

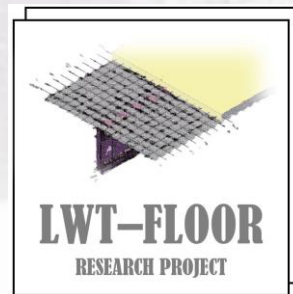
Project title: **Innovative lightweight cold-formed steel-concrete composite floor system**

Acronym: **LWT-FLOOR** Project ID: **UIP-2020-02-2964**

5th LWT-FLOOR Project Workshop, Zagreb, 18th-19th December 2025

Primjena sastavljenih nosača od hladno oblikovanih čeličnih profila s valovitim hrptom

Emanuel Krupa-Jurić, Ivan Lukačević



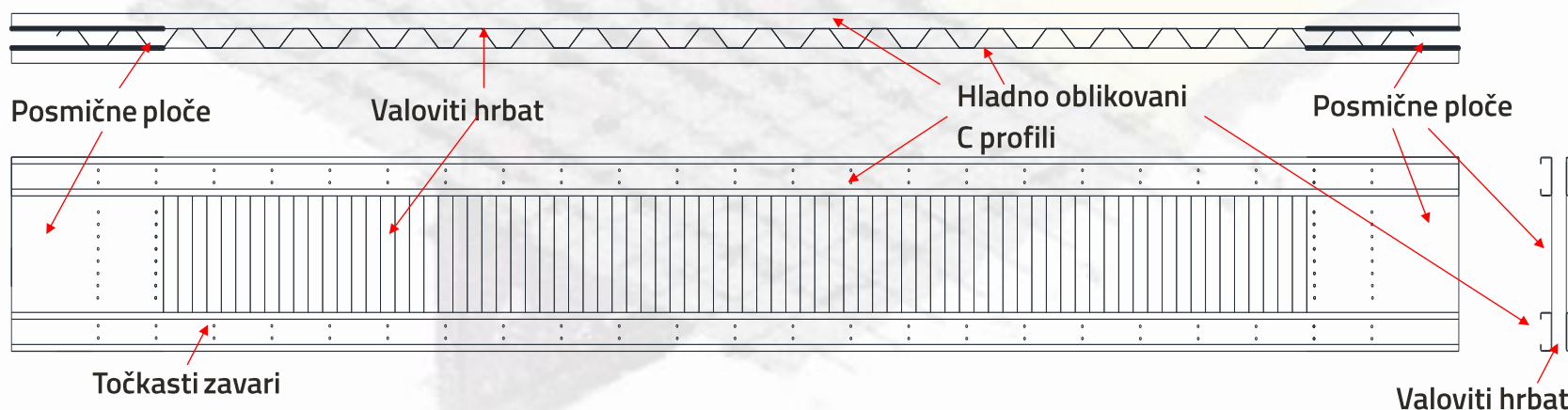
University of Zagreb/Faculty of Civil Engineering

<http://www.grad.unizg.hr/lwtfloor>

- **Zašto koristiti hladno oblikovane čelične profile** (eng. Cold Formed Steel – CFS)?
 - Mala vlastita težina
 - Raznolikost oblika poprečnih presjeka
 - Jednostavan transport i montaža
 - Velika otpornost na koroziju
 - Održivost
- **Tanki limovi i složene geometrije presjeka – Problemi?**
 - Moguće su pojave globalnih, lokalnih i distorzijskih oblika nestabilnosti te njihova interakcija
 - Osjetljivi na imperfekcije
 - Otvoreni poprečni presjeci – mala torzijska krutost
- **Kako nadvladati poteškoće i maksimalno iskoristiti prednosti hladno oblikovanih čeličnih profila?**
- **Povezivanjem pojedinačnih CFS profila moguće je je dobiti simetrične presjeke većom torzijskom krutosti i većom otpornošću**



- **Primjer inovativnog tehničkog rješenja je sastavljeni nosač kojemu je hrbat izveden valovitim limom na kojeg su povezane četiri pojasnice od C profila (eng. Corrugated web beam - CWB)**
- CWB nosači kao potencijalno lagani, konstruktivno učinkoviti i ekonomični konstrukcijski elementi koji imaju potencijal za automatiziranu proizvodnju te prednosti u pogledu održivosti

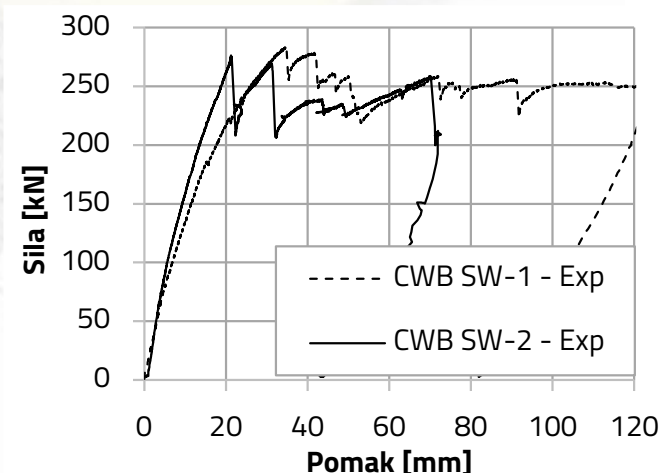


- **Povezivanje CFS profila**
 - Konvencionalne metode zavarivanja nisu primjenjive zbog vrlo tankih stijenki CFS profila
 - Moguće metode spajanja su: samobušeci vijci, zakovice, točkasti zavari (eng. Resistance Spot Welding – RSW), lasersko zavarivanje
 - **Uzimajući u obzir mehaničke karakteristike, cijenu proizvodnje, mogućnost automatizacije i masovne proizvodnje kao optimalno rješenje se pokazalo RSW**
- **Valoviti hrbat**
 - **Primjena valovitog hrpta opravdana je sa ekonomskog i konstruktivnog stajališta**
 - Veća stabilnost u odnosu na ravne hrptove – ušteda materijala
 - Otpornost na izvijanje valovitog hrpta debljine od 1.5 do 3 mm konkurentna je otpornosti na izvijanje ravnog hrpta debljine 12 mm
 - Nisu potrebna dodatna ukrućenja – kraće vrijeme izrade i veća otpornost na umor
 - Valoviti hrbat sudjeluje samo u prijenosu poprečnih sila

Primjena sastavljenih nosača od CFS profila s valovitim hrptom

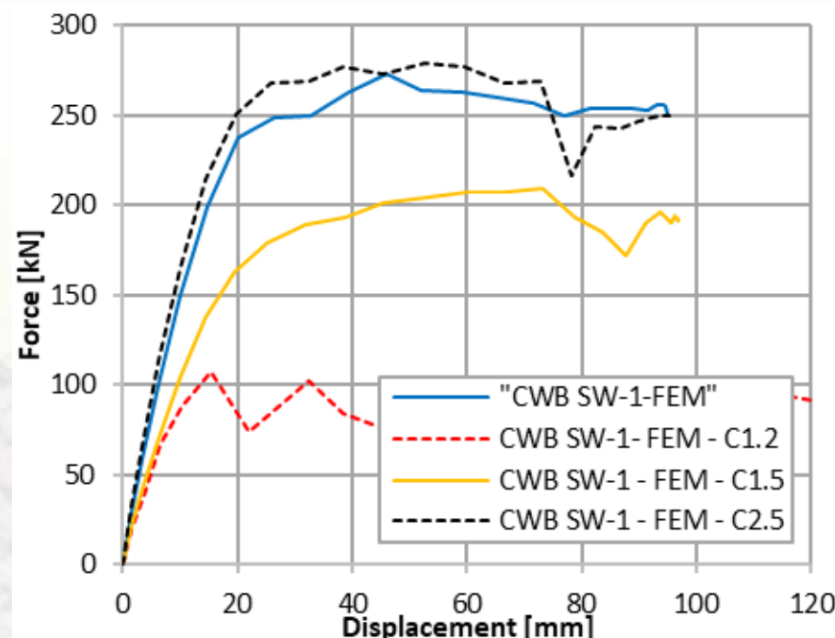
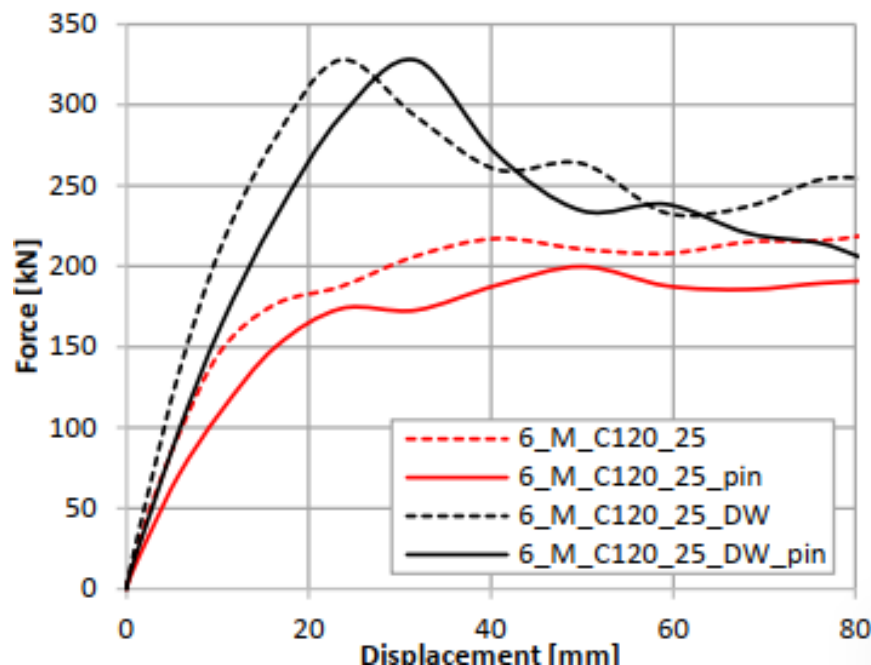
- **Eksperimentalna CWB nosača**

- Nosači su raspona 5157 mm i visine poprečnog presjeka od 600 mm
- Ispitan je utjecaj debljine posmičnih ploča i način povezivanja valovitih hrptova s obzirom na to da je valoviti hrbat sastavljen od više limova
- **Analizom krivulja sila – pomak zaključeno je kako se nosači ponašaju duktilno s vrlo dobrom otpornošću**



- **Numerička parametarska analiza CWB nosača**
 - identifikacije komponenata nosača koje značajno utječu na otpornost:
 - Rubni uvjeti – zglobni/upeti
 - Debljina pojasnica
 - Broj RSW
 - Jednostruki/dvostruki valoviti hrbat
 - Debljina posmičnih ploča
 - Debljina valovitog hrpta

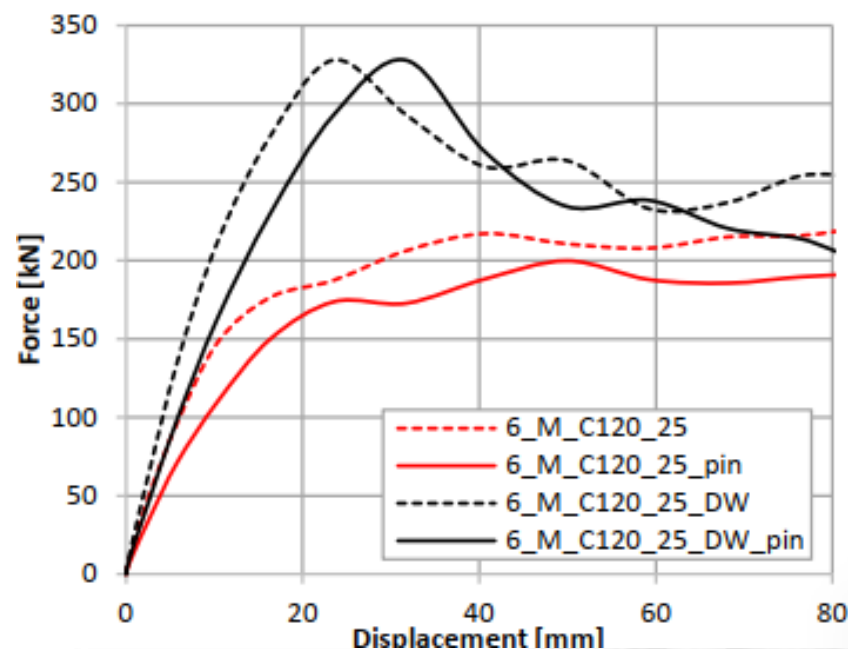
Primjena sastavljenih nosača od CFS profila s valovitim hrptom



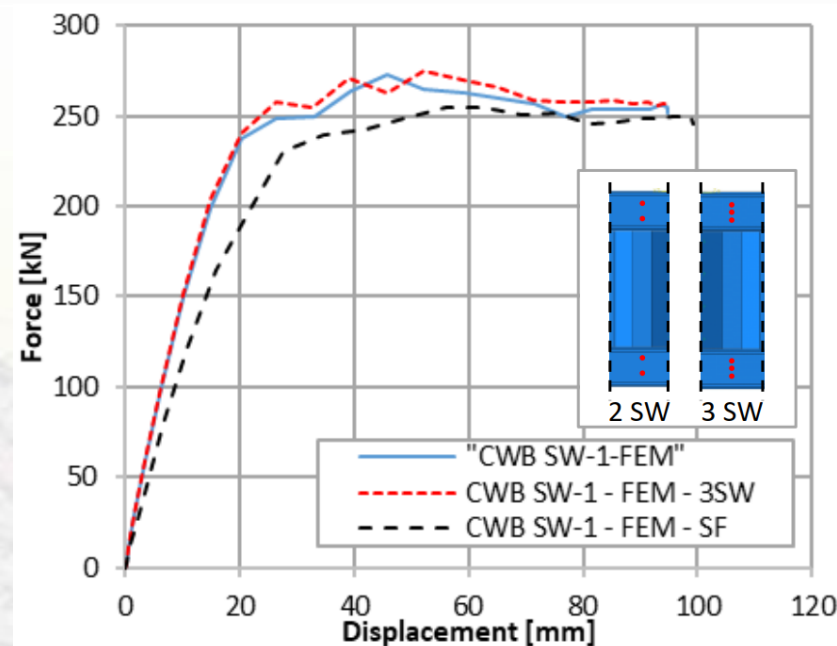
Razlika između nominalno upetih i zglobnih je zanemariva – jednostavnija izvedba zglobnih

Debljina pojasnica – povećanjem debljine pojasnice značajno raste otpornost

Primjena sastavljenih nosača od CFS profila s valovitim hrptom

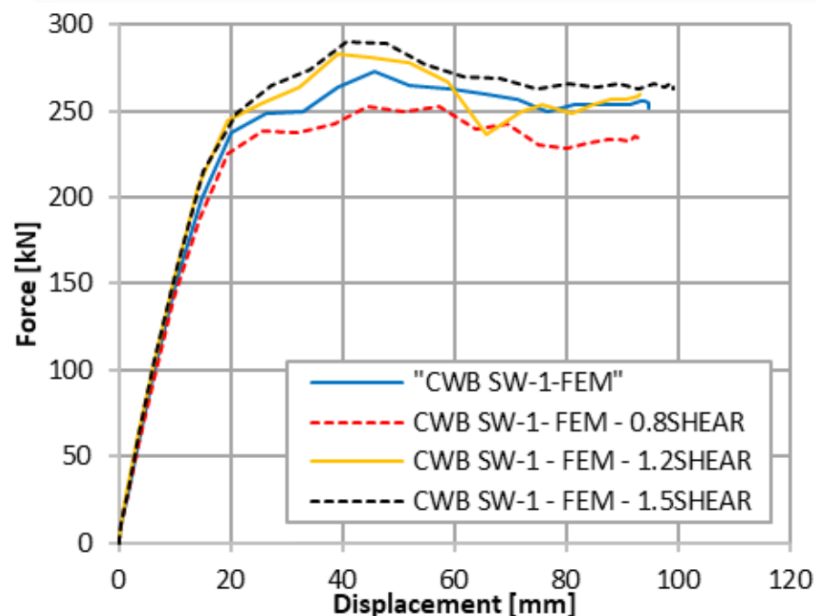


Jednostruki ili dvostruki valoviti hrbat – nosači s dvostrukim valovitim hrptom imaju značajno veću otpornost

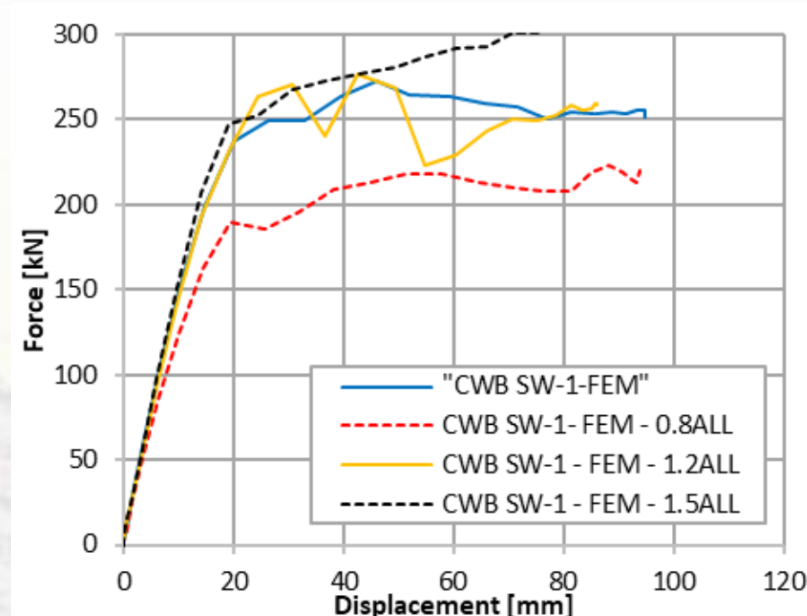


Broj RSW – nosači s tri točkasta zavora imaju veću otpornost

Primjena sastavljenih nosača od CFS profila s valovitim hrptom



**Debljina posmičnih ploča –
manje povećanje otpornosti**



**Debljina valovitog hrpta –
značajnije povećanje otpornosti**

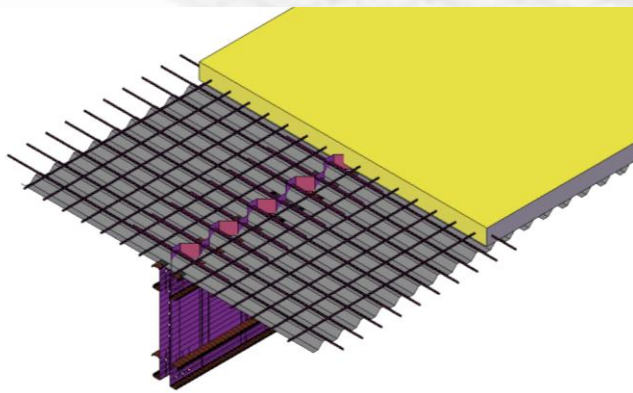
Primjena sastavljenih nosača od CFS profila s valovitim hrptom

- **Međukatne konstrukcije**

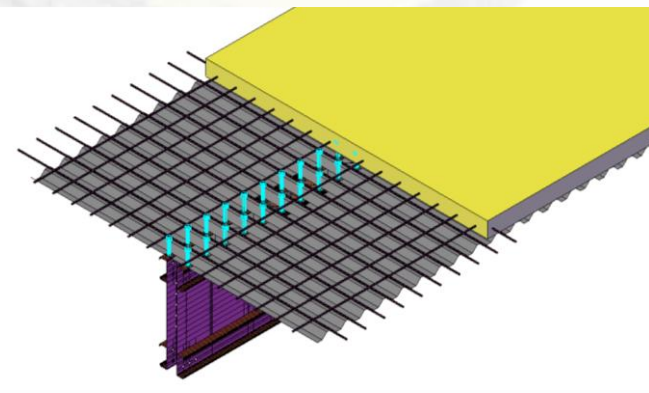
- Nosači s otvorima – otvori značajno utječu na ponašanje nosača
- Ojačanje otvora ima vrlo pozitivan učinak te dolazi do manjih redukcija otpornosti i krutosti u odnosu na izvedbu otvora bez ojačanja



- Međukatne konstrukcije
 - **LWT-FLOOR sustav**
 - U okviru projekta provedena su opsežna eksperimentalna i numerička istraživanja predloženog sustava
 - Na otpornost na savijanje nosača najviše utječu gustoća točkastih zavora, debljina limova i stupanj posmičnog spoja veze kao najznačajniji parametar



a) Betonski moždanici



b) Demontažni moždanici s glavom

Zaključak i prijedlog za daljnje istraživanje

- Dosadašnja istraživanja CWB nosača pokazala su kako imaju veliku otpornost i duktilnost
- Osim izvrsnih mehaničkih karakteristika CWB nosač ima povoljne karakteristike u pogledu:
 - Mala vlastita težina
 - Izvrsna otpornost na koroziju
 - Jednostavan transport i montaža
 - RSW omogućuje automatiziranu masovnu proizvodnju
 - Ekološki održiv sustav
- Ciljevi daljnjeg istraživanja su:
 - **pokazati kako CWB nosači mogu zamijeniti valjane čelične profile u primjeni kod okvirnih konstrukcija uz smanjenje utroška čelika**
 - **Predložiti postupak proračuna za primjenu u različitim uvjetima**

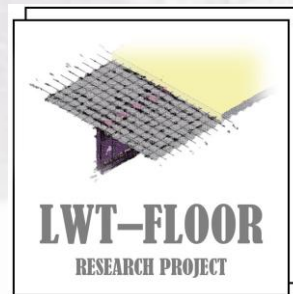
Project title: **Innovative lightweight cold-formed steel-concrete composite floor system**

Acronym: **LWT-FLOOR** Project ID: **UIP-2020-02-2964**

5th LWT-FLOOR Project Workshop, Zagreb, 18th-19th December 2025

Primjena sastavljenih nosača od hladno oblikovanih čeličnih profila s valovitim hrptom

Emanuel Krupa-Jurić, Ivan Lukačević



University of Zagreb/Faculty of Civil Engineering

<http://www.grad.unizg.hr/lwtfloor>