

KONSTRUKCIJSKO PROJEKTIRANJE ICF-SISTEMA JUBHOME WALL STRUCTURAL DESIGN OF ICF SYSTEM JUBHOME WALL

Miran Tekavec, univ. dipl. inž. grad.

miran.tekavec@jubhome.eu

JUBHome, d. o. o., Dol pri Ljubljani 28, 1262 Dol pri Ljubljani

STROKOVNI ČLANEK

UDK 624.131.55:699.841(497.4)

Povzetek | V članku je predstavljena problematika konstrukcijskega projektiranja ICF-sistemov na potresno ogroženih območjih. Tovrstni sistemi običajno ne upoštevajo evropskih projektantskih standardov za potresnoodporno projektiranje. Pri razvoju novega slovenskega ICF-sistema JUBHome WALL je bilo opravljenih več eksperimentalnih raziskav obnašanja teh zidov pri ciklični obtežbi. Na podlagi rezultatov so bila podana navodila za potresnoodporno projektiranje.

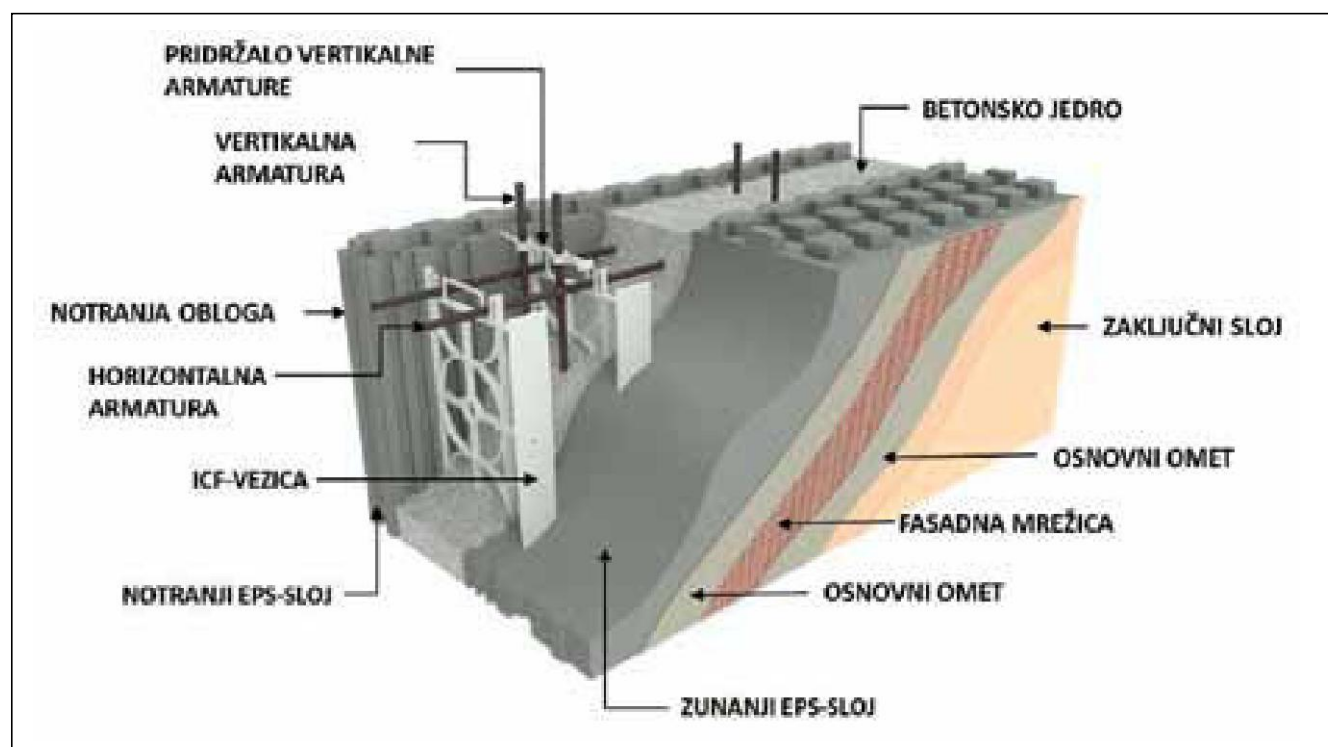
Ključne besede: ICF, JUBHome WALL, toplotna izolacija, ekspandirani polistiren, potres, potresnoodporno projektiranje, konstruiranje

Summary | The paper deals with the problems related to structural design of the ICF systems on seismic areas. This kind of structures usually do not take into account the European structural standards for earthquake resistant design. In the context of developing the new Slovenian ICF system JUBHome WALL, several experiments of horizontal cyclic loading on these walls were made. On the basis of the test results, guidelines for seismic resistant structural design were prepared. Key words: ICF, JUBHome WALL, thermal insulation, expanded polystyrene, earthquake, earthquake resistant design, structural design

1 • UVOD

S povečanim povpraševanjem po konstrukcijskih sistemih energijsko varčnih gradenj so se tudi pri nas pojavile tovrstne tehnologije, med katerimi se povečuje delež ICF-sistemov. Konstrukcijski sistemi ICF (Insulated Concrete Forms) so sistemi za gradnjo obodnih in notranjih armiranobetonskih nosilnih sten s pomočjo toplotnoizolativnih opažnih oblikovnikov (stenskih elementov), povečini izdelanih iz ekspandiranega polistirena (EPS).

Osnovni element stenskega sistema je linijski opažni element, pri katerem sta notranji in zunanji toplotnoizolacijski sloj med seboj povezana s polipropilensko (PP) vezico, ki hkrati služi za vodilo za horizontalno armaturo. Vertikalna armatura se vstavlja v nasadljiva PP-pridržala, nameščena v poljubni medsebojni razdalji (slika 1).



Slika 1 • Osnovni stenski opažni ICF-element s fasadno oblogo.

Osnovni namen teh sistemov je ob zagotavljanju visoke toplotne izolativnosti in funkcije opaženja združevanje gradbenoobrtniških faz v eno in s tem krajšanje potrebnega

časa gradnje ter zniževanje stroškov najema opazne opreme in fasadnih odrov. Po strditvi betona je površina fasadnih in notranjih sten že pripravljena za finalno obdelavo.

V Evropi je na trgu več tovrstnih sistemov, ki se kljub sicer enotni regulativi projektirajo po različnih pristopih.

2 • STANJE NA PODROČJU DIMENZIONIRANJA ICF-SISTEMOV

2.1 Evropska regulativa

Skladno z evropsko uredbo št. 305/2011 o gradbenih proizvodih morajo biti ICF-sistemi označeni s CE-znakom, proizvajalec pa mora za tovrstni proizvod podati izjavo o lastnostih. Ker za takšne sisteme ni harmoniziranega standarda, mora vsak proizvajalec ICF-sistemov pridobiti evropsko tehnično oceno (ETA), na katero se izjava o lastnostih sklicuje.

Kot evropski ocenjevalni dokument za ICF-sisteme služi ETAG 009 (Non load-bearing permanent shuttering Kits/Systems based on Hollow Blocks or Panels of insulating materials or concrete) iz leta 2002 (EOTA, 2002). Ta glede na zasnovo nosilnega armiranobetonskega (ab) jedra razvrsti sisteme na štiri tipe: z zveznim jedrom, mrežnim jedrom (ločenim s toplotnoizolacijskimi vložki), lamelnim jedrom,

in druge tipe jeder, ki jih ni mogoče razvrstiti med prve tri. Dimenzioniranje nosilnega jedra sten dokument prepušča projektantom, predpostavljeno pa je, da se to izvede skladno s projektantskim standardom EN 1992-1-1 (EC2) ali z nacionalno regulativo. Če določila v EC2 projektantom za izbrani tip jedra ne zadoščajo, dokument v Aneksu B predlaga algoritme za dimenzioniranje mrežnega tipa ab jeder ICF-sistemov.

Potresnoodporno projektiranje se praktično ne omenja. Dokument v poglavju o možnosti montaže armature opozori, da je treba na seizmičnih območjih omogočiti vgradnjo potrebne seizmične armature, pri algoritmu za izračun mrežnih tipov ab jeder pa zahteva, da se parametri seizmične nosilnosti pri izračunu nateznih diagonal povzamejo skladno z EN 1998-1 (EC8).

V Sloveniji je s Pravilnikom o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov pri vseh nosilnih konstrukcijah zapovedana uporaba načel in pravil Evrokodov, kar pri gradnji ICF-sistemov pomeni, da je treba tudi take konstrukcijske sisteme podrediti tem načelom. Pri potresnoodpornem projektiranju morajo ICF-stene, če jih prepoznamo kot ab konstrukcije, smiselno izpolnjevati pravila, navedena v EC8, npr. izpolnjevati minimalne pogoje armiranja, zagotavljati duktilnost, omejiti nivo osnih napetosti ipd.

Problem se pojavi pri nekritični uporabi evropskih sistemov na naših seizmično ogroženih območjih. Proizvajalci s seizmično neaktivnih območij se sicer izkazujejo z evropsko tehnično oceno, vendar ta v večini primerov ne opredeljuje rešitve pri potresni horizontalni obtežbi. Če ti sistemi ne omogočajo vgradnje armature skladno z načeli Evrokodov, niso skladni z našo regulativo.

2.2 Praksa

V splošnem se pri evropskih ICF-sistemih glede na lokalne pogoje in posebnosti uporabljajo vsi možni načini armiranja tovrstnih sten, od nearmiranih, armiranih v sredini, armiranih s samo vogalnimi armaturnimi koši do dvostransko armiranih sten z ojačitvenimi koši na križiščih, vogalih in zaključkih sten (slika 2).

Vsi ti načini armiranja so verjetno skladni z nacionalnimi regulativami držav proizvajalk, pri nas pa je edina možnost za ICF-sisteme, da jih v okviru nabora Evrokodov prepoznamo kot nosilne armiranobetonske konstrukcije in jih z vsemi pravili, ki sodijo k tem konstrukcijskim sistemom, pripravimo za uporabo pri projektiranju in izvajanju.

Če želimo ICF-sisteme razvrstiti kot armiranobetonske konstrukcijske sisteme po EC8, jih lahko glede na njihove posebnosti (horizontalno armiranje samo v višini oblikovnika, grupiranje armature mogoče le v vogalih, omejena debelina sten) prepoznamo le kot velike šibko armirane stene. Ker v Sloveniji s takimi sistemi nimamo lastnih izkušenj in poleg tega tudi standard EC8 o teh stenah ni nedvoumen, je za določitev obnašanja takih sten ob potresu treba z ustreznimi preizkusi pridobiti dodatna znanja.



Slika 2 • Primeri vgradnje armature v ICF-stene evropskih ponudnikov, http://www.quadlock.com/concrete_forms/insulated_concrete_forms_construction.htm, 19. 12. 2016, <https://laconstructiondesmarais.wordpress.com/tag/beton/>, 19. 12. 2016, <http://maison-passive-alsace.blogspot.si/2012/07/coulage-beton-des-murs.html>, 19. 12. 2016.

3 • RAZVOJ IN TESTIRANJA ICF-SISTEMA JUBHOME WALL

Zaradi potreb trga po energijsko varčni gradnji je družba JUB razvila lasten ICF-sistem JUBHome WALL. Sistem je zasnovan tako, da ustreza načelom EC8 in omogoča vgradnjo betona in armature, potrebne za izpolnjevanje zahtev velikih šibko armiranih sten po tem standardu.

Pri razvoju je bilo v sodelovanju z inštitutom IK-PIR na FGG in ZAG opravljenih več testiranj na vzorcih sten z upogibnim in strižnim cikličnim načinom porušitve (slika 3). Pri vseh testiranjih so se spremljale razmere v mejnem stanju

pojava razpok, nosilnosti, blizu porušitve in ob porušitvi.

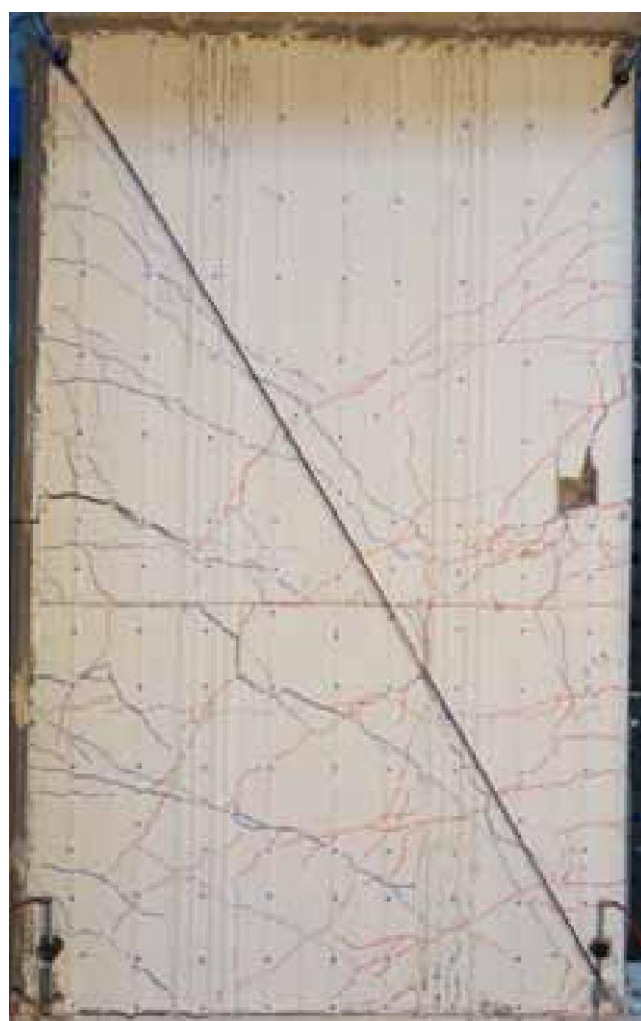
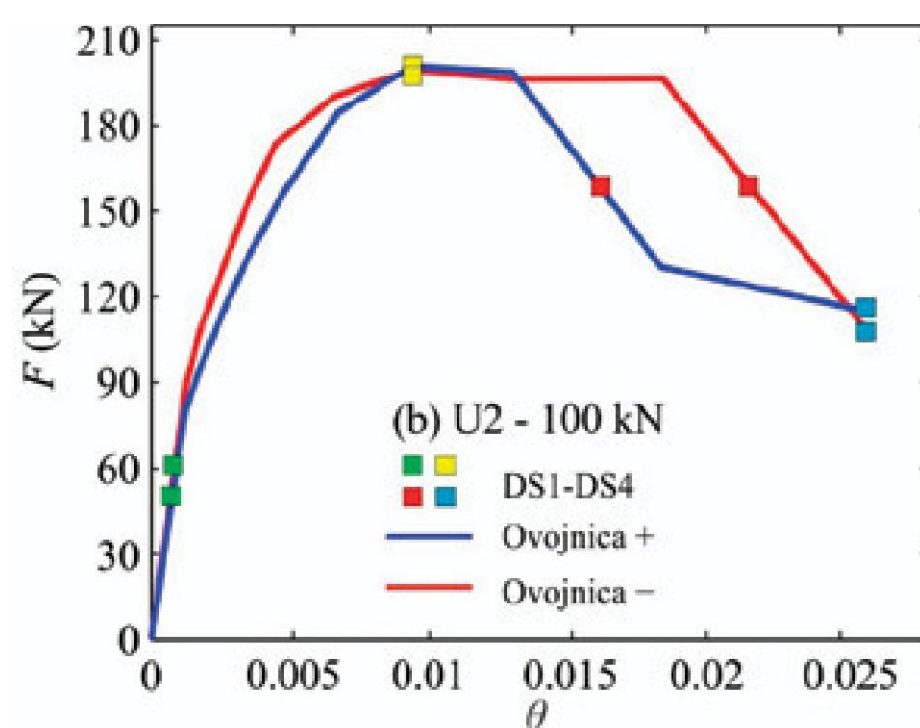
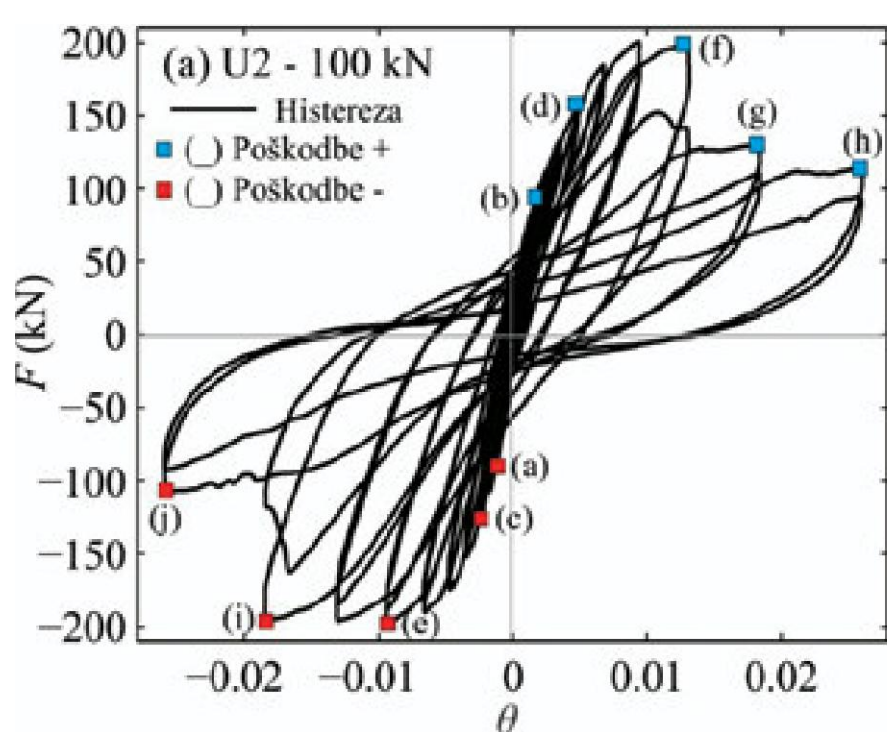
Preizkušanci za upogibne teste so bili izvedeni z delovnim stikom na sredini etaže, kot je navedeno v tehničnem listu proizvajalca. S tem je omejena hitrost betoniranja, kar zagotavlja sprejemljivo toleranco ravnosti sten za tankoslojne nanose ometov.

Na vzorcih se je poleg zasukov, histereznega obnašanja in faktorja dodatne nosilnosti spremljal tudi faktor negotovosti pri izdelavi. V ta namen je bilo nekaj vzorcev izdelanih z

vnaprej predvidenimi pomanjkljivostmi, npr. slabo vibriran beton, manjkajoče armaturne palice, ročno pripravljen beton ipd. (Dolšek, 2016a).

Vse testne stene, upogibne kot tudi strižne, so bile skladne s pravili za velike šibko armirane stene stopnje duktilnosti DCM, armirane z minimalno armaturo. V zaključkih sten so bili vgrajeni armaturni koši s palicami $4\phi 12$ in stremenji $\phi 6/10$ cm, v osrednjih delih sten pa palice $2\phi 10/37,5$ cm v vertikalni in horizontalni smeri.

Rezultati so pokazali solidno obnašanje velikih šibko armiranih sten pri ciklični obtežbi in primerne faktorje dodatne nosilnosti za stene, in sicer 1,6 pri upogibu in 2,0 pri strigu.

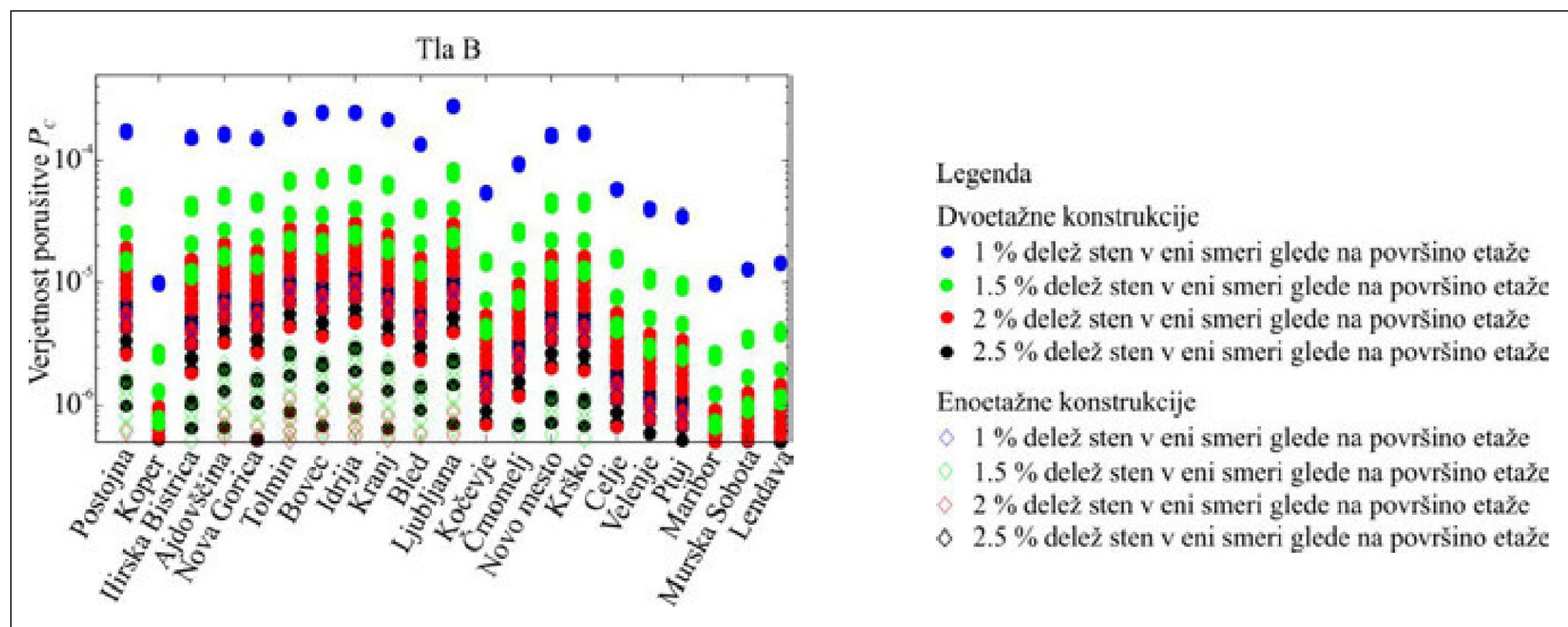


Slika 3 • Testiranje sten JUBHome WALL.

Na podlagi pridobljenih faktorjev dodatne nosilnosti in negotovosti pri gradnji je bila v nadaljevanju narejena nelinearna dinamična

analiza potresnega tveganja vzorčnih objektov. Generiranih je bilo 84 konstrukcij stavb, ki so bile deloma pritlične z mansardo, delo-

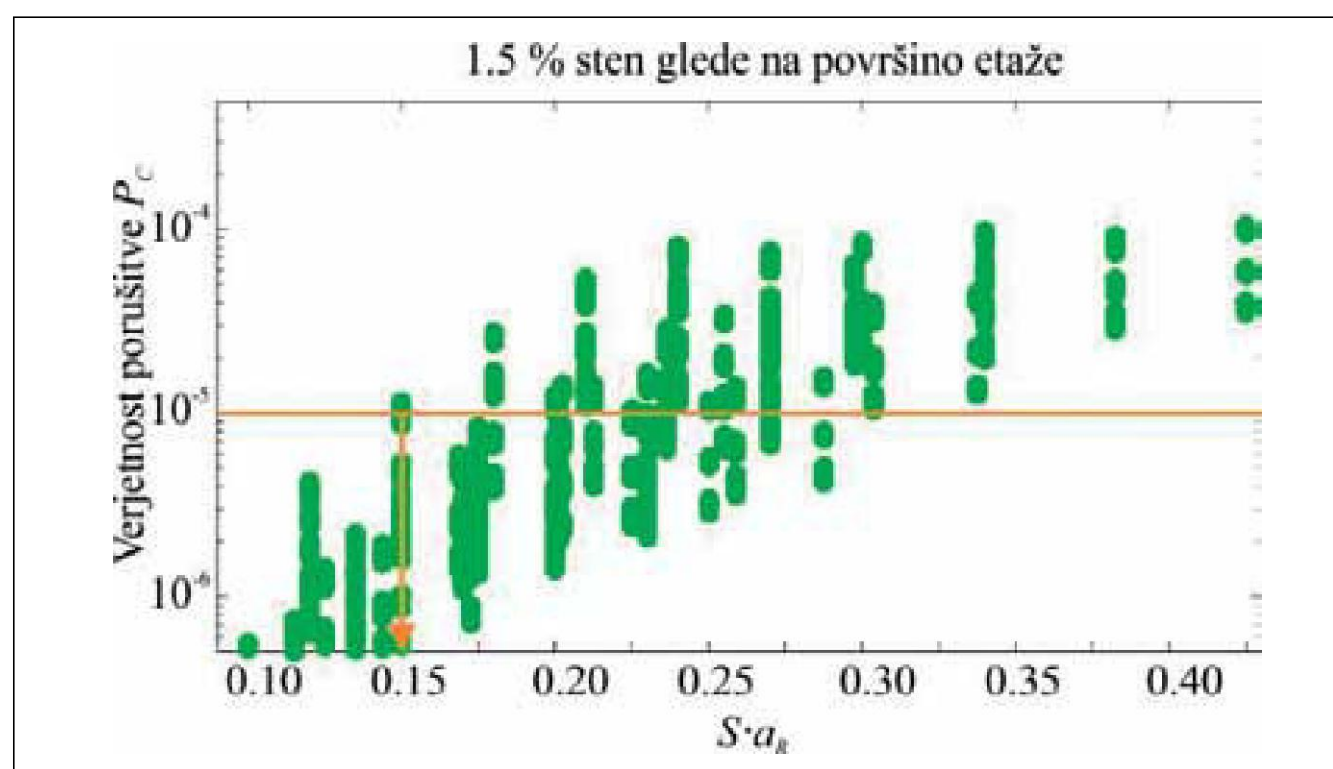
ma enonadstropne z mansardo, z različno tlorisno površino sten glede na bruto površino etaže in različno postavitvijo sten. Z neli-



Slika 4 • Primer vrednosti potresnega tveganja posameznih deležev sten za tla tipa B po lokacijah.

nearno dinamično analizo je bil spremljan odziv konstrukcij pri različnih intenzitetah potresne obtežbe, vse do porušitve. Potresna obtežba je bila simulirana s skupino 30 akcelrogramov pri vseh petih tipih tal in za 21 lokacij po Sloveniji. Za vsako izmed konstrukcij je bila določena vrednost potresnega tveganja, izraženega z letno verjetnostjo porušitve konstrukcije. Primer rezultatov za tla tipa B je na sliki 4.

Pri izbrani sprejemljivi verjetnosti porušitve ($1 \cdot 10^{-5}$) je bil določen minimalni delež nosilnih sten v vsaki smeri glede na bruto površino objekta v odvisnosti od projektnega pospeška tal na izbrani lokaciji (slika 5 in preglednica 1). Ob upoštevanju teh deležev sten in drugih kriterijev pri zasnovi in konstruiranju, definiranih v nadaljevanju, je zadoščeno ciljnim zanesljivo-stim objekta po standardu EC8.



Slika 5 • Primer sprejemljivega pospeška tal na lokaciji za 1,5% delež sten.

4 • NAVODILA ZA PROJEKTIRANJE

Na podlagi računskih analiz in standardov EC2 in EC8 so bila pripravljena v nadaljevanju podana Navodila za potresnoodporno projektiranje armiranobetonskih sten konstrukcijskega sistema JUBHome WALL (Dolšek, 2016b) (<http://jubhome.eu/tehnica-podpora/jubhome-wall/navodila-za-projektiranje/>).

4.1 Zasnova objekta

- Predpisana je uporaba betona kvalitete najmanj C25/30 in armaturnega jekla najmanj B500 kvalitete vsaj razreda B.
- Konstrukcija ne sme biti torzijsko podajna, pravilna mora biti v tlorisu in po višini.

- Normirana osna sila v_d v primarnih potresnih stenah ne sme preseči 0,4.
- Debelina sten mora biti vsaj 15 cm.
- Konstrukcija na izbrani lokaciji mora v vsaki glavni smeri stavbe in v vsaki etaži imeti vsaj tolikšen delež sten, kot je določen v preglednici 1. Za nosilne stene upoštevamo vse stene, katerih dolžina je večja od 0,70 m in potekajo od temeljne plošče do nivoja obravnavane etaže. V

	Pospešek na lokaciji $a_{gR} \cdot S$ (g)						
Število etaž	< 0,125	< 0,15	< 0,175	< 0,20	< 0,225	< 0,25	> 0,25
1	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1,5 %
2	1 %	1,5 %	1,5 %	2 %	2,5 %	2,5 %	2,5 %

Preglednica 1 • **Najmanjši delež nosilnih sten v eni izmed glavnih smeri, ki zagotavlja zadovoljitev pogoja o ciljni verjetnosti porušitve. Referenčni maksimalni pospešek tal a_{gR} ustreza potresu s povratno dobo 475 let.**

zgornji etaži se upošteva tudi morebitna teža mansarde.

- Konstrukcija mora v vsaki glavni smeri stavbe izpolnjevati pogoj velikih šibko armiranih sten o vsaj dveh stenah minimalnih dolžin skladno s poglavjem EC8: 5.2.2.1(3).

4.2 Analiza

- Pri analizi je treba upoštevati vpliv razpokanih prereзов. Če se ne opravi natančnejša analiza razpokanih elementov, je mogoče za elastično upogibno in strižno togost elementov šteti polovično vrednost ustrezne togosti nerazpokanih elementov.
- Za stene sistema JUBHome WALL se, če so izpolnjeni zgornji pogoji zasnove, uporablja osnovni faktor obnašanja $q_0 = 2$. V drugih primerih $q_0 = 1,5$.
- Potresna analiza konstrukcije se lahko naredi z vsemi metodami po EC8: z metodo s horizontalnimi silami, modalno analizo oziroma nelinearnimi metodami analize.
- Kontrola pomikov se izvede v skladu z EC8.

4.3 Dimenzioniranje armature

- Količina armature na osnovi projektnih obremenitev se določa v skladu z EC2 in EC8. Odločilna je večja vrednost iz-

med tako določene količine armature in količine armature, ki izhaja iz minimalnih zahtev. Običajno bodo odločilne minimalne zahteve, saj se na ta način že zagotavlja ustrezna dodatna nosilnost konstrukcije, ki je potrebna za izpolnitev pogoja glede ciljnega tveganja za porušitev objekta.

- Da bi se zagotovil nastop upogibne plastifikacije pred izčrpanjem mejnega stanja v strigu, je treba prečno silo V_{Ed} iz analize povečati s faktorjem $(q+1)/2$.
- Najprej se določi strižna nosilnost betona brez strižne armature $V_{Rd,c}$. Na območju stene, kjer je pogoj $V_{Ed} < V_{Rd,c}$ izpolnjen, je treba steno armirati s minimalno zahtevano armaturo.
- Če pogoj $V_{Ed} < V_{Rd,c}$ ni izpolnjen, se potrebna strižna armatura za prevzem projektne prečne sile V_{Ed} lahko določi na podlagi enačb za določanje projektne strižne odpornosti elementa s strižno armaturo $V_{Rd,sr}$, ki je določena po EC2.
- Treba je opraviti kontrolo nosilnosti delovnega stika. Kontrolo se izvede skladno z EC2. Preveri se tudi sidrna dolžina armaturnih palic na stiku. Tako določeno sidrno dolžino je treba povečati za 50 % (zahteva EC8). Če vezne armature palice niso polno izkoriščene (npr. delovni stik na sredini etaže), se mora dolžina preklopa veznih armaturnih palic povečati za 50 %, da se prepreči izvlek

armature in zdrs na mestu delovnih stikov (izkušnja s testiranjem). Ni pa treba, da je tako določena preklompna dolžina daljša od preklompne dolžine polno izkoriščenih palic.

4.4 Konstruiranje armature JUBHome WALL in minimalne zahteve

- Prerez celotne navpične armature mora biti večji od 0,3 % površine prečnega prereza stene. Sistem JUBHome WALL omogoča vgradnjo para armaturnih palic fi 12 na vsakih 75 mm, če je to potrebno.
- Prerez vodoravne armature v steni mora biti večji od 0,2 % površine prečnega prereza stene. Razdalja med sosednjima vodoravnima palicama ne sme biti večja od 400 mm. Pri sistemu JUBHome WALL je ta razdalja enaka višini elementa, to je 364 mm, možna pa je vgradnja vodoravnih palic preseka do 12 mm na tej razdalji.
- Navpično armaturo v robnih elementih morajo sestavljati vsaj 4 palice, katerih premer ne sme biti manjši od 12 mm.
- Najmanjši premer stremenske armature v robnem elementu znaša 6 mm, največja dovoljena razdalja med stremeni je 10 cm. Glej sliko 6.
- Projektno dolžino prekrivanja armature določimo po EC2. Če je svetla razdalja med palicama, stikovanimi s prekrivanjem, večja od 4φ ali 50 mm, je treba dolžino prekrivanja povečati za velikost svetle medsebojne razdalje stikovanih palic.

4.5 Temelji

Projektno obremenitev temeljev določimo ob upoštevanju metode načrtovanja nosilnosti. Zagotoviti je treba tudi ustrezno sidranje, kot to določa EC 2 v poglavjih 8.4 in 8.5. Temelje na EPS toplotni izolaciji se sicer dimenzionira skladno z Navodilom za projektiranje JUBHome BASE (<http://jubhome.eu/tehnica-podpora/jubhome-base/navodila-za-projektiranje/>).



Slika 6 • Minimalno armiranje velikih šibko armiranih sten.

5 • PREGLED SISTEMA JUBHOME WALL

5.1 Elementi

Sistem JUBHome WALL je sestavljen iz nabora stenskih elementov EPS, kovinskih opor za opiranje sten, seta pločevin za zaščito kontaktnih površin elementov med betoniranjem

in polipropilenskih (PP) pridržal za montažo vertikalne armature. Vsi elementi sistema so razvidni s slike 7.

Glede na želene energijske učinke je za fasadne stene možen izbor treh različnih de-

belin stenskih elementov vključno z odcepnimi elementi za notranje nosilne stene. Za vsako fasadno debelino je na voljo enaindvajset različnih sistemskih kosov, pri notranji steni pa trinajst. Pri vseh stenah je na voljo tudi zaporni element, ki se uporablja za zapiranje čela sten pri okenskih in vratnih špaletah ter zaključkih sten. Osnovni elementi z merami so razvidni iz preglednice 2.

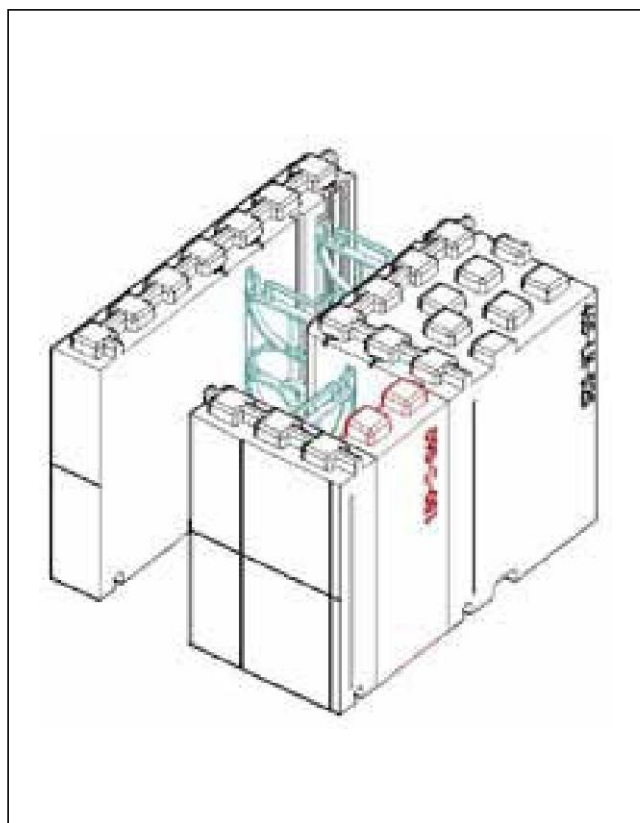


Slika 7 • Sistemske komponente JUBHome WALL.

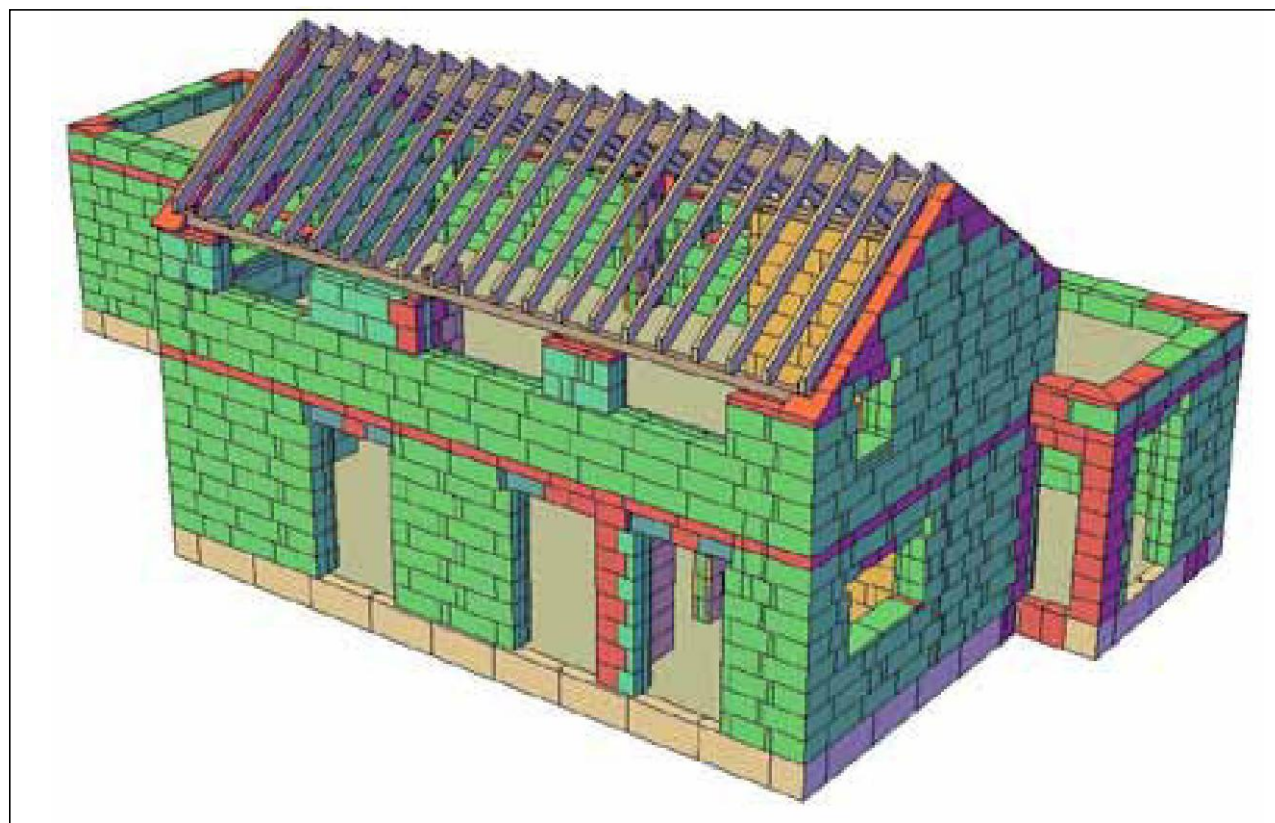
Iz tipskih elementov sistema se lahko z rezanjem in lepljenjem izdelajo poljubne prilagoditve vogalov ob oknih in pri prekladah kot tudi nepravokotni vogali, priključki in višinski zaključki sten (slika 8).

Za vsak objekt posebej se na podlagi prejetega arhitekturnega načrta izdela sestavni načrt sten iz oštevilčenih in pozicioniranih elementov sistema skupaj s seznamom elementov (sliki 9 in 10).



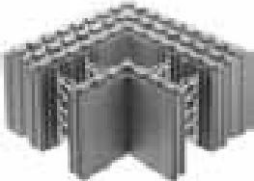
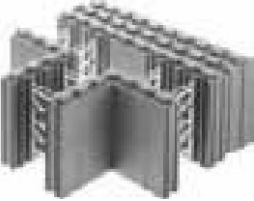






Za netipske sestavljene kose pa se izdelajo delavniški načrti rezanja in lepljenja, na podlagi katerih se ti elementi pripravijo v tovarni in skupaj z osnovnimi elementi na paletah dostavijo na gradbišče.



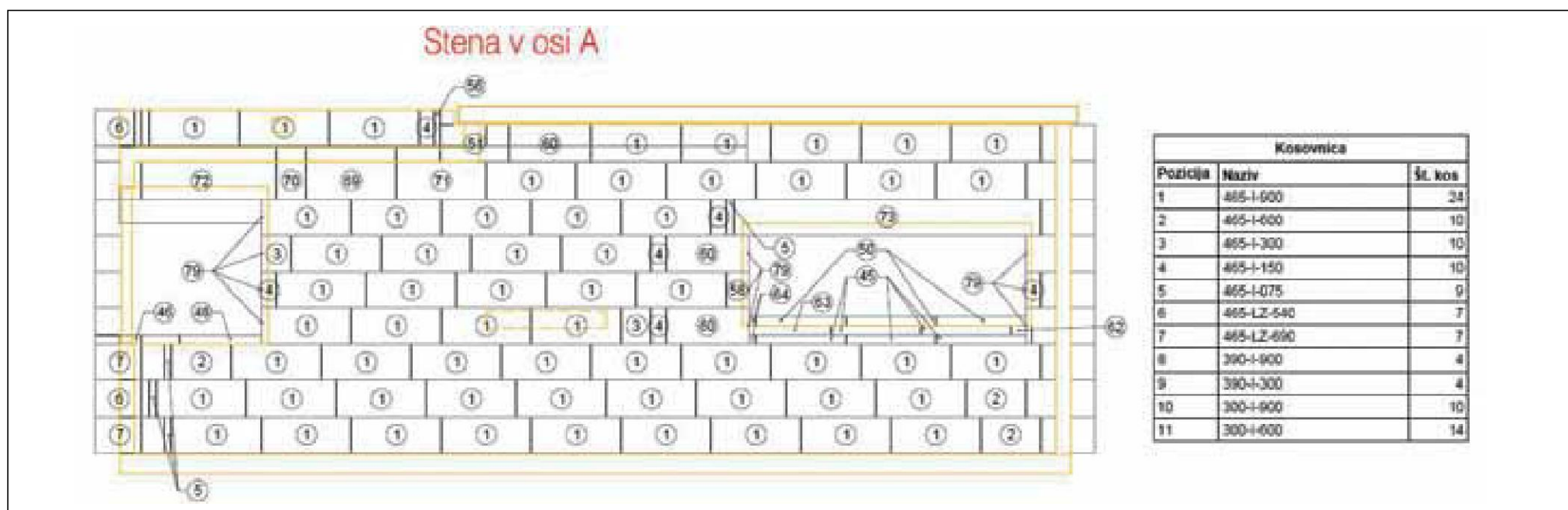
Slika 8 • Primer netipskega elementa.



Slika 9 • Zbir elementov za objekt.

Tip	Videz	Dolžine	Širine	Debeline	Višina
Linijski element		75, 150, 300, 600, 900		300, 390, 465, 525	364
Notranji vogal		375, 525, 450, 600, 525, 675, 600, 750	375, 525, 450, 600, 525, 675, 600, 750	300, 390, 465, 525	364
Zunanji vogal		375, 525, 465, 615, 540, 690, 600, 750	375, 525, 465, 615, 540, 690, 600, 750	300, 390, 465, 525	364
Odcepni element		450, 750	375, 525, 465, 615, 540, 690, 600, 750	300/300, 390/300, 465/300, 525/300	364
Element za rezanje		900		300, 390, 465, 525	364
Prekladni element		675, 900		300, 390, 465, 525	364
Venčni element		75, 150, 300, 600, 900		165, 240, 300	260
Povišni element		900		300, 390, 465, 525	91
Polični element		900		390, 465, 525	91
Zaporni element			150	60	364

Preglednica 2 • Pregled elementov sistema JUBHome WALL z merami.



Slika 10 • Primer sestavnega načrta.

5.2 Izvedba

Tako kot za vse armiranobetonske konstrukcije se tudi za ICF-sisteme pred pričetkom del skladno z izračunom izdelata armaturni načrt. Zaradi velikih pritiskov betona med vgradnjo in predvidene minimalne obdelave površin pred vgradnjo tankoslojnih fasadnih oblog je izgradnja sten JUBHome WALL predvidena v dveh fazah (delovni stik na polovici etaže) z zamikom enega dne (JUBHome, 2016).

Priporoča se, da se elementi sistema JUBHome WALL začnejo polagati na izravnano podlago iz cementne malte, saj prevelike neravnine na podlagi povzročajo razmikanje ali stiskanje elementov proti vrhu etaže. V vogale in križišča sten se najprej na spodnja sidra pritrdijo armaturni koši. Prvi dve vrsti elementov

se na koše in sidra iz temeljne plošče natika. V vsako vrsto se sproti vgrajujejo horizontalne armaturne palice, za vertikalne palice pa se vstavijo le PP-pridržala. Med dvema in štirimi vrstami se odvisno od vetra na lokaciji na postavljene elemente privijačijo opore JUBHome WALL, ki služijo poleg zavetrovanja tudi za delovni oder in za uravnavanje stene pred betoniranjem, med njim in po njem. Po montaži delovnega odra se na polovici etaže v pridržala vstavijo še vertikalne armaturne palice, podaljšane za preklap in steno za betonira.

Po primerni delni strditvi betona prve faze se postopek za drugo polovico stene ponovi. Sistem opor omogoča prestavitev delovnega odra na vrh etaže. Armaturni koši, horizontalne

in vertikalne palice se montirajo na enak način in v enakem vrstnem redu kot v spodnji polovici stene.

Etažna armiranobetonska plošča se izdelava kot običajno, vendar brez opaženja čel, saj toplotnoizolativni venčni elementi stenskega sistema dajejo zadostno oporo za bočne pritiske betona plošče med betoniranjem.

Vgradnja inštalacij v notranjo EPS-oblogo je enostavna, utori se izdelajo s termonoži, zaščitne cevi inštalacij pa pritrdijo z montažnimi penami ali mavčnimi maltami. Inštalacije večjih premerov se postavljajo pred ICF-stene, za mavčnokartonsko oblogo. Notranje zaključne obloge se izvedejo s tankoslojnimi nanosi malt podobno kot na fasadni strani.

6 • SKLEP

Z energijsko varčno gradnjo prihajajo k nam tudi sodobne tehnologije gradnje tovrstnih stavb, med njimi konstrukcijski sistemi ICF. Razvoj teh sistemov se je začel na potresno neogroženih območjih, kjer vgradnji zaradi potresa potrebne armature niso posvečali

pozornosti. Sistemi prihajajo na trg na podlagi evropskega ocenjevalnega dokumenta ETAG 009, ki ne vsebuje primernih zahtev za proizvajalce in pogojev za projektante pri uporabi sistemov na potresnih območjih.

Če želimo ICF-sisteme na potresnih območjih

projektirati in graditi varno, morajo postopki projektiranja temeljiti na načelih in pravilih EC8, proizvajalci pa morajo svoje sisteme tem načelom prilagoditi.

JUBHome WALL je sistem, ki tem pogojem ustreza. Po EC8 je zasnovan kot sistem velikih šibko armiranih sten. Nosilnost sten je bila eksperimentalno preizkušena, na podlagi rezultatov preiskav pa so bila izdelana navodila za potresnoodporno projektiranje.

7 • LITERATURA

Dolšek, M., Gams, M., Snoj, J., Bohinc, U., Kramar, M., Eksperimentalne raziskave armiranobetonskih sten konstrukcijskega sistema JUBHome WALL, Ljubljana, Inštitut za konstrukcije, potresno inženirstvo in računalništvo, 2016a.

Dolšek, M., Snoj, J., Žižmond, J., Navodila za potresnoodporno projektiranje armiranobetonskih sten konstrukcijskega sistema JUBHome WALL, Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Inštitut za konstrukcije, potresno inženirstvo in računalništvo, 2016b.

EOTA ETAG 009, GUIDELINE FOR EUROPEAN TECHNICAL APPROVAL of Non load-bearing permanent shuttering kits/systems based on hollow blocks or panels of insulating materials and sometimes concrete, Edition June 2002.

JUBHome, d. o. o., tehnični list: JUBHome WALL-sistem za gradnjo sten s toplotnoizolativnimi opažnimi elementi, 2016.