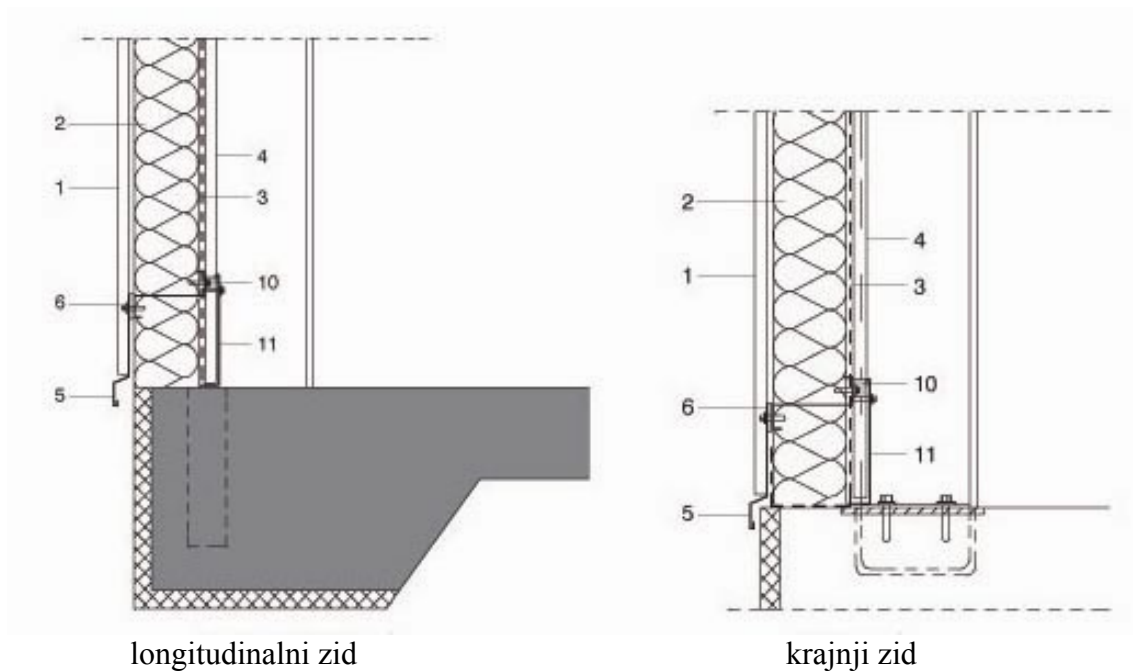
$$H_b = X + Z - 20 \quad (\text{mm})$$

$X$  = debljina unutarnjeg profila ploče



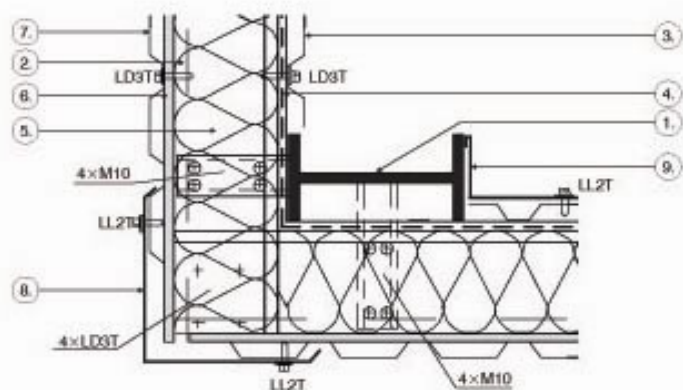
### 3. Oblaganje hala - zidovi

- Uglavnom, unutarnja konstrukcija obloge se radi od bijelih LVP20 trapezoidnih ploča sa vertikalnim rebrima
- Od 0.1 do 0.3 mm debela folija protiv para se stavlja na unutarnju plohu zidnih potpornih elemenata kako bi se priječila vanjsko širenje difuzije para unutar zgrade
- Sloj termalne izolacije (staklena vuna) je u srednjem dijelu sandwich strukture. Tehnički parametri ovog sloja su identični onom specificiranom u Odjeljku 3.1.2.1.2 Može se uzeti u obzir tokom kalkulacija u kojima je debljina termalne izolacije predložena kao visina Z profila + 20 mm; drugim riječima, stavljanje izolacijskog sloja u sandwich između dvije obloge sprječava slegnuće
- Samoljepljiva traka (5 x 50 mm) koja se koristi kako bi se eliminirao toplinski most (LPO), se položi na vanjsku plohu zidnih greda (potpornih elemenata)
- Vanjska konstrukcija obloge se radi od LINDABOVIH ploča sa vertikalnim rebrima; boju i profil ploča će odrediti arhitekt. Pločni opšavi koji okružuju uporišta, kuteve, strehe i druge otvore postoje u različitim bojama i veličinama. Potrebe definirane u Odjeljku 3.2.2.1.1. koje se tiču ventilacijskih zidnih struktura se moraju uzeti u obzir tokom dizajniranja ili odabira detalja.



Standardni detalji uporišta

### 3. Oblaganje hala - zidovi



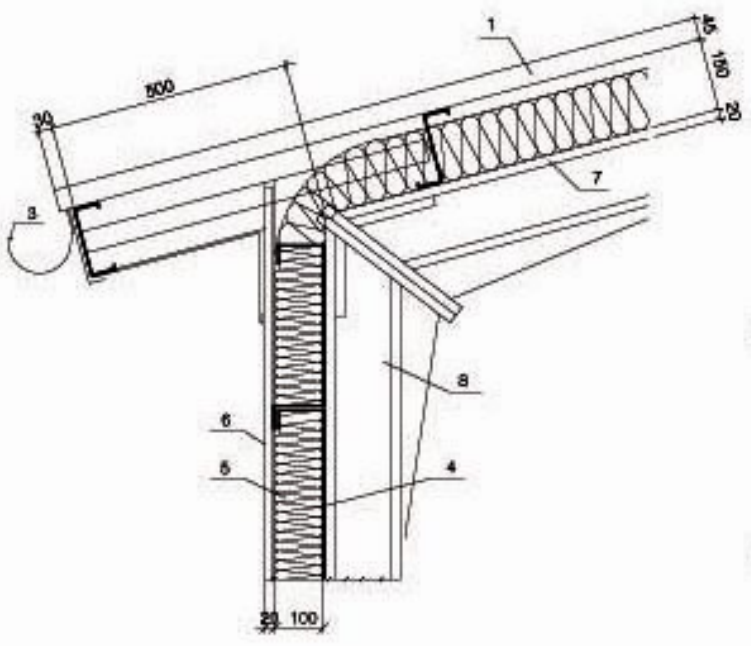
- 1., Stup čelične konstrukcije
- 2., 'Z' zidna greda (Z 100)
- 3., Unutarnja trapezoidna zidna ploča (LVP20/0.4)
- 4., Folija protiv para (PE)
- 5., Termo izolacija
- 6., Traka za eliminaciju mosta topline (LPO)
- 7., Vanjska trapezoidna zidna ploča (LVP20/0.5)
- 8., Opšavi vanjskog kuta zida ("H")
- 9., Opšavi unutarnjeg kuta zida ("S")

Dizajn standardnog kuta

#### Nestandardna rješenja

Pravilan izbor materijala i lokacije vanjske konstrukcije obloga stvara kritičan utjecaj na konačni izgled zgrade. Upotreba nestandardnih dizajna pomaže u stvaranju različitih fasada (npr. Trapezoidna rebra koja su horizontalna ili čak poprijeko, konture fasada s lukovima itd.).

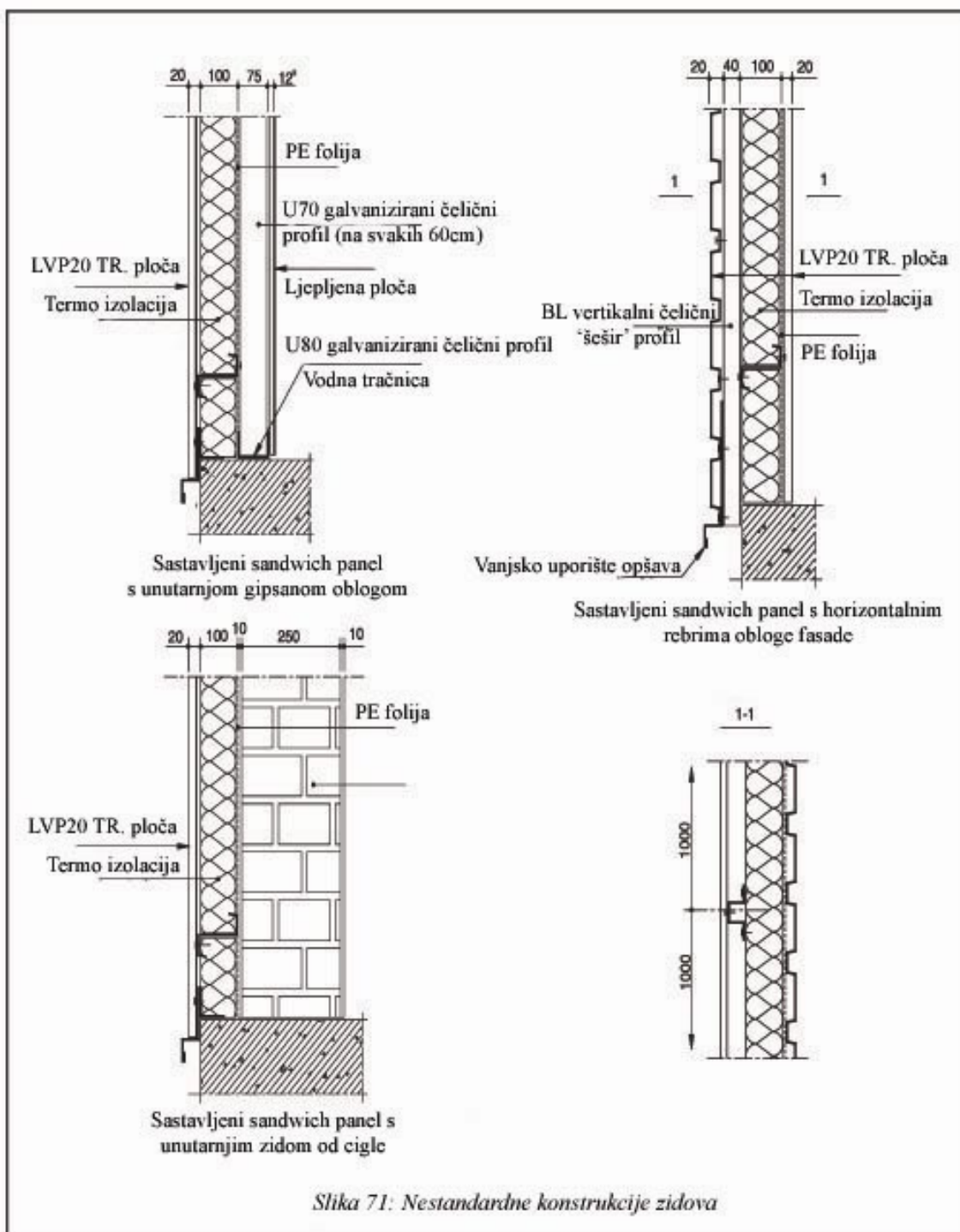
- Crte bubnjića zida pod zabatom se mogu naglasiti pretjeranim stršenjem i dotjeranim zabatnim opšavima
- Razdaljina visećih streha se može slobodno birati između raspona od 0 do 500 mm (slika 70). Nakrivljeni krov se može sakriti uzduž longitudinalnih i/ili krajnjih zidova dodavanjem tavana/parapetne konstrukcije.



- Unutarnje oblaganje pločama se isto može zamijeniti drugim izgledima, a ne samo standardnim rješenjem vertikalnih rebara, prilagođavajući funkciju i namijenjenu ulogu soba.
- Unutarnje površine zidova ureda i učionica se mogu svrhovito prekriti gipsanim panelima. Površina unutarnjeg uporišta napravljena od cigle ili betona efikasno se opire mehaničkom trošenju i oštećenjima. (slika 71).

Slika 70: Spajanje strehe i zida

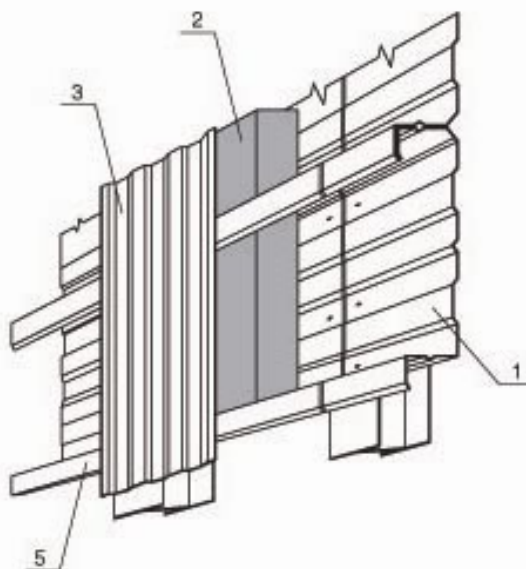
3. Oblaganje hala - zidovi



**3.2.2.2. LindabCassetwall (kazetni zid) – Sasatvljeni zidni sustav s kazetama**

Zidne kazete koje su sastavni dio unutarnje konstrukcije obloga zida (1) se slažu horizontalno na instalacijsku plohu stupova, krećući od dna prema vrhu. Metoda učvršćivanja se može mijenjati ovisno o materijalu stupa. Samourezujući vijci ili eksplozivni učvršćivači (pištolji s čavlima) se koriste u slučaju čeličnih stupova, dok se klinovi i čavli koriste u slučaju pojačanog betona. Veličina tih elemenata će se odabrati u skladu sa očekivanim teretom. Jedna kazeta bi trebala biti adekvatno pričvršćena za stup u tri točke. Zidne kazete su spojene jedna s drugom pop-zakovicama ili čavlima sa širokom glavom kako bi se osiguralo točno slaganje i pravilan otpor spojeva. i za longitudinalne i za transversalne spojeve potrebno je koristiti zatvarajuće trake. Samoljepljiva traka (LPO) se koristi na vanjskom rubu zidne kazete kako bi se eliminirao bilo koji most topline i spriječio razvoj kondenziranih traka. Nakon što ste postavili termalne izolacijske blokove na mjesto (2), LINDABOVI profili (s vertikalnim rebrima) boje i geometrije koju je odabrao arhitekt, se mogu pričvrstiti na rubove zidnih kazeta. Rebra djeluju kao ventilacijski kanali i osiguravaju pravilnu ventilaciju zidne strukture (Slika 72).

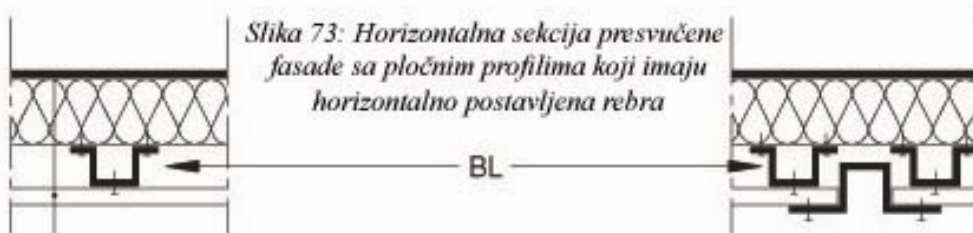
1. zidna kazeta (LFK)
2. termo izolacija
3. zidni profil
4. zatvarajuća traka (TBA)
5. traka protu–toplinskog mosta (LPO)
6. primarni čelični okvir
7. vanjsko uporište opšava



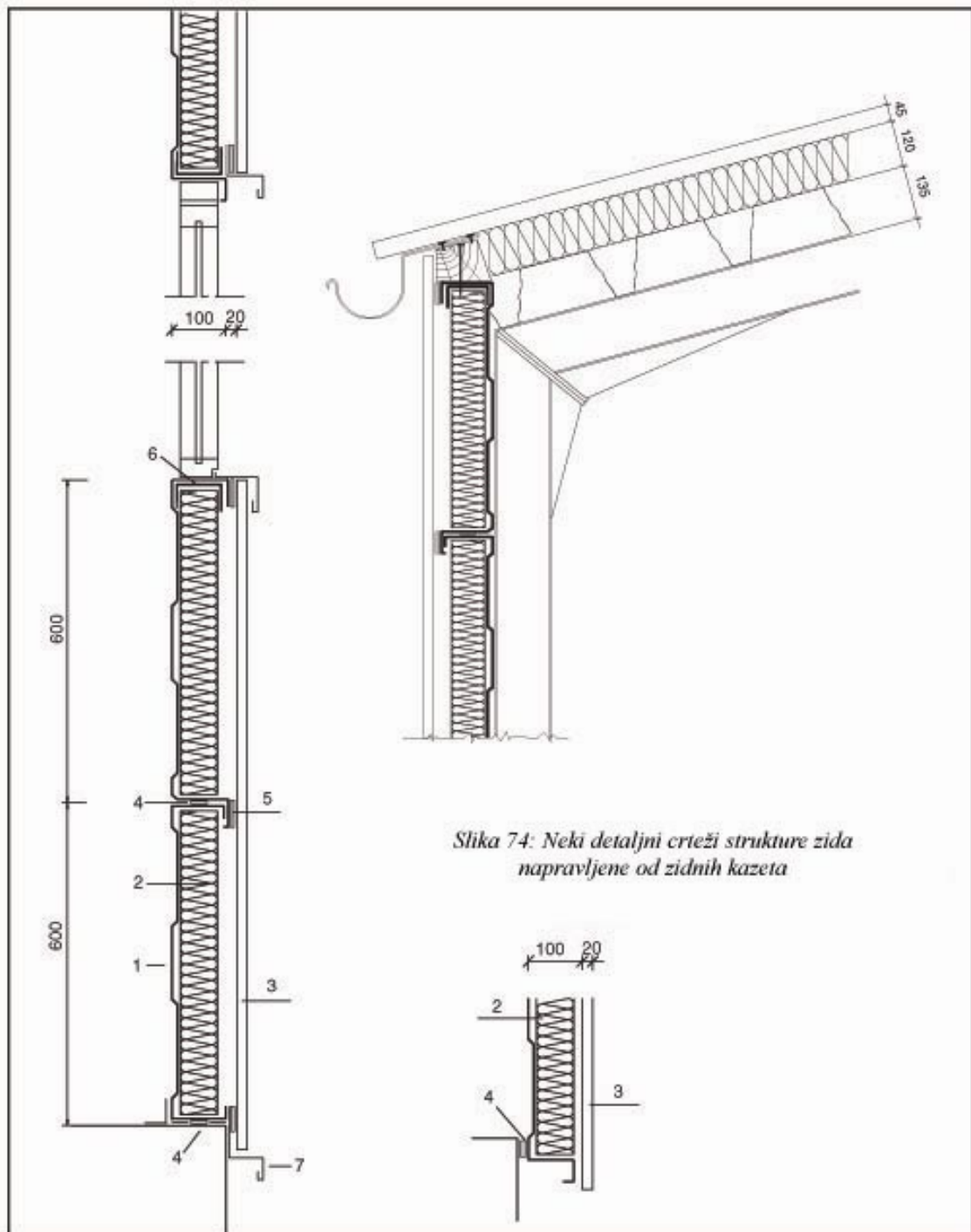
Slika 72: Zidna struktura od zidnih kazeta

Kada se dizajniraju otvori (vrata, prozori) u zidnoj strukturi, trebaju se svrsishodno podijeliti u 60 cm visoke module, uzimajući u obzir širinu zidnih kazeta (600 mm). Ako to nije održiva metoda, zidne kazete uže od 600 mm moraju biti napravljene od individualno savijanih rubova ploča i dodatna sekundarna potporna greda će vjerojatno biti potrebna prema statističkim aspektima.

Ako su potrebna horizontalna rebra, vertikalno složen sustav letvica (BL tip ‘šešir’ profila) se pričvršćuje na zidne kazete u prvoj fazi kako bi dozvolio da se čelični profili mogu stavljati sa rebrima koja idu horizontalno (slika 73).



Slika 73: Horizontalna sekcija presvučene fasade sa pločnim profilima koji imaju horizontalno postavljena rebra



Slika 74: Neki detaljni crteži strukture zida napravljene od zidnih kazeta

**3.2.2.3. LindabSandwall – Sandwich (sastavljeni) sustav panelnih zidova**

Polja upotrebe: zidni paneli zgrada za industrijsku ili poljoprivrednu upotrebu ili zidovi kontejnerskih kuća. Insulirani zidni elementi za hladna skladišta ili hladne sobe koje rade na temperaturi unutar temperaturnog raspona od +15 do –40 °C. Rubovi i spojevi panela se mogu nadograditi kako bi osigurali spojeve koji ne propuštaju plin.

**3.2.2.3.1. Parametri termalnih tehnika**

Rigidnost i velika snaga sandwich panela je osigurana među- jezgrom insulacije od topline koja dozvoljava sastavljenu akciju unutarnje i vanjske konstrukcije metalnog obloga. Termalna insulacija je načinjena od PURB čvrste pjene tretirane agentom za usporavanje vatre. Pjena ne sadrži freon, čuva okoliš i udovoljava EURO normama:

-srednja gustoća	25 do 40	kg/m <sup>3</sup> /d
-otpor na pritisak	1 do 2	kg/cm <sup>3</sup>
-otpor na puknuće	1	kg/cm <sup>3</sup>
- faktor termalne provodljivosti	0.02	W/m <sup>2</sup> K

To je zatvoreni (95%), nehigroskopski materijal.

Granice upotrebljivosti su unutar –90 °C do +100 °C temperaturnog raspona, s tim da malo promjena ovisi o tipu proizvoda.

Debljina (mm)	30	40	50	60	80	100
Termalni otpor (m <sup>2</sup> x K°/W)	1.08	1.48	1.88	2.28	3.08	3.88
Faktor prijenosa topline (W/m <sup>2</sup> x K° )	0.81	0.61	0.49	0.41	0.31	0.25 (samo na zahtjev)

**Zaštita od vatre**

Performanse zaštite od vatre: T<sub>H</sub> = 0.2 sata. Ta struktura zida se može koristiti u:

- maks. zgradama na dva kata klasificirane kao Kategorija III I IV otpornosti na vatru u skladu sa MSZ 593/3 Mađarskog standarda ili
- industrijskim zgradama/postrojenjima u kojima se obavljaju aktivnosti klasificirane kao Klasa ‘A’ i ‘B’ rizika od požara.

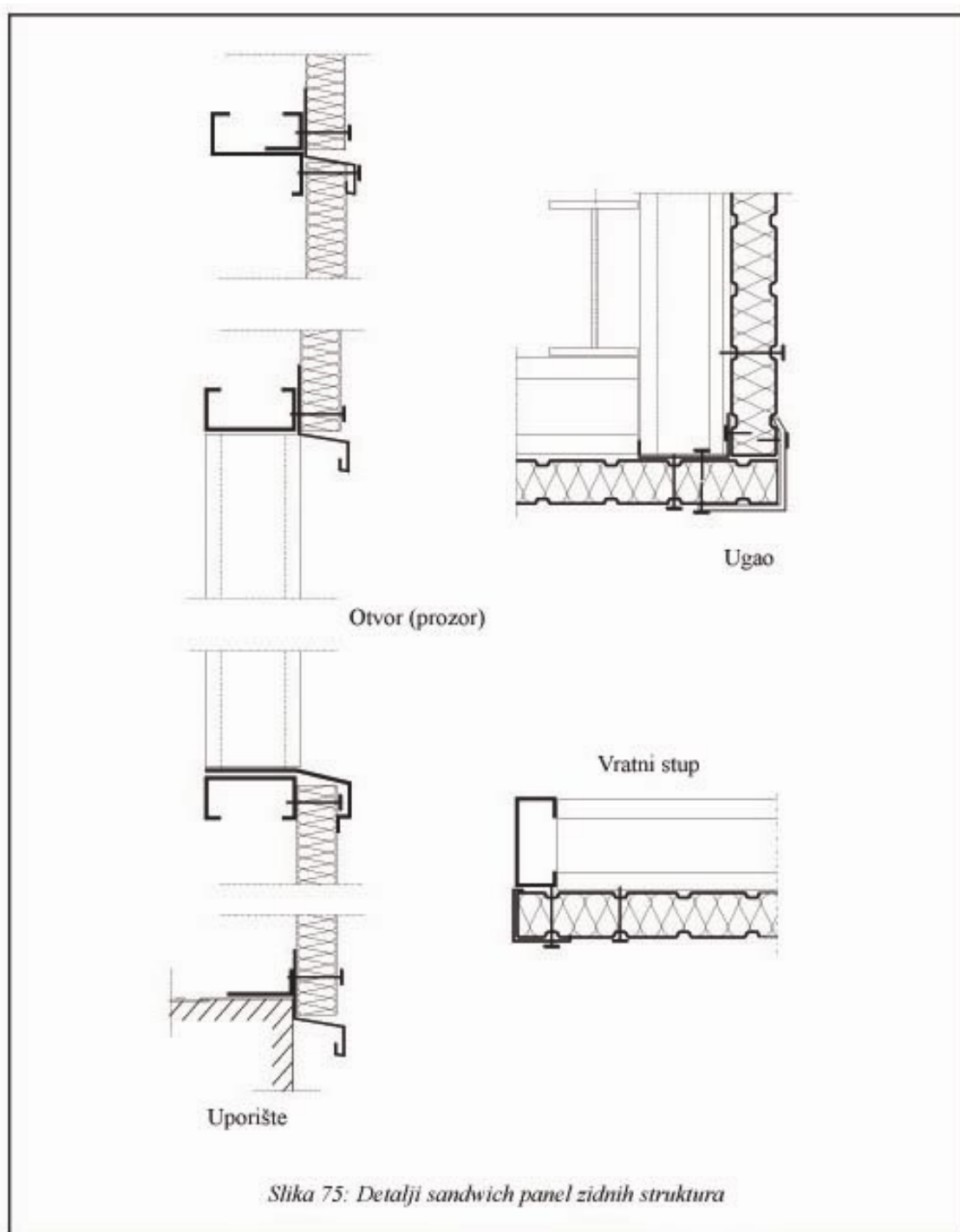
**Zvučna izolacija**

Sandwich paneli osiguravaju zvučnu izolaciju do R<sub>w</sub> = 28 dB.

**3.2.2.3.2. Konstrukcijsko ustrojstvo**

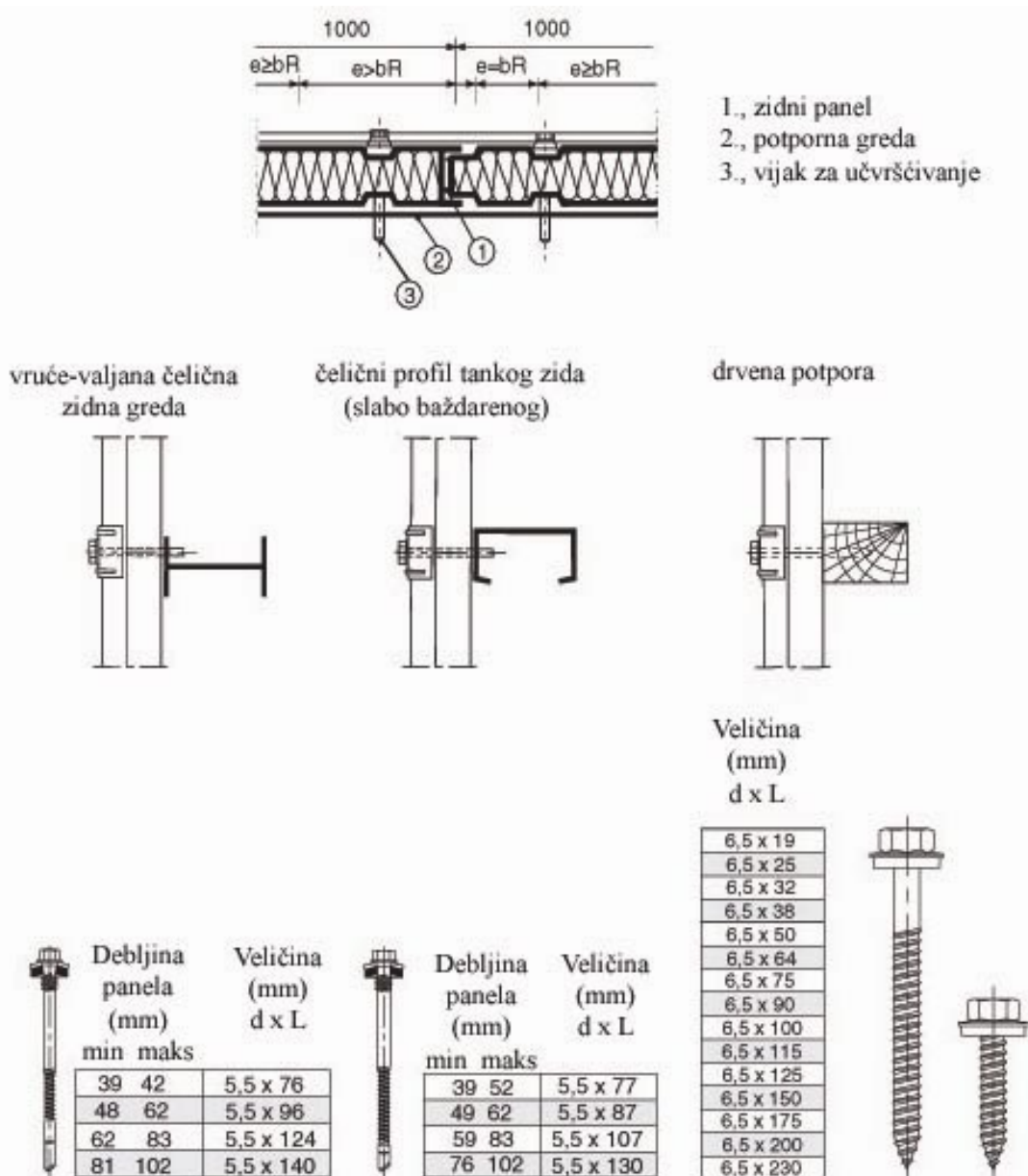
Sandwich paneli se mogu koristiti kao samo-potporna struktura, direktno učvršćena na primarnu strukturu kada se radi u ugrađenim hladnim sobama čiji je raspon manji od 6 metara. U slučaju većih zgrada, paneli se mogu pričvršćivati na sekundarni potporni sustav zidne grede/stupa (Slika 75). Sandwich paneli se mogu stavljati skupa sa dvostrukim žlijebastim i oprugastim spojevima koji daju trajno fleksibilno zatvaranje u proizvodnoj tvornici, kako bi osigurali pouzdano spajanje i trajni otpor na vodu (Slika 75).





## 3. Oblaganje hala - zidovi

Sustav Lindabovih sandwich panela uključuje svaki element potreban za konstrukciju obloga zidova (uporišna potpora, zidne grede/potporni elementi/ koji se sastoje od "Z" i "C" dijelova, streha, greda, opšava i učvršćujućih elemenata). Komponente se učvršćuju na potpore specijalnim samourezujućim vijcima od nehrđajućeg čelika koji su opskrbljeni vodootpornim otpornim na paru neoprenim podložnim pločicama. Vijci se zavijaju električnom bušilicom-zavijačem (slika 76).



Slika 76: Učvršćivanje sandwich panel zidne strukture

Cijevni kablovi i kablovi užadi se mogu pričvrstiti na spojeve zidova na nedestruktivan način (Slika 77).

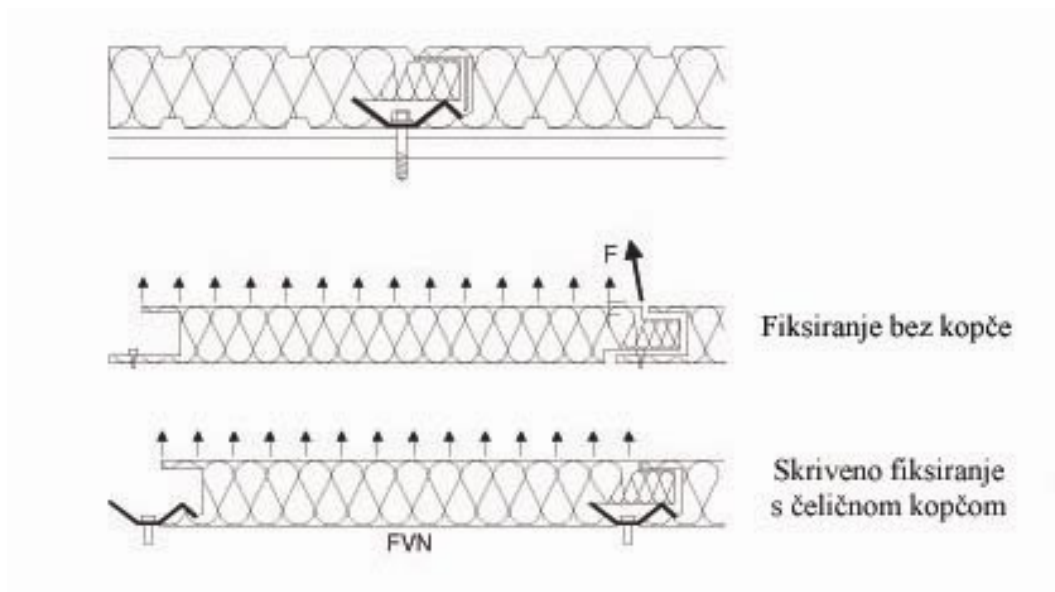


Slika 77: Horizontalni presjek spoja zidnih panela

Nekoliko tipova se može pričvrstiti specijalnim skrivenim metalnim kopčama koje se stavljaju na potporna sekundarna gredu samourezujućim vijcima.

Prednosti skrivenih učvršćujućih točaka:

- izbjegavanje toplinskih mostova i uništavanja materijala
- recikliranje neuništenih panela kad se zgrada u budućnosti demolira
- budući da je panel fiksiran s obje strane; on je savršeno položen na svoju potporna strukturu i tako je efikasno zaštićen od deformacija. Strukturna i termalna premještanja/pomicanja strukture zgrade i zida od sandwich panela su izjednačena i apsorbirana skrivenim metalnim kopčama.



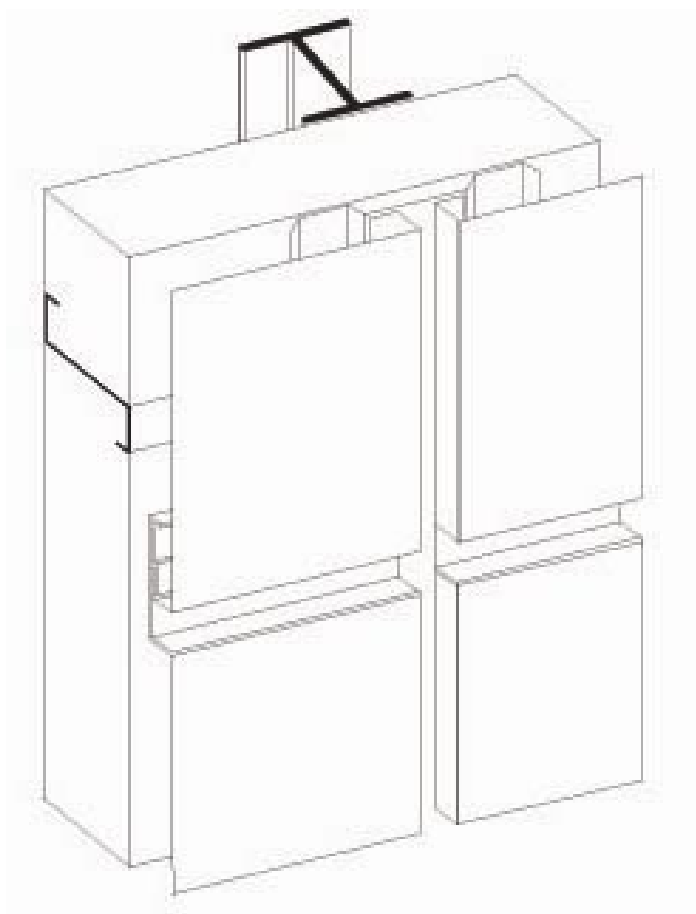
Slika 78: Skriveno fiksiranje sandwich panel zida

### 3.2.2.4. LindabQualiwall – Sastavljeni sustav zida pokriven podnosima

Ovo je napredan sustav građenja fasada prilagođen potrebama industrijskih i drugih hala, koji pruža površinu zida napravljenu od glatkih elemenata i stvara izgled koji je privlačniji nego cjelovita slika koju pruža oblaganje zidova trapezoidnim pločama.

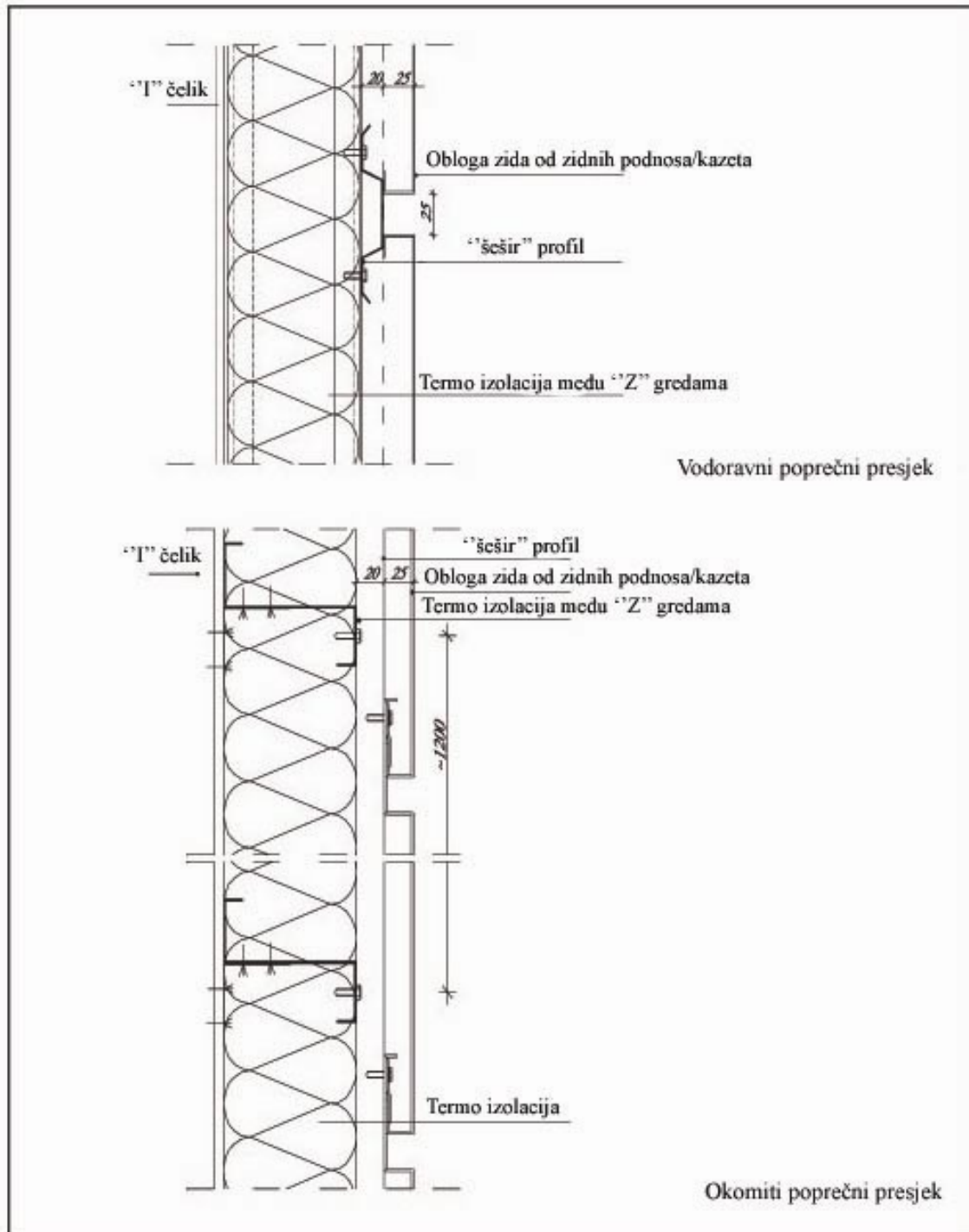
Preporučena upotreba: Instalacija, djelomična ili cijela, fasade ureda, trgovačke ili javne zgrade čije funkcije zahtijevaju elegantan i ekskluzivan izgled.

Glavni tip konstruiranja Lindab Qualizid sustava: Vertikalno složen sustav rebara je pričvršćen na vanjsku površinu "Z" greda koji čini horizontalnu potporu zidnim gredama. Sustav oblaganja zidova, koji se sastoji od "podnosa" načinjenih od oblikovanih glatkih ploča, je učvršćen na sustav rebara, uglavnom načinjenih od "šešir" profila i ima vanjsko učvršćenje vidljivim ili skrivenim tipovima. Gipsani sustav oblaganja zidova povezanih sa unutarnjim izbojcima "Z" greda čini visoko kvalitetnu površinu zidova unutar zgrade/sobe. Insulacija od topline i para je ubačena među dva sloja.



Aksonometričan pogled na obloženi zidni podnos/kazetu sa skrivenim učvršćivanjem.

3. Oblaganje hala - zidovi



### 3.2.2.5. LindabTradwall - Sustav zidova s tradicionalnim oblaganjem ciglama

Lagana struktura građenja hala se može integrirati u tradicionalnu građevnu okolinu korištenjem ove fasadne tehnike završavanja.

Preporučena upotreba:

Instalacija, djelomična ili potpuna fasade trgovačke, edukacijske i sportske ustanove gdje arhitekturne regulacije ne dozvoljavaju upotrebu metalnih ploča za oblaganje ili ako je potreban specijalni trud kako bi se naglasio određeni dio zgrade.

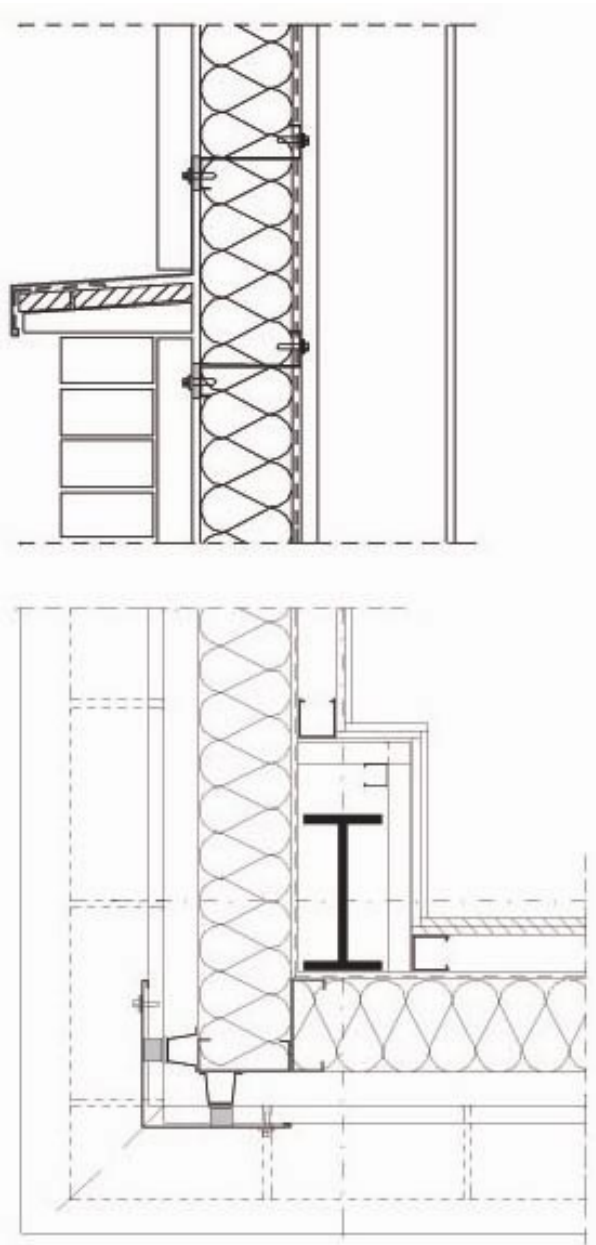
Okomiti presjek zidne strukture

Princip konstruiranja Lindab Tradizid sustava

Vertikalno složen sustav rebara je pričvršćen na vanjsku plohu "Z" grede koja čini sekundarni sustav zidnih greda, položenih horizontalno. Tada, kada je zid podignut korištenjem cigle se može učvrstiti na sustav rebara pomoću specijalnih čeličnih spajajućih komada. Sustav oblaganja zida odabran u skladu sa namijenjenom upotrebom sobe/prostorije je povezan unutarnjim izbojcima "Z" greda.

Toplinska i parna izolacija se ubacuje između dva sloja. Struktura zida se ventilira kroz zračni otvor napravljen iza ciglanog zida.

Vodoravni presjek kuta zida



### 3.3. Tehnike učvršćivanja

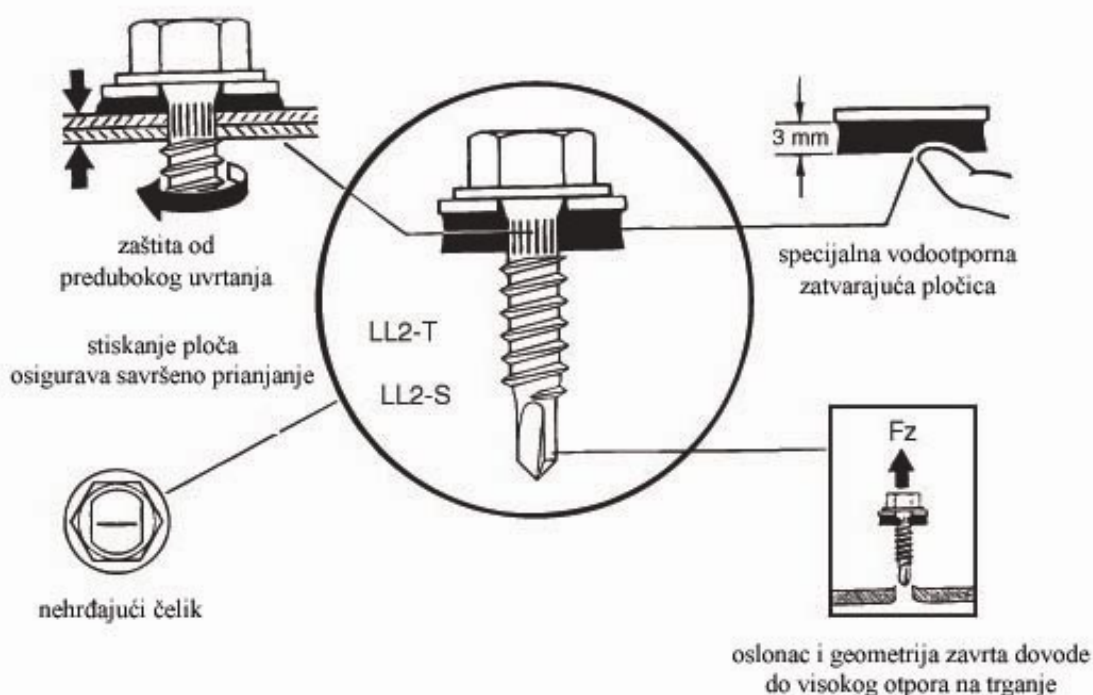
Proizvedene ploče se učvršćuju dijelovima i komponentama LINDABOVOG sustava tehnike učvršćivanja koji daje adekvatno i sigurno rješenje za svaki problem koji može nastati u svakodnevnoj praksi. Slijedeće okolnosti bi trebalo uzeti u obzir prije krajnjeg odabira pravilne učvršćujuće komponente:

- statički aspekti (primarno i sekundarno učvršćivanje)
- materijalna kvaliteta potporne strukture koja nosi teret (drvo, beton, vruće motani komadi čelika, čelični profili za tanke zidove)
- zatvarajuća sposobnost učvršćujućeg elementa
- utjecaj okoliša
- estetski zahtjevi.

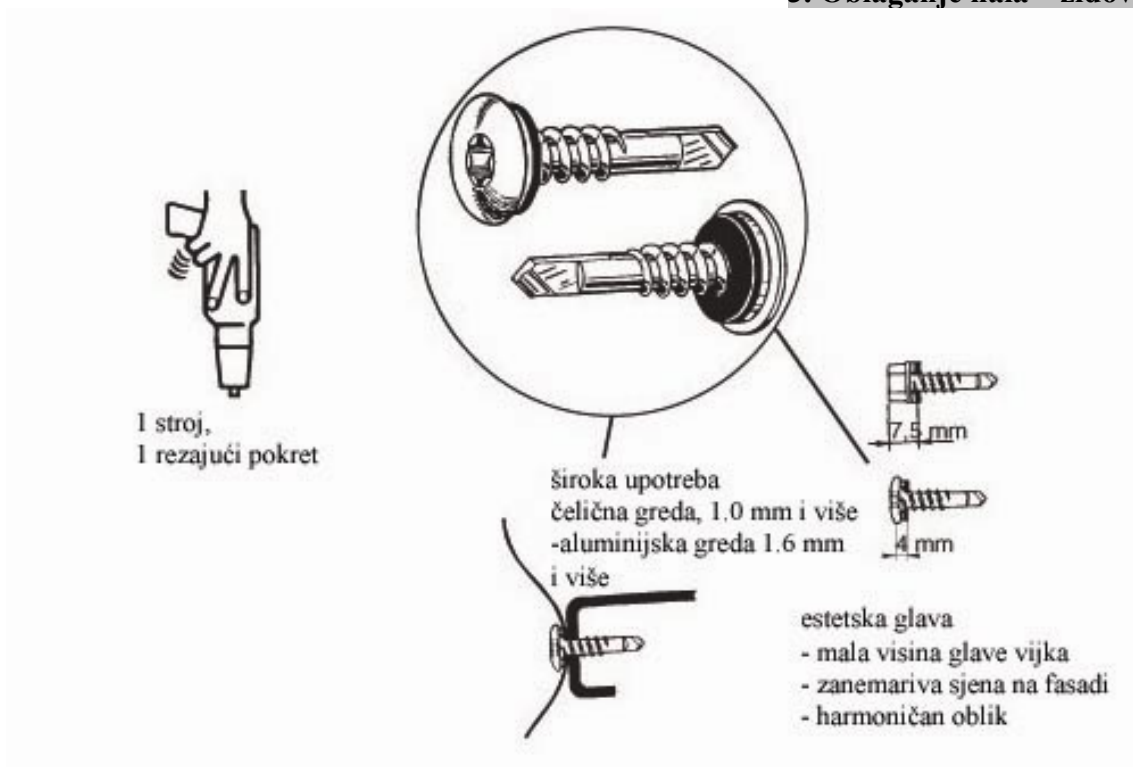
Trapezoidne ploče se mogu učvršćivati samourezujućim vijcima koji se stavljaju u donji dio valovitog žlijeba. Nepropusnost vode je osigurana podložnim pločicama s EPDM zatvarajućim prstenovima. Vijci su načinjeni od nehrđajućeg čelika ili galvaniziranog čelika, također verzije ukrašene lakom u boji nanesenim elektrostatičkim puder raspršivačem se mogu naći na tržištu.

Najčešće korištene tehnike učvršćivanja su ilustrirane u Tablici 1.

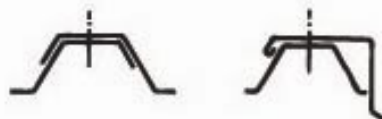
Prednosti samourezujućih vijaka:



3. Oblaganje hala – zidovi



Učvršćujući elementi koji se koriste za kreiranje spojeva (ploče do ploče)



LXL2-S16-6,3x25

LXL2-S14-5,5x22  
(A14)

LL2-S-S14-4,8x20  
(A14)

LL2-A14-5,5x20

LL2-T-A14-4,8x20



Debljina ploča

Min. 2x0,63

Maks. 2x1,0

2x0,4

2x1,0

2x0,4

2x1,0

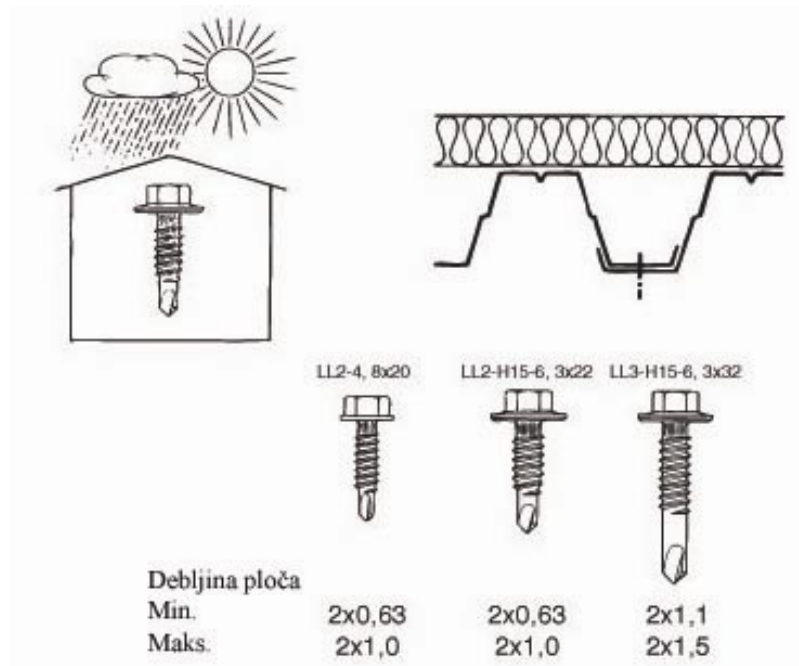
2x0,4

2x0,7

2x0,4

2x1,0



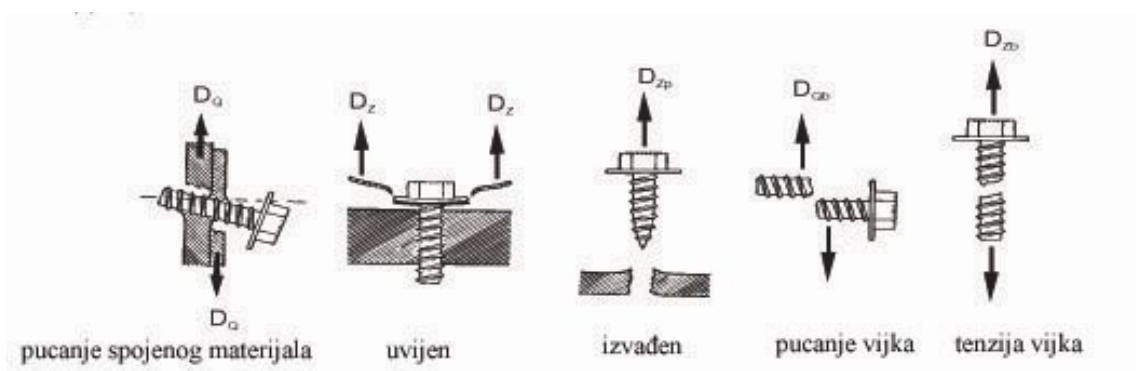


### Dizajn samourezujućih vijaka

Vrijednost dizajna aktivne snage ne bi trebalo biti veće nego što je manji otpor s obzirom na mogućnost neuspjeha.

$$D_M \leq D_H = \text{otpor zavintog spoja}$$

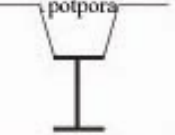

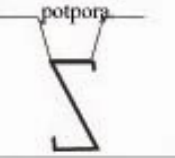




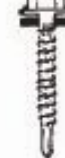
Vrijednosti  $D_H$  povezane s mogućim nesupjehom možete pronaći u Dizajn priručniku o samourezujućim vijcima



### Polja upotrebe učvršćujućih elemenata

Glavna upotreba samourezujućih vijaka je učvršćivanje LINDAB proizvoda za tanke zidove kao što je sažeto u slijedećoj tabeli.

Oblik glave vijka, podložna pločica i zatvaranje.

Metoda učvršćivanja	Vodootporni fiksirani elementi – vijci od nehrđajućeg čelika	Ne-vodootporni fiksirani elementi – galvanizirani čelični vijci vruće valjani
Ploča- tankozidna, vruće valjana presječna potpora 	LX6/12-S16 <sup>1</sup> -5,5x25  LX12/12-S16 <sup>1</sup> -5,5x25	LD8-H 15 <sup>4</sup> -5,5x25 LD6-T16 <sup>2</sup> -5,5x22  LD12-H15 <sup>4</sup> -5,5x32 LD12-T16 <sup>2</sup> -5,5x36 
Ploča- tankozidna, čelična presječna potpora 	LX3/12-S16 <sup>1</sup> -5,5x25  LX6/6-S16 <sup>1</sup> -5,5x25	LD3-H 15 <sup>4</sup> -5,5x22 LD3-T16 <sup>2</sup> -5,5x22  LD6-H15 <sup>4</sup> -5,5x22 LD6-T16 <sup>2</sup> -5,5x22 
Ploča – čelik 	LL2-S-S14 <sup>1</sup> -4,8x20  LXL2-A14 <sup>3</sup> -5,5x22  LXL2-S16 <sup>1</sup> -6,3x25	LL3-H 15 <sup>4</sup> -4,8x20 LL2-T-T14 <sup>2</sup> -4,8x20  LL2-H15 <sup>4</sup> -6,3x22 LL3-H15 <sup>4</sup> -6,3x32 
Ploča – drvena potpora 	LXW-S16 <sup>1</sup> -5,5x40  LXW-S16 <sup>1</sup> -6,5x50  LW-S-A14 <sup>3</sup> -4,8x35	LW-T-A14 <sup>3</sup> -4,8x35 

1 = podložna pločica od nehrđajućeg čelika: zajedno sa S14, S16, S19 i EPDM zatvarajućim prstenom

2 = podložna pločica od vruće umočenog, galvaniziranog čelika: zajedno s T14, T16, T19 i EPDM zatvarajućim prstenom

3 = aluminijska podložna pločica: zajedno s A14, A16, A19 i EPDM zatvarajućim prstenom

4 = oblik uzdužne glave: H15 bez podložne pločice i zatvarajućeg prstena

5 = standardni oblik glave: H15 bez podložne pločice i zatvarajućeg prstena


Nekoliko metoda učvršćivanja se preporučaju u slučaju potpornih elemenata od betona:

- samourezujućij vijci ugurani u prazan čelični oblik fiksiran u čeličnu gredu
- vijak + zakovica od metala ili plastike
- šiljak (zavijeni čavao zabijen u rupu)
- šiljak (zavijeni čavao zabijen u rupu)

Otpor spojeva s obzirom na različite neuspjehe funkcija

Uvijen

R <sub>ec</sub> N/mm <sup>2</sup>	Debljina fiksiranih ploča (mm)									
	0,40	0,50	0,60	0,65	0,70	0,80	0,90	1,00	1,25	1,50
250	1,50	1,88	2,25	2,44	2,63	3,00	3,38	3,75	4,69	5,63
280	1,68	2,10	2,52	2,73	2,94	3,36	3,78	4,20	5,25	6,30
350	2,10	2,63	3,15	3,41	3,68	4,20	4,73	5,25	6,56	7,88



Napomena: pločica vijka primjerene rigidnosti i njen dijametar je min. Ø 14 mm.

Pucanje ploča (propast cijelog ruba) (kN)

Debljina donje ploče (mm)	Debljina metala na podebljanoj glavi (mm)									
	0,4	0,5	0,6	0,65	0,7	0,8	0,9	1	1,25	1,5
0,4	0,35									
0,5	0,43	0,5								
0,6	0,50	0,56	0,73							
0,65	0,54	0,59	0,76	0,82						
0,7	0,57	0,63	0,8	0,85	1,15					
0,8	0,65	0,69	0,86	0,92	1,22	1,4				
0,9	0,72	0,76	0,93	0,98	1,3	1,47	1,68			
1	0,79	0,83	1	1,04	1,38	1,54	1,74	1,96		
1,25	0,79	0,99	1,16	1,2	1,56	1,71	1,89	2,1	2,74	
1,5	0,79	0,99	1,33	1,36	1,75	1,88	2,04	2,23	2,84	3,61
2	0,79	0,99	1,33	1,44	1,94	2,22	2,34	2,5	3,03	3,73
2,5	0,79	0,99	1,33	1,44	1,94	2,22	2,49	2,77	3,22	3,85



Izvađen

R <sub>sk</sub> N/mm <sup>2</sup>	Nominalna debljina potporne grede (mm)												
	0-6	0-65	0-7	0-8	0-9	1	1-25	1-5	2	2-5	3	4	5
270	0-38	0-42	0-47	0-58	0-69	0-81	1-13	1-49	2-29	3-21	4-21	6-49	9-07
320	0-45	0-5	0-56	0-69	0-82	0-96	1-34	1-77	2-72	3-8	4-99	7-69	10-75
350	0-49	0-55	0-62	0-75	0-9	1-05	1-47	1-93	2-97	4-16	5-46	8-41	11-75

Napomena:

Vrijednosti u tablici su za vijke dijametra Ø 5.5 mm.

Korektivni multiplikatorni faktor (m) bi se trebao koristiti u slučaju drugog dijametra:

m = 1.07, u slučaju Ø 6.3

m = 0.93, u slučaju Ø 4.8

Stanje koje treba biti zadovoljeno je:

$$\frac{D_{M,Z}}{D_{H,Z}} + \frac{D_{M,Q}}{D_{H,Q}} \leq 1$$

D<sub>M,Z</sub> = dizajnirana ratezna sila u vijku

D<sub>H,Z</sub> = rastezni otpor sili vijka

D<sub>M,Q</sub> = dizajnirana sila pucanja vijka

D<sub>H,Q</sub> = otpor pucanju vijka

Tipovi i otpori potrebnih samourezujućih vijaka se mogu odabrati iz našeg dizajn vodiča ("Učvršćujući elementi").

#### **Popravljajući vijci (TDC – S – 16 – 7.1 x 19)**

Može se desiti da se naprave loše rupe, kao rezultat:

- krivog bušenja
- neuspješnih zakovica i vijaka
- ponovljene upotrebe spašenih ploča s drugog mjesta.

Svi ti događaji mogu uzrokovati penetraciju vode/vlage kroz krov i oštećenje kvalitete obloge zida.

Posebni popravljajući vijci se mogu koristiti za profesionalni popravak.

Njihov dijametar je veći nego dijametar rupe, a njihov oblik i boja su savršeno pogodeni s onima originalnih dijelova, te garantiraju apsolutnu otpornost na vodu.

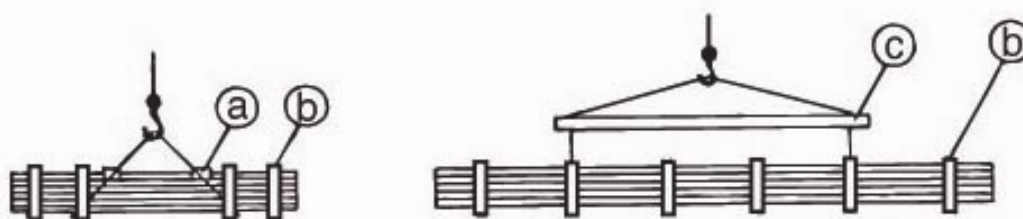
Ovisno o prirodi spoja, popravni rad se može raditi u skladu sa slijedećim preporukama:

- u slučaju spajanja ploče sa pločom: popravljajući vijak je zabijen u postojeću rupu
- u slučaju spajanja ploče sa potporom: dijametar postojeće rupe se mora povećati na Ø 6.55 mm nakon čega slijedi zabijanje vijka u rupu.



### 3.4. Transport, skladištenje i instalacija LINDAB obložnih elemenata

Stalan rad tvornica naboranja podržava produkciju ploča različitih duljina: stvarna duljina ovisi o tipu profila i debljini ploče. Izbor optimalne dostavljene duljine i najbolje kombinacije metoda pakiranja i sredstava dostave zahtijeva pravilnu pažnju. Optimalan način spremanja: proizvodi moraju biti razdvojeni umetanjem plastične folije ili specijalnog ravnog papira. Ploče moraju biti umotane u drvene sanduke (b) kako bi ih se zaštitilo tokom transporta i materijalnog baratanja ako je potrebno daju se i zaštitne ploče (b) za zaštitu rubova. Paketi moraju biti dizani plastičnim petljama ili gumenom užadi; upotreba dizajuće grede (c) može biti korisna u slučaju posebno dugih proizvoda (Slika 79).



Slika 79.

U slučaju kraćih proizvoda, viljuškar može biti od koristi ali upotreba dizalice je bolja. Dovoljno područje mora biti rezervirano na mjestu konstrukcije za skladištenje.

Potpunost i moguća oštećenja se moraju odmah provjeriti u vrijeme dolaska pošiljke kako bi pokazali moguće manjkavosti ili fizičku štetu. Paketi bi trebali biti skladišteni malo nakrivo kako bi moguća voda ili kondenzat iscurio. Osim toga, proizvodi skladišteni vani moraju biti prekriveni tarpalinom.

Ploče koje imaju plastične obloge ne bi trebale biti skladištene vani dugo vremena (tj. mjesec ili dva dana) zato što kondenzat može naškoditi oblogu. Ako je takvo skladištenje neizbježno, radna snaga na mjestu bi trebala osigurati pravilnu ventilaciju.

Para ili kondenzat mogu olakšati razvoj bijele hrđe na površini galvaniziranih ploča. Hrđa mora biti maknuta prije instaliranja ploča. Svaka ploča se posebno podiže na krov, korištenjem sigurnosne užadi kako bi se spriječila moguća šteta uzrokovana vjetrom.

Parametri potpornih struktura (ravnoća, rektangularnost, širina podnosećeg područja) moraju biti provjereni prije instalacije ploča. Ako bilo kakva manjkavost čini instalaciju teškom ili nemogućom, pisano izvješće se mora pripremiti kako bi se zahtijevalo popravak problema.

Mjesto trapezoidnih ploča mora biti naznačeno konopima na nosivoj površini. Manje diverzije mogu biti postavljene transverzalno povlačeći ili gurajući ploču. Ploče obučene plastikom se moraju pažljivo micati i to treba raditi noseći čiste rukavice tokom ručnog pomicanja.

Treba obratiti pažnju na pažljivu implementaciju dilatacijskih razmaka. U slučaju toplog krova, potporne naborane ploče su izložene samo manjim temperaturnim varijacijama, dakle, dovoljno je podesiti dilatacijske razmake prema onima zgrade. U slučaju hladnih krovova, vanjsko oblaganje zidova ili ekstremne temperaturne razlike, pravilne metode učvršćivanja moraju biti primijenjene ili ovalne rupe moraju biti izrezane kako bi omogućile neometano termalno pomicanje.

Dobavitelj koji preuzima instalaciju Lindabovih ploča mora imati kvalificiranu radnu snagu, dovoljnu osiguravajuću policu, tehničke certifikate i treba redovito provjeravati pridržavanje radnim sigurnosnim pravilima.

Slijedeće aspekte treba uzimati u obzir:

- mrlje ili oštećenja plastičnog sloja se trebaju izbjegavati, osobito tokom rezanja,
- strugotine se moraju otkloniti, puhanjem ako je moguće kako bi se spriječilo moguće hrđanje ili oštećenja,
- sve mrlje moraju biti otklonjene prije sušenja, pogotovo u slučaju katrana ili bitumena.

Površina mora biti očišćena mokrom krpom ili pažljivim pranjem.

### Nečistoća

Prašina

Bitumen ili katran

Hrđa

Tragovi žbuke

### Metoda/materijal čišćenja

Voda ili lagano sapunasta otopina

Benzen ili razrijeđivač (Ha-Ku-vk 1025/16)

Razrijeđivač (Ha-Ku-vk 1025/16 ili P3-+1166)

Mehaničko odstranjivanje

Ako je moguće, površinu bi trebalo nježno čistiti, bez pritiskanja površine kako bi se izbjegle trajne deformacije površine ili gubitak sjaja. Čišćenje treba biti praćeno ispiranjem velikom količinom vode. Korištenje otopine amonijaka, granularnih sredstava za čišćenje masnoća, nitro-razrijeđivača ili razrijeđivača sa klorom ili aromatičnim sastojcima je zabranjeno.

Mrlje nastale tokom instalacije na mjestu se mogu popraviti lakom kojeg je osigurao dobavljač. Taj posao se treba ograničiti na samo apsolutno potrebne popravke, fokusirajući se na nedostatke na površini koje dolaze do temeljnog metala. Mogu se popravljati samo čiste, suhe i nemasne površine, finim kistom kako bi se ograničila veličina popravljene površine ne minimum. Treba koristiti samo potrebnu količinu laka; popravljena mrlja ne bi trebala biti vidljiva s uobičajene daljine gledanja. Treba se koristiti samo originalni popravni lak kako bi se osiguralo najbolje pogađanje boje.

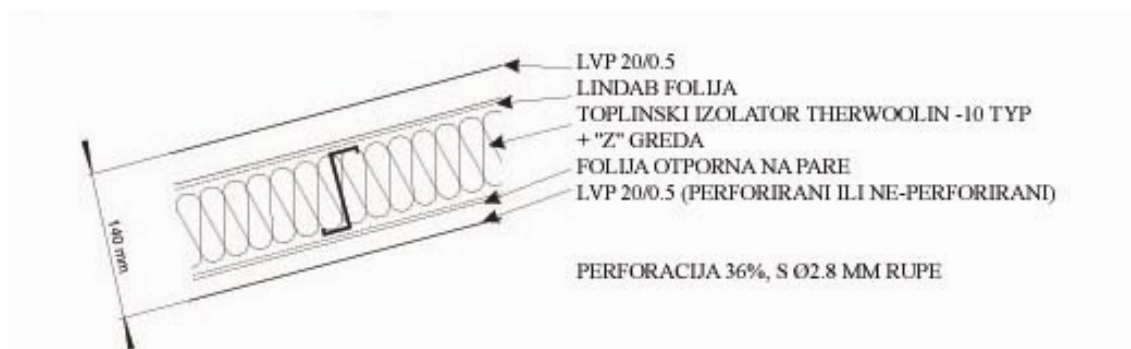
Ako je potrebno, popravni lak se može nanijeti i na veće površine također. Stupanj pripreme će ovisiti o stanju oštećene površine. Trebalo bi pozvati dobavljače specijalizirane za taj posao.

Prvi sloj se mora nanijeti na čistu, osušenu i nemasnu površinu kako bi se izbjegla korozija. Prekrivna glazura se treba nanijeti na osušeni prvi sloj. Zbog mogućih razlika u boji, korisno je prebojati cijelu površinu ili jasno ograničena područja. Preporučljivo je mijenjati boju prebojane površine.

Preporučeni tipovi lakova: AY bazni PVC-MP ili PVR A4 lak za sušenje na zraku, vanjsku upotrebu. Disperzivne boje se mogu nanositi i na unutarnje površine.

### 3.5. Akustika

LVP perforirani profili ploča koji se koriste za slaganje unutarnjih obloga/presvlaka toplinski izoliranih hala imaju odlično smanjenje buke; a to je osnovni zahtjev specificiran u dotičnim regulacijama za građenje koje se odnose na građevine klasificirane u određene kategorije. Strukture zidova koje omogućavaju smanjenje buke se mogu klasificirati temeljem testnih rezultata, standardnih specifikacija i slijedećih karakteristika:



- Eliminacija zvukova u zraku (u slučaju zaštite od buke prometa):
  - perforirana struktura zida:  $R_{ko} = 25.5$  dB
  - ne-perforirana struktura zida:  $R_{ko} = 27.3$  dB
- Eliminacija zvukova u zraku (u slučaju zaštite od buke druge vrste):
  - perforirana struktura zida:  $R_w = R_j = 29.0$  dB
  - ne-perforirana struktura zida:  $R_w = R_j = 33.0$  dB
- Akustična apsorpcija (u slučaju zaštite od buke prometa):
  - perforirana struktura zida:  $L_{ako} = 2.8$  dB
  - ne-perforirana struktura zida:  $L_{ako} = 0.3$  dB
- Akustična apsorpcija (u slučaju zaštite od buke druge vrste):
  - perforirana struktura zida:  $L_{aj} = 6.86$  dB
  - ne-perforirana struktura zida:  $L_{aj} = 0.8$  dB

Broj certifikata kvalitete proizvoda, dobiven od ÉMI: M-103/95 (Mađarsko društvo za osiguranje kvalitete).

U skladu s mađarskim standardom "MSZ 13-121-1:1992 Zaštita od buke prometa" zidne strukture koje smanjuju buku se klasificiraju:

- u skladu s njihovom sposobnošću da eliminiraju buku u zraku:
  - prilagođene
  - zato jer je  $R_{ko} > 25$  dB

- u skladu sa akustičnom apsorpcijom:
  - povratne
  - zato jer je  $L_{ako} < 4$  dB

### 3.5.1. Ubacivanje vrata i prozora

#### 3.5.1.1. Prozori

LINDABOVI prozori se slažu od članova REHAU S730 obitelji profila napravljenih od dvostruko istisnutih PVC-a. Profili korišteni za slaganje okvira i ešarpa imaju tri zračne komore (koeficijent transmisije topline  $K = 1.5$  do  $1.6 \text{ W/m}^2\text{K}^\circ$ ) i pojačavaju se s umetanjem čeličnog dijela. Ukupna debljina profilnog sustava: 60 mm.

Standardne veličine:

Fiksirani prozori	Pokretni prozori	Donja ešarpa	Pokretni i donji prozor
900 x 900	600 x 1200	900 x 900	600 x 1200
900 x 1200	600 x 1500	900 x 1200	600 x 1500
1200 x 1200	900 x 900	900 x 1500	900 x 900
1200 x 1500	900 x 1200	1200 x 1200	900 x 1200
1500 x 1500	900 x 1500	1200 x 1500	900 x 1500
1500 x 1800	1200 x 1200		1200 x 1200
1800 x 1500	1200 x 1500		1200 x 1500
1800 x 1800	* 1500 x 1200		* 1500 x 1200
	* 1500 x 1500		* 1500 x 1800
			* 1800 x 1200
			* 1800 x 1500

\*gornji dio prozora se otvara

Standardna boja: bijela

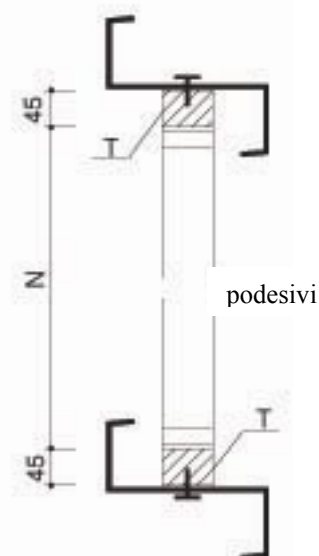
Osnovni tipovi: fiksirani, pokretni, prozor sa donjom ešarpom, pokretni i donji prozor. prozori se mogu kombinirati u sustavu prozora s 'klasom profila'.

Prozori su dostupni u veličinama po želji.

Prozori koji se stavljaju na visine veće od 1.6 m bi trebali doći s priručnikom ili elektronskim daljinskim upravljačem.

Prozori se mogu ubaciti u sustav greda okvira lakog zida, a da se i dalje bude u skladu sa slijedećim specifičnim zahtjevima:

- razdaljina između greda okvira zida "Z" profila kada se mjeri na plohi prozora:
- nominalna visina prozora + 2 x 45 mm.



Slika 80: Instalacija prozora – vertikalni presjek

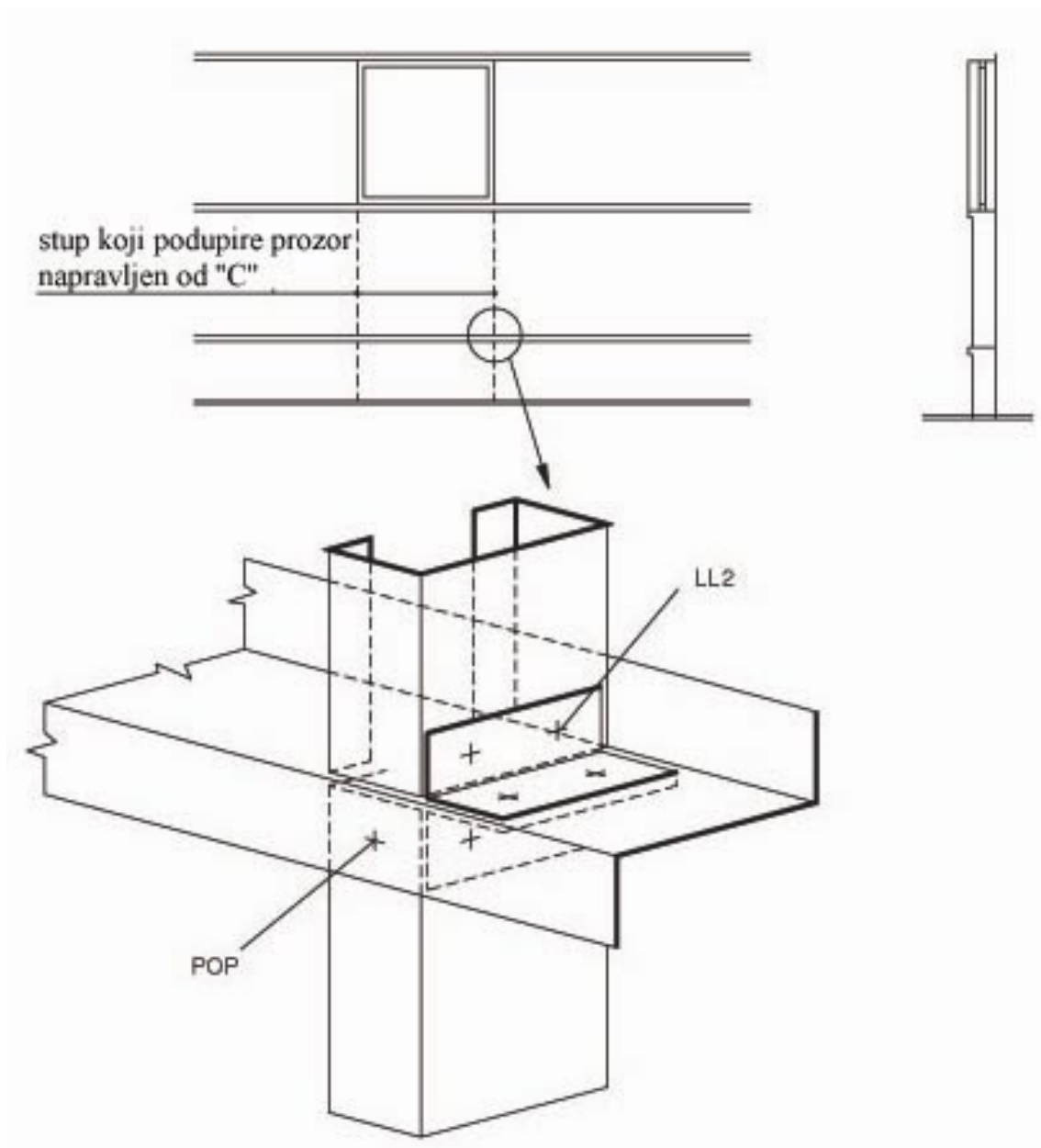


**Specifikacija kvalitete prozorskih okvira**

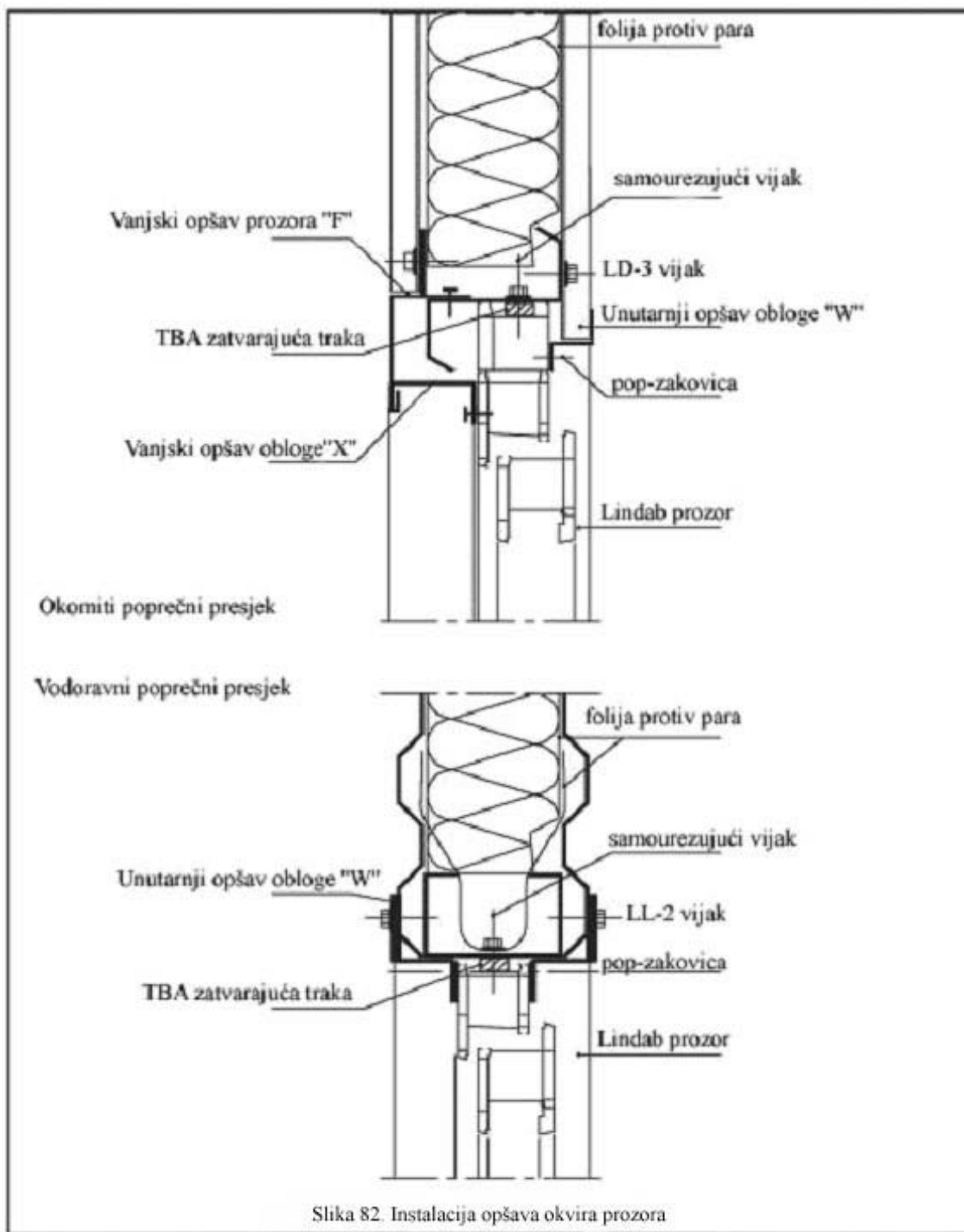
<b>Tehnički parametar</b>	<b>Zahtjev</b>	<b>Mjerena vrijednost</b>	<b>Metoda testiranja</b>
Izgled	edinstvena boja, oslobođena stranih tvari ili napuklina	Svaki uzorak je bio u skladu sa zahtjevima	Vizualna inspekcija
Debljina (g/cm <sup>3</sup> )	Vrijednost specificirana od dobavljača ± g/cm <sup>3</sup>	1.75	MSZ ISO 1183
Apsorpcija hladne vode (%)	Maks. 0.05	0.03	MSZ 7083
Temperatura omekšavanja Vicat-a	Min. 75	115.2	MSZ ISO 306
Jačina istegnuća (N/m <sup>2</sup> )	Min. 37.5	42.5	MSZ KGST 1199
Termalni otpor: Profil # 68 Profil # Z 60 S Profil # 86 Profil stulp. Profil # 18.5 Profil # 14.5 Profil # 6.5	Bez mjehurića, napuklina, ljuskanje je dozvoljeno na površini profila	Zadovoljavajuće	MSZ -09-40.0051 150 °C, 30 minuta
Promjene dimenzija pri zagrijavanju (%) Profil # 68 Profil # Z 60 S Profil # 86 Profil stulp. Profil # 18.5 Profil # 14.5 Profil # 6.5	Maks. 2.0	1.76 1.67 1.74	MSZ -09-40.0051 100 °C, 1 sat
Otpor na udare (omjer neuspjeha u %) Profil # 68 Profil # Z 60 S Profil # 86	Maks. 2.0	2.15 2.11 2.15 2.14	MSZ -09-40.0051 100 °C, 1 sat m= 1 kg, h= 1m
Promjena boje zbog izloženosti vremenu (sivoća)	Maks. 10	0 0 0	Nakon izlaganja radijaciji od 0.8 MWs/cm <sup>2</sup>
Dinamična snaga savijaja (kJ/m <sup>2</sup> )	Maks. 3	43	Mjereno na testnom uzorku sa duplim V-utorom

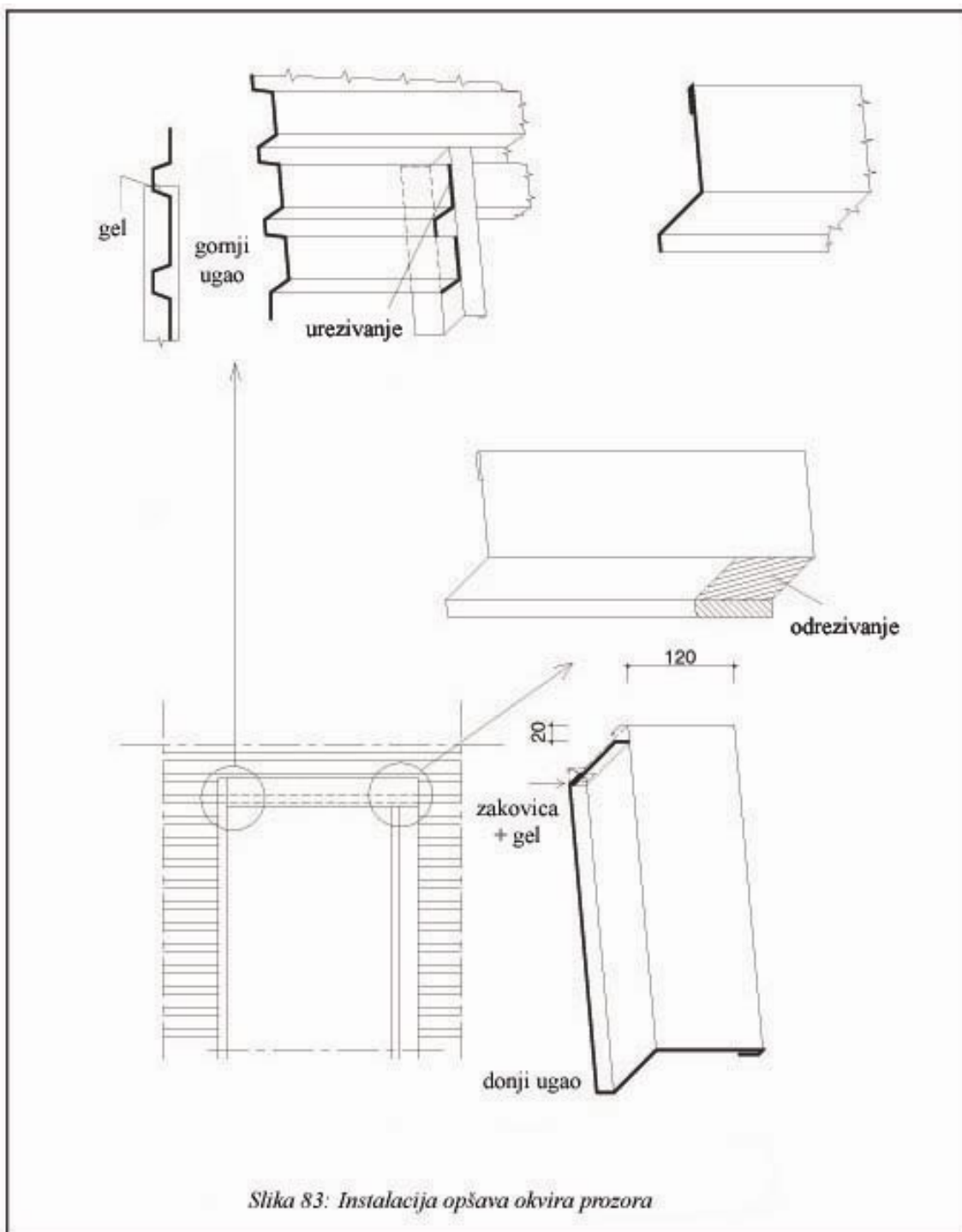
**3. Oblaganje hala – zidovi**

- "Z" greda stavljena ispod prozora mora biti podbočena zato što nije sposobna podržati vertikalni teret bez da pretrpi značajne deformacije. Trebalo bi koristiti "C" dio koji počiva na podu, a ima iste dimenzije kao i one "Z" profila (slika 81).



*Slika 81: Ubacivanje dodatnih elemenata potpore zida ispod prozora*





### 3.5.1.2. Vrata

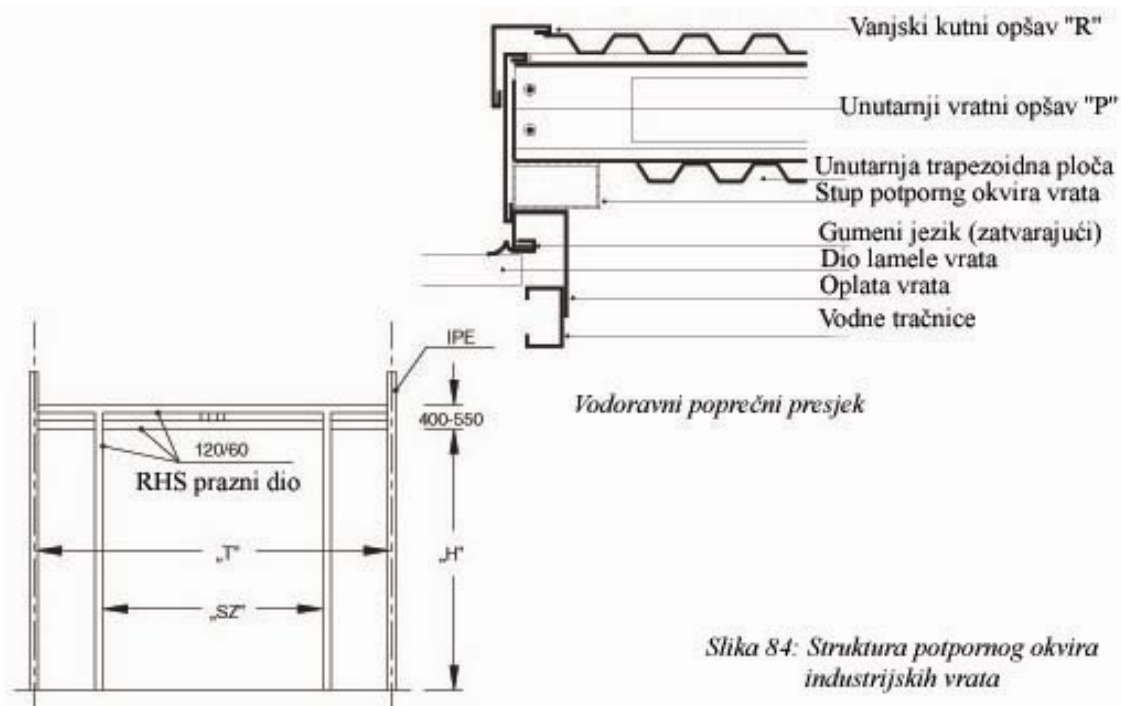
Njihov strukturni materijal je identičan onom od sustava prozora.

Standardne veličine (jednokrnlna vrata):		Standardna boja: bijela.
Francuski prozor	900 x 2100    900 x 2400	1500 x 2100    1800 x 2100
Ulazna vrata	900 x 2095    1000 x 2095	1500 x 2095    1800 x 2095

Vrata su uklopljena u strukturu zidnog okvira koju podržava "C" profilna oplata (kao u slučaju prozora). Visina grede zidnog okvira od poda ubačene iznad vrata je jednaka (nominalnoj visini vrata + 45 mm).

### 3.5.1.3. Industrijska vrata

Vrata se instaliraju u vratni okvir napravljen od RHS 60 x 120 x 30 mm praznog dijela koji se proizvodi i instalira zajedno s okvirom. Budući da parametri okvira ovise o veličini i tipu vrata, mogu se dobiti u slučaju posjedovanja točnih inicijalnih podataka. Stupovi okvira vrata se mogu učvrstiti na zakovice ugrađene u pod, sidrenjem klinova proguranih kroz rupe na baznoj plohi na dnu stupa. Gornji dio okvira je zavaren na stupove primarnog okvira, osiguravajući da je vanjska ploha okvira vrata podešena s primarnim stupovima okvira. Tako, zidne grede (potporni elementi) napravljeni od "Z" dijelova će sjesti u red kada se gledaju sa plohe fasade (Slika 84).



**LITERATURA**

Met-Szoft:	Osnovni principi dizajna hala	1995
LINDAB:	Dizajn vodič: "Z" i "C" grede	1999
	Dizajn vodič: Trapezoidne naborane ploče	1999
	Dizajn vodič: Pričvršćujući elementi	1999
	Vodič za dimenzioniranje	
	Tehnologija upotrebe hala	1995
	Tak-Väggkatalogen	1998
	SSAB Tunnpått: Što bi trebali znati o nagibnim pločama koje se koriste u građevinskoj industriji	1997
	PAB Bemessungstabellen	1998
	Stahltrapezprofil im Hochbau (Karl Krämer Verlag)	1980
	Dizajniranje zaštite od gromova (Dr. István FODOR)	2002
	Priručnik građevinske fizike (Dr. Iván FEKETE; Müszaki Könyvkiadó)	1985
	Stručno mišljenje o građevinskoj fizici (Dr. János VÁRFALVI)	2002
	ISO-SYS uporabna tehnologija	1994
	Toplan uporabna tehnologija	1994
	Therwoolin uporabna tehnologija	1994
	Tel-Minerlwolle, katalog proizvoda	
	Greschalux, katalog proizvoda	
	Praksa borbe protiv požara (RIGIPS)	
	SFS Stadler Befestigungstechnik	
	EJOT Baubefestigung	
	LINDAB Konstrukcija hala (György SZEDERKÉNYI; radna verzija)	1999