

**argus** inženjering d.o.o.  
Novi Sad, Narodnog fronta 73  
021 466 490, 064 85 20 400  
[argus@sbb.co.yu](mailto:argus@sbb.co.yu)  
[erdevik@gmail.com](mailto:erdevik@gmail.com)

**www.argus-eng.co.rs**

## **argus** SISTEM

### **MONTAŽNO-DEMONTAŽNIH HALA**

#### **1.0 Uvod**

Poslednjih nekoliko decenija i kod nas se dešavaju ozbiljnije promene u sistemu gradnje. Ove promene jače su izražene u gradnji poslovnih objekata, gde je sistem montažne gradnje sve prisutniji. Sada u svim većim gradovima, sve više vidamo objekte izgrađene u montažnom sistemu, obložene sendvič panelima, alubondom, strukturalnim i polustrukturalnim aluminijum-staklo fasadama. To su moderni objekti kompanija sa zapada, koje ni ne razmišljaju o klasičnoj gradnji i oblaganju ciglom. Zašto?

Mnogo je razloga za takvu odluku, a najvažniji su sledeći:

1. Montažni objekti se brže grade, pošto se veći deo priprema izvodi u radionicama, van gradilišta.
2. Montažni objekti se grade od elemenata sa finalnom prefabrikacijom, sa visokim stepenom finalizacije i kvaliteta.
3. Veze između elemenata kod ovakvih sistema su rastavljive, a objekat je moguće preseliti na drugu lokaciju, troškovi održavanja su manji...

Kada su industrijske hale u pitanju, skoro da ne bi trebalo da postoji dilema, već da bi prvi izbor trebalo da budu montažno-demontažni sistemi. Ovde moramo demontažnost da naglasimo kao izuzetno bitnu osobinu. Kada kažemo MONTAŽNI objekat, to podrazumeva određenu brzinu u izgradnji, ali ne potpun kvalitet za Investitora, a kada kažemo MONTAŽNO-DEMONTAŽNI objekat, tada za Investitora dodajemo niz značajnih kvaliteta.

Posebno je bitno navesti da čelični elementi demontažnih objekata na gradilište stižu u konačnom obliku i u konačnoj antikorozivnoj zaštiti, da **nema dodatnog zavarivanja, pod sumnjivim okolnostima i dodatne zaštite takvih veza na gradilištu**. Čelični elementi u demontažnom sistemu spajaju se isključivo vijčanim vezama i pre podizanja na svoje mesto u konstrukciji, dobijaju još jedan zaštitni premaz brzosušivom industrijskom bojom.

## 2.0 Osobine **argus** hale

Razvojem detalja na preko 100 objekata došli smo do veoma lakog, optimalnog rešenja hale, koja je veoma jednostavna u pogledu forme, sa malo limarskih elemenata, laka za održavanje, potpuno prenosiva na drugu lokaciju...

Navešćemo nekoliko osnovnih osobina čelične konstrukcije **argus** sistema:

1. Elementi od hladnooblikovanih (HOP) profila omogućavaju potrebnu lakoću i nisku cenu cele konstrukcije
2. Stubovi i rešetke spojeni su specifičnom vezom koja smanjuje uvođenje momenta sile u temelje i na taj način omogućava da temelji budu u sistemu samaca, povezani temeljnim gredama. Čelična konstrukcija ovakvog tipa daje značajne uštede u temeljima
3. Krovni nosači rešetkastog tipa, veoma su laki, ali značajno kruti u ravni opterećenja
4. Rožnjače koje nose krovni pokrivač izvode se u sistemu kontinualne grede i obezbeđuju značajnu sigurnost, pošto su najopterećenije na vezama sa rešetkastim nosačima gde je krutost sistema najveća
5. Čelična konstrukcija spreže se u zidnoj i krovnoj ravni sistemom spregova koji omogućavaju dotezanje (španovanje)
6. Sve veze između sklopova su vijčane, što znači da su sistemom ojačanja i rebra ojačani svi pripoji, a svaka veza rastavljiva
7. Vijci su pocinkovani, visokog kvaliteta, čvrstoće 8.8 sa atestom

Antikorozivna zaštita čelične konstrukcije **argus** sistema:

Sistem sa ALKIDNIM BRZOSUŠIVIM BOJAMA

1. Odmašćivanje i čišćenje profila, pasivizacija korozije
2. Nanošenje osnovne boje niskopritisnim kompresorima 40-50 mikrona
3. Nanošenje završne boje niskopritisnim kompresorima 30-40 mikrona
4. Dopunska zaštita na gradilištu sa 20-30 mikrona završne boje, ukupna zaštita 90-120 mikrona

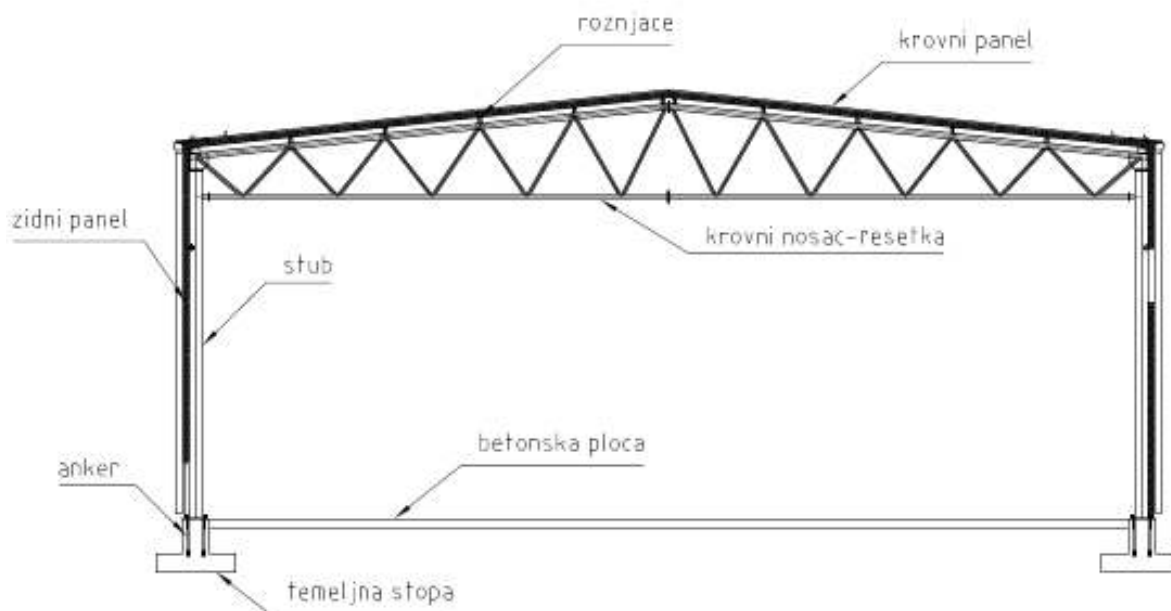
Sistem AK zaštite alkidnim brzосуšivim bojama primenjuje se u zatvorenim halama, obloženim panelima, gde nema agresivne atmosfere.

Sistem sa EPOKSIDNIM BOJAMA

1. Odmašćivanje i čišćenje profila, pasivizacija korozije
5. Nanošenje PRAJMERA
6. Nanošenje epoksidne boje kompresorima 30-40 mikrona
7. Nanošenje završne poliuretanske boje kompresorima 30-40 mikrona
8. Dopunska zaštita na gradilištu do 20 mikrona završne poliuretanske boje, ukupna zaštita 80-100 mikrona

Sistem AK zaštite epoksidnim bojama karakterističan je za objekte u kojima ima agresivne atmosfere i za otvorene nadstrešnice.

## Osnovni elementi **argus** hale:



- Stubovi:** Pravougaonog, cevastog preseka od HOP profila
- Krovni nosači:** Rešetkastog oblika, od HOP profila u pojasevima i dijagonalama
- Rožnjace:** Kontinualni Z HOP nosači sa preklopom sastavljeni vijcima
- Fasadne grede:** od U HOP profila, kao proste grede oslonjene na stubove
- Krovni spregovi:** postavljeni centrično u gornji pojas krovnog nosača, sa mogućnošću dotezanja, stabilizuju krovnu ravan, a obično se postavljaju u krajnjim i srednjim poljima
- Zidni spregovi:** održavaju nepomerljivim vrhove stubova i na taj način se odupiru dejstvima vetra
- Zidovi:** oblaganje zidova (fasada) izvodi se pomoću sendvič panela i trapeznih limova, ali je takođe moguće i zidanje između čeličnih stubova. Sendvič paneli mogu biti ispunjeni poliuretanom (PUR), polistirenom (PS) ili kamenom vunom
- Krov:** pokrivanje krova izvodi se pomoću sendvič panela i trapeznih limova sa ispunom od kamene vune poliuretana i polistirena

### Osobine različitih ispunja sendvič panela:

Posebno je bitno dobro izabrati ispunju sendvič panela, koji se sastoji iz spoljašnjeg i unutrašnjeg lima i ispunje između njih u određenoj debljini. Kada je potrebno postići visoke stepene termičke izolacije, poliuretanski paneli su najbolji i zbog toga se hladnjače oblažu skoro isključivo panelima sa ispunom od poliuretana.

Osim toga, poliuretan obezbeđuje manju težinu panela, a veću kompaktnost ploče. Nedostatak poliuretana je njegova nedovoljna otpornost na požar. Tako da poliuretanska ploča sa samogasivim poliuretanom i propisno zaštićenim limovima za debljinu od 60 do 80mm može da izdrži oko 15 do 25 minuta aktivnog požara. Dodatnim ubacivanjem aditiva na bazi fenola u poliuretan, može se ova otpornost na požar povećati do 40min, ali takav panel nije ekološki prihvatljiv, posebno u momentu požara.

Kamena vuna kao ispuna panela, rešava većinu problema otpornosti na požar, a ako su u pitanju ekološki minerali, i u pogledu ekologije. Nedostatak panela od kamene vune je u lošijoj termoizolaciji, manjoj kompaktnosti ploča, velikoj težini. Panel ispunjen sa 100mm kamene vune gustine preko 100kg/m<sup>3</sup>, termički je adekvatan panelu sa 60mm poliuretana gustine 35kg/m<sup>3</sup>.

Paneli sa ispunom od polistirena (stiropora) su lošiji po karakteristikama od poliuretanskih panela, a njihov kvalitet značajno opada sa opadanjem gustine polistirena. Tako da, nedovoljno gusti i meki stiropori u sendviču imaju loše i termičke i mehaničke karakteristike, a stiropori velikih granulacija prosto venu i postaju veoma higroskopni.

Koji panel izabrati?

Odgovor na ovo pitanje treba potražiti u osnovnoj definiciji namene objekta. U sledećoj tabeli predložićemo panel u zavisnosti od namene objekta:

| Panel  | Debljina             | Namena objekta  |
|--|----------------------|---|
| Poliuretanski<br>Krov: lim 0,5/0,4<br>Zid: lim 0,5/0,4<br>plastisol<br>25mikrona   | 50mm                 | Magacini slabozapaljivih i samogasivih materijala u kojima nije bitan režim održavanje određene temperature, već samo prosečna zaštita od toplote, kondenzacije i hladnoće (magacini čeličnih materijala i elemenata, samogasivih plastičnih materijala i sklopova niže zapaljivosti, prehrambenih artikala...). Proizvodni pogoni za delatnosti u kojima je aktivnost radnika veća i temperatura rada može biti od 12 do 15 °C |
| Poliuretanski<br>Krov: lim 0,5/0,4<br>Zid: lim 0,5/0,5<br>plastisol<br>25mikrona   | 80mm<br>100mm        | Magacini slabozapaljivih i samogasivih materijala u kojima je bitan režim održavanja određene temperature (magacini prehrambenih artikala osetljivih na promenu temperature...). Proizvodni pogoni za delatnosti u kojima je aktivnost radnika manja (krojenje, šivenje, fina obrada...), a tehnološki zahtevi za održavanjem temperature veći.   |
| Poliuretanski<br>Krov: lim 0,5/0,5<br>Zid: lim 0,6/0,5<br>plastisol<br>25mikrona ili<br>poseban premaz<br>za prehrambenu<br>industriju(food<br>safe) | 100mm<br>do<br>120mm | Hladnjače i proizvodni pogoni sa zahtevanom temperaturom od 0 do +5 °C. Hladnjače za voće i povrće, klanice, prerada mesa...  |
| Poliuretanski<br>Krov: lim 0,5/0,5<br>Zid: lim 0,6/0,6<br>plastisol<br>25mikrona ili   | 120mm<br>do<br>200mm | Hladnjače i proizvodni pogoni sa zahtevanom temperaturom od -5 do -25 °C. Hladnjače za duboko zamrzavanje voća i povrća, mesa...  |

|   |                    |  |
|---|--------------------|--|
| poseban premaz za prehrambenu industriju (food safe)                            |                    |  |
| Kamena vuna<br>Krov: lim 0,6/0,5<br>Zid: lim 0,6/0,5<br>plastisol<br>25mikrona  | 50mm<br>60mm       | Magacini i proizvodni pogoni sa zapaljivim materijalima u kojima je zahtevana otpornost na požar 30min.  |
| Kamena vuna<br>Krov: lim 0,6/0,5<br>Zid: lim 0,6/0,5<br>plastisol<br>25mikrona  | 80mm               | Magacini i proizvodni pogoni sa zapaljivim materijalima u kojima je zahtevana otpornost na požar do 60min.   |
| Kamena vuna<br>Krov: lim 0,6/0,5<br>Zid: lim 0,6/0,6<br>plastisol<br>25mikrona  | 100mm              | Magacini i proizvodni pogoni sa zapaljivim materijalima u kojima je zahtevana otpornost na požar preko 60min i potrebna solidna toplotna izolacija.  |
| Trapezni lim<br>Krov: lim 0,6/0,5<br>Zid: lim 0,6/0,6<br>plastisol<br>25mikrona | antikondenz folija | Magacini i proizvodni pogoni bez zahteva za izolacijom. Ukoliko se na trapezni lim nalepi antikondenz folija koja upija i zadržava kondenzat, nema kondenzacije, pa je tada moguća primena i na materijalima i proizvodima u kartonskim i papirnim pakovanjima, za čuvanje žitarica... |

Da bi pravilno izabrali panel moramo analizirati protivpožarne uslove koje izdaje protivpožarna policija u svakoj opštini. Ako od protivpožarne policije dobijemo uslov da obloga objekta mora da izdrži više od 60min, onda to znači da objekat moramo obložiti sa panelom od kamene vune 100mm ili zidati sa ciglom ili giter blokom, sa dodatnom izolacijom od 50mm zidne kamene vune (npr. VUNIZOL).

Naravno, treba znati i to da je oblaganje objekta sa 100mm kamene vune termički adekvatno oblaganju poliuretanom 60mm, a skuplje 8 do 9 evra po ukupnoj površini zida i krova. Ovo nije mala finansijska razlika i ako nije potrebna vatrootpornost, predlažemo da se objekat ipak obloži poliuretanom, a da se novčana razlika upotrebi za bolju preventivnu zaštitu od požara.

Treba imati na umu da požar obično izbija unutar objekta i da je funkcija vatrootpornih krovova i zidova sprečavanje širenja požara, a ako je konstrukcija objekta dodatno protivpožarno zaštićena (premazi), sprečava se i eventualno rušenje objekta.

Bez obzira na nivo protivpožarne otpornosti zidova i krova, daleko je bitnija preventivna zaštita od požara, koja podrazumeva postavljanje javljača, sirena, pp aparata, hidrantske mreže, protivpožarnih puteva. Inženjeri protivpožarne zaštite projektuju sistem kao celinu, tako da hala obložena sa poliuretanskim panelima, sa dobrim sistemom preventivne zaštite, postaje sigurnija od hale obložene nezapaljivim materijalima.

**Savetujemo Vam da u pogledu pp zaštite ne eksperimentišete, već da prihvatite zahteve iz protivpožarnog elaborata, koji je izradilo stručno lice.**

### Limarski elementi i odvod vode:

Nakon izgradnje objekta jako je bitno pravilno odvođenje vode dalje od objekta. Svaki iskusniji građevinski inženjer će Vas savetovati da nakon osnovne faze gradnje samog objekta uradite i deo uređenja okoline objekta koji podrazumeva odvođenje vode, betoniranje staza oko objekta, pristupnih puteva, platoa...

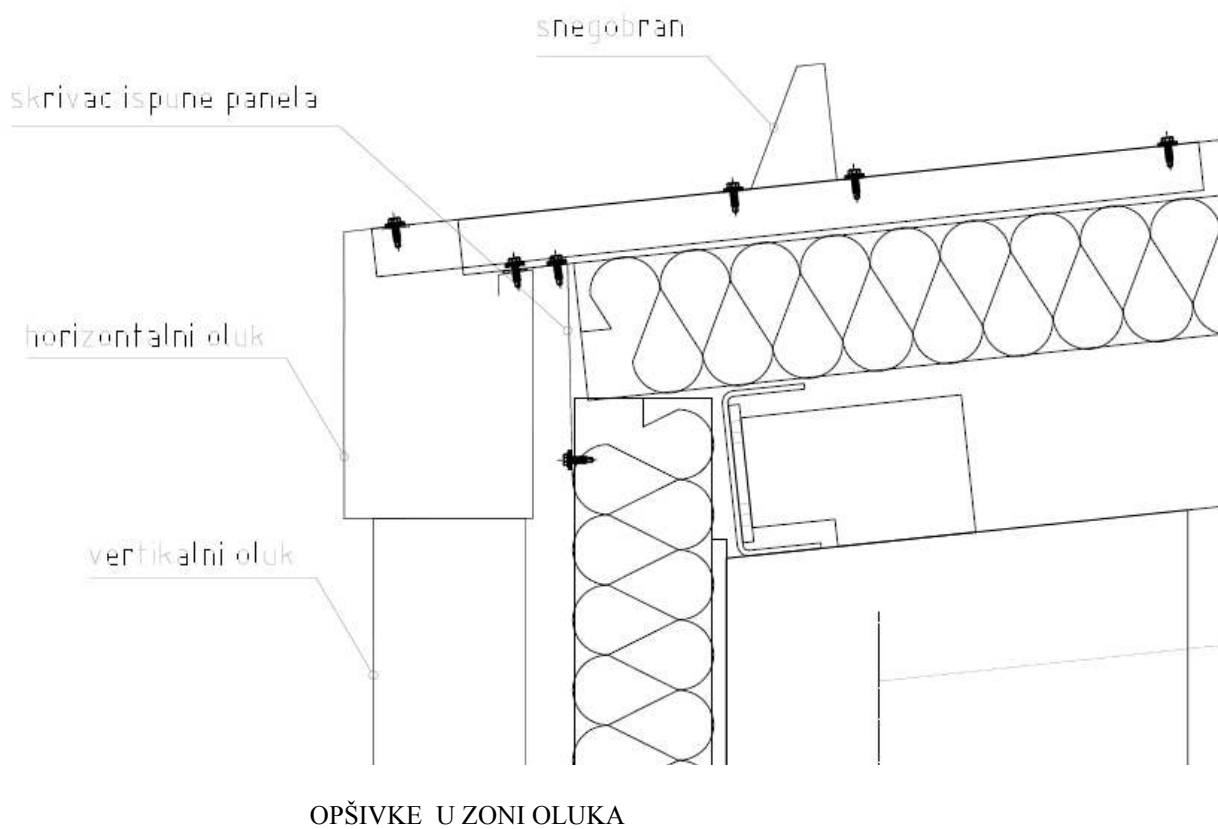
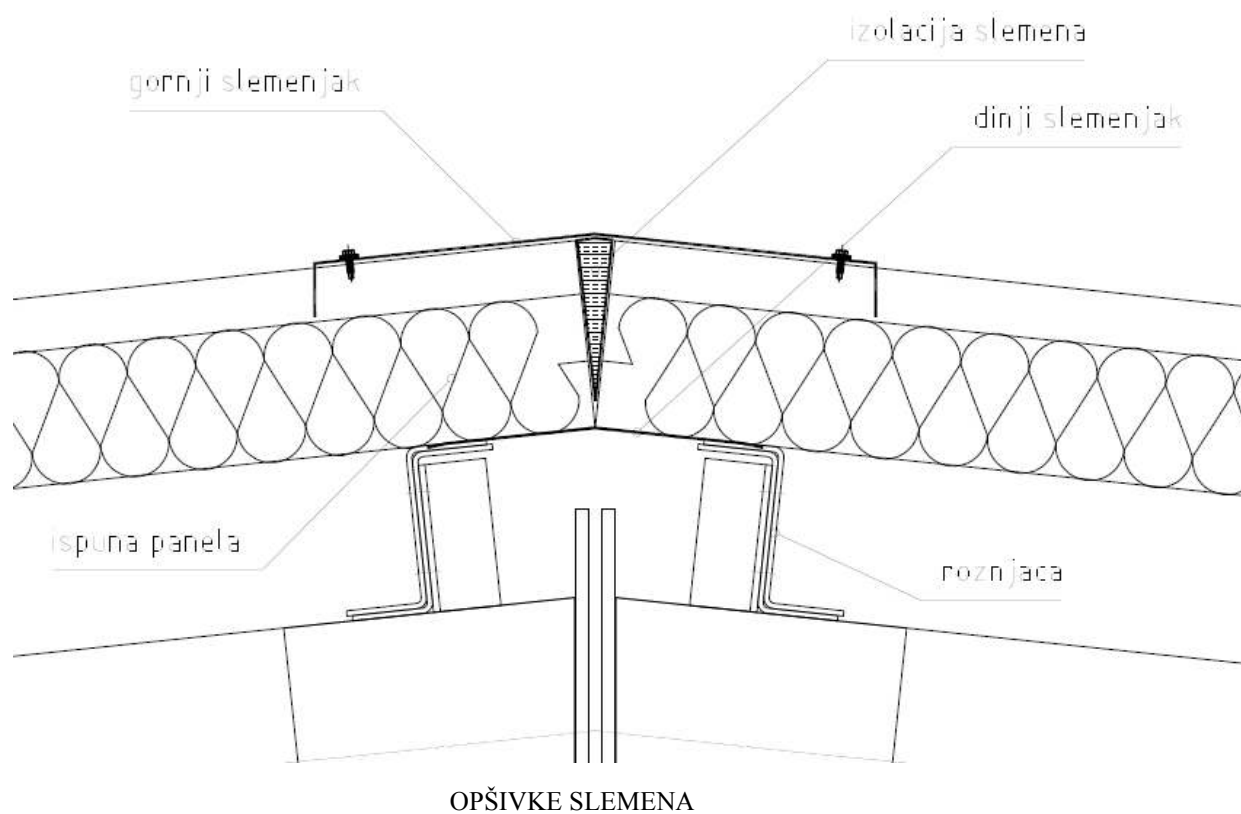
Što se tiče samog odvođenja vode sa krova tu funkciju obavlja olučni sistem. Mi smo usvojili kvalitetan sistem za odvod vode koji je se sastoji od horizontalnih oluka koji su napravljeni koso, pod padom i nemaju kuke, već su pričvršćeni na same panele i olučnih vertikalna napravljena od plastificiranog pocinkovanog lima. Ovo je veoma dobar sistem, pošto je nezavisan od objekta, tj. može se popravljati i demontirati bez brige za bezbednost objekta u smislu propuštanja vode.

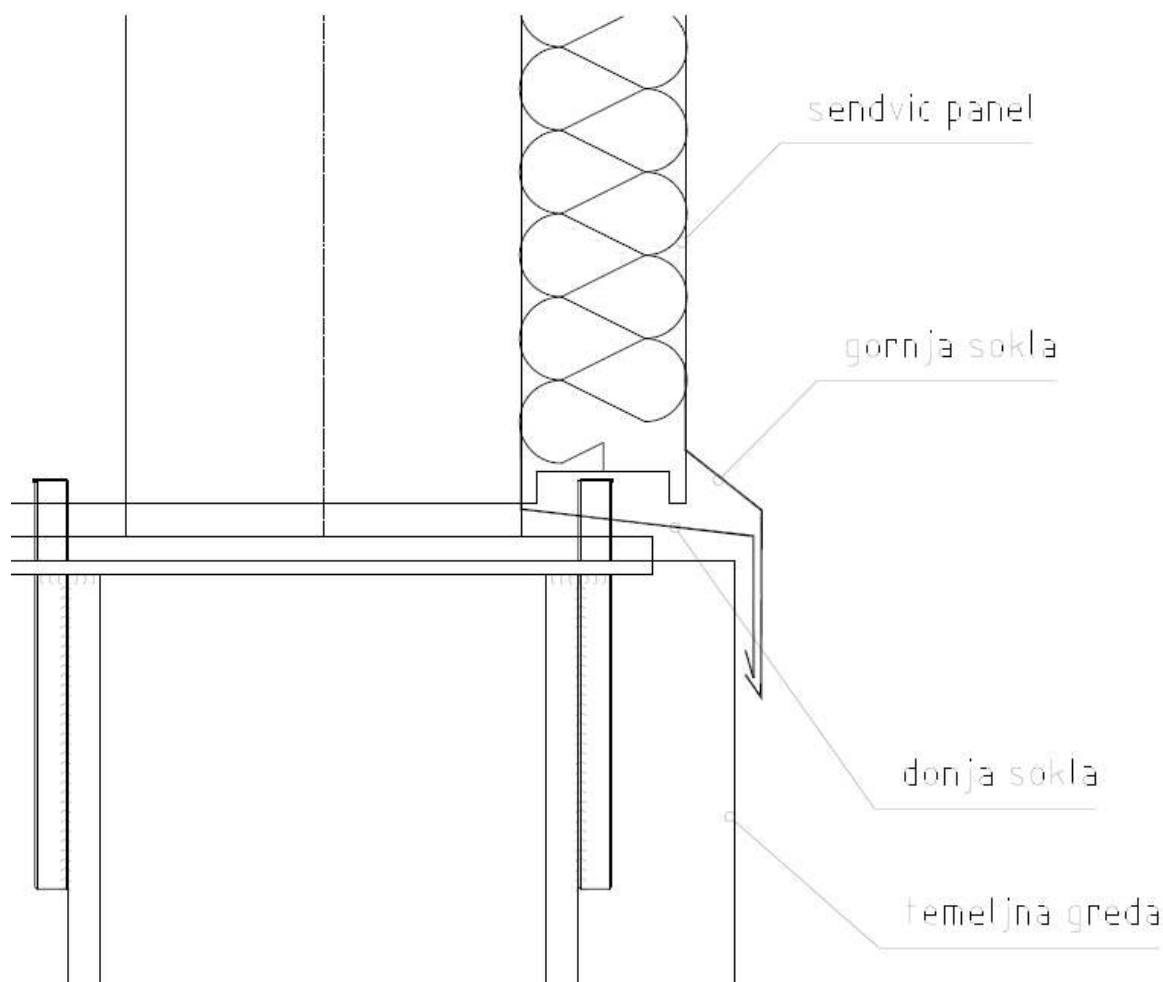
### Limarski elementi i njihove funkcije:

1. Slemenjak donji - stavlja se u zoni slemena, ispod panela i služi da pridržava poliuretane ili vunu koji služe za ispunu slemena između panela
2. Slemenjak gornji - pokriva sleme i spaja dve vode krova
3. Snegobran - postavlja se bliže oluka i služi za sprečavanje klizanja snega sa krova (odgovorni ste za ispravnost snegobrana tokom celog veka objekta)
4. Horizontalni oluk - skuplja vodu sa krova i odvodi je do vertikalnih oluka
5. Vertikalni oluk - spušta vodu iz horizontalnih oluka u kanalizaciju
6. Zabatna opšivka - spaja krovni i zidni zabatni panel, zove se još i vetarlajsna
7. Skrivač ispune panela - ispunu panela se obično sakriva karakterističnom „Z” lajsnom (otkriven poliuretane ključaju ptice, a vuna može da uvuče vodu)
8. Ugaona opšivka - služi da poveže i sakrije ispunu dva zida na uglu
9. Donja sokla - postavlja se ispod zidnog panela i odvodi vodu sa panela na stazu oko objekta
10. Gornja sokla - uglavnom ima estetsku funkciju, spaja zidni panel sa temeljnom gredom i prikriva neravnine u području sokle
11. Gornja okapnica prozora - svaki presek vertikalno postavljenog panela zahteva postavljanje okapnice, kako bi se voda koja se skupi u falcu na sastavu panela odvela na sledeći panel ili na prozor
12. Donja okapnica prozora - Vodu koja se okapava sa prozora skuplja i prenosi na panel ispod prozora

Ovo su osnovne opšivke i neizbežne su na svakoj vrsti montažnih objekata obloženih sendvič panelima. **Propuštanje bilo koje od navedenih osnovnih opšivki može da izazove curenje vode u objekat ili neku štetu na objektu.**

Na sledećih nekoliko crteža možete videti pojedine opšivke i njihov položaj na objektu.





OPŠIVKE U ZONI SOKLE

### 3.0 Kako do objekta?

Gradnja je ozbiljan posao, koji zavisi od mnoštva nepredvidljivih faktora, zato je dobra priprema i organizacija ključ uspeha. Kao što smo već naglasili, montažnom gradnjom se smanjuje izrada elemenata na gradilištu i samim tim se smanjuje opasnost da radovi kasne zbog loših vremenskih uslova. Preklapanje pojedinih faza u montažno demontažnom sistemu, smanjuje vreme izgradnje na pola. Izgradnju jedne montažno-demontažne hale, magacina od 500m<sup>2</sup>, možemo izvesti po sledećim fazama:

1. Priprema idejnog i glavnog projekta i dokumentacije potrebne za početak gradnje (zbog sporog administrativnog sistema, ovu fazu treba započeti 2 do 4 meseca pre planirane gradnje)
2. Izrada čelične konstrukcije, nabavka panela, zemljani radovi izrada temelja, temeljnih greda i betonske ploče (oko 30 radnih dana)
3. Montaža čelične konstrukcije, sendvič panela (oko 25 radnih dana)
4. Dovršavanje limarskih radova, instalaterski radovi unutar hale i spoljašnje uređenje oko hale (oko 25 radnih dana)

Vidimo da se ovakav magacin realno može izraditi za oko 80 radnih dana. Naravno, ukoliko ne bi bilo spoljašnjeg uređenja vreme izgradnje se može skratiti na 60 radnih dana. Treba naglasiti da bi za slično vreme izgradili i halu od 300m<sup>2</sup> i halu od 800m<sup>2</sup>, pošto veći deo priprema ne zavisi od kvadrature, a veća kvadratura se može kompenzovati sa više montera.

Sama izgradnja montažno-demontažnog objekta po našem sistemu je veoma jednostavna, mnogo veći problem za samog Investitora predstavlja prikupljanje potrebne dokumentacije za početak gradnje. Preporučujemo da za ovo angažujete arhitektonski biro, koji u Vašoj opštini dobro poznaje administrativni sistem. Veoma dobra opcija je kada mi uradimo projekat konstrukcije prema našem montažno-demontažnom sistemu, a arhitektonski biro koji ste angažovali, uradi ostale delove projekta (arhitektonski, elektroinstalacije, vodovod i kanalizaciju, ekološki elaborat).

Kada se preda idejni projekat, opština je dužna da u roku od 7 dana izda urbanističko-tehničke uslove, na bazi kojih se počinje sa izradom glavnog projekta. Tek kada se glavni projekat preda i dobije sve saglasnosti, može se početi sa gradnjom. Naravno, pošto je kod nas administracija spora i neefikasna, sve se to može prilično odužiti, te se neki investitori odluču da počnu građenje samo na bazi prve dozvole tj. UTU uslova, što nije ispravno, ali stvara manje gubitke u poslovanju.

Sami ćete odlučiti, nakon analize Vaših veza sa vlastima, na koji način ćete stići do građevinske dozvole. Bitno je, da ne potcenite težinu problema, tj. da na Vašu najpesimističniju procenu o vremenu za dobijanje dozvole, dodate još mesec dana.

#### 4.0 Koliko košta montažno-demontažni objekat?

Cena objekta sastoji se iz cene projekta, temeljnih radova, cene montažno-demontažne hale, cene instalacija ... i cene komunalija (razne takse za uređenje zemljišta). Na bazi jednog magacina dimenzija 20x40 h6m sa poliuretanskim panelima 50mm, pokušaćemo da Vam dočaramo strukturu cena i ukupnu cenu.

| Naziv   | j.m. | cena/j.m. | količina | Ukupno     |
|---|------|-----------|----------|------------|
| Projekat  | m2   | 5         | 800      | 4.000,00   |
| Temelji i AB ploča  | m2   | 43        | 800      | 34.400,00  |
| Hala 20x40 h6m  | m2   | 105       | 800      | 84.000,00  |
| Elektroinstalacija 25KW za osvetljenje sa elektroormanom i 50m kabela | m2   | 11        | 800      | 8.800,00   |
| Pristupni put, asfalt sa jedne strane                                 | m2   | 25        | 500      | 12.500,00  |
| Komunalije  | m2   | 15        | 1800     | 27.000,00  |
| Ograda  | m1   | 15        | 1500     | 22.500,00  |
| Video nadzor 8 kamera   | kom  | 1         | 1800     | 1.800,00   |
|   |      |           | Ukupno   | 195.000,00 |
| Ukupno po m2  |      |           | EUR/m2   | 243,75     |

U Vašim finansijskim konstrukcijama ovo moraju biti obavezne stavke, a sve što uštedite na pojedinim stavkama (jeftinije komunalije, projekat...) raspoređićete

na neke nove, koje će zahtevati specifičnost Vašeg posla. Navođenjem minimalnog broja stavki koje treba uzeti u obzir kod procene cene jednog magacina, dajemo Vam do znanja da kod procene cene objekta ne budete preterano optimistični i da se držite pravila DA JE BOLJE IMATI KOMPLETAN OBJEKAT MANJE KVADRATURE, NEGO BILO KOJI VEĆI NEDOVRSĀEN. Procenite za koliko m<sup>2</sup> možete obezbediti novac u prvoj fazi, a hala može da se produži kada se prikupi novac za drugu ili treću fazu.

Konsultujte se sa nama u toku planiranja gradnje, pošto se najveće i nepopravljive greške prave na samom početku. Naše iskustvo od preko 100 objekata biće naš zajednički saveznik.

mr Dragan Erdevik, dipl.ing.maš.  
Ivana Miljević, dipl.ing.gr.