

AMFIBIJSKA STAVBA ZA GRADNJO NA POPLAVNIH OBMOČJIH

AMPHIBIOUS BUILDING, AN EXAMPLE OF FLOOD-PROOF TECHNIQUE

Tjaša Dolenc, univ. dipl. inž. vod. in kom. inž.

tjasa7dolenc@gmail.com

prof. dr. Franci Steinman, univ. dipl. inž. grad.

franci.steinman@fgg.uni-lj.si

UL, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo,

Hajdrihova 28, 1000 Ljubljana

Strokovni članek

UDK 005.936.2:627.51(285.3)

Povzetek | V Sloveniji in po svetu je obseg območij poplavne nevarnosti velik, zaradi podnebnih sprememb pa naj bi se te površine še povečale. Pri nas se želi z bodočo gradnjo zgostiti pozidavo v območjih pozidave, kar pomeni, da bo treba stopnji poplavne nevarnosti prilagoditi tudi gradnjo objektov. Amfibijska gradnja stavb prinaša kakovostne dopolnitve k vodotesni oz. vodoodporni gradnji, ki se uporabljata na območjih poplavne nevarnosti. Zagotavlja varnost pred poplavitvijo, zato niso potrebne sanacije po poplavi, nima čezmernih vplivov na okolje oz. vodne tokove ter omogoča vključitev v podobo soseske in ohranja obstoječi arhitekturni značaj. Predstavljeni so glavne značilnosti in konstrukcija amfibijske stavbe, pravni vidiki umeščanja take gradnje pri nas ter nekaj primerov iz sveta.

Ključne besede: poplave, amfibijska stavba, plovni temelj

Summary | In Slovenia and around the world the extent of flood hazard areas is large, and due to climate changes these areas will increase. Our future construction aims at compacting buildings in the populated areas, which means that the building construction has to adapt to the level of flood hazard. Amphibious construction brings good additions to water-proof and water-resistant construction, which are used in flood-prone areas. It provides protection against inundating. Therefore, rebuilding after the flood is not necessary, has no excessive impact on the environment or on streams, allows integration to the neighborhood and maintains the existing architectural character. In the paper the main characteristics and structure of amphibious building, legal aspects of placing this construction in Slovenia and a few examples from the world are presented.

Key words: floods, amphibious building, floating foundation

1 • UVOD

Gradnja na poplavnih območjih v Sloveniji in drugod po svetu je vzrok za veliko pričakovano poplavno škodo. Pri obstoječih ogroženih objektih lahko na eni strani vplivamo na zmanjšanje poplavne nevarnosti (npr. z zadrževalniki), pogosto pa preostanejo le ukrepi za povečanje poplavne odpornosti. Po klimatskih scenarijih se bodo povečevali

ekstremi (tj. več padavin in s tem večji pretoki in vodostaji), hkrati pa tudi dvig morske gladine. Na območju srednje in vzhodne Evrope naj bi se znatno povečale padavine v zimskem času (EEA, 2014), gladina morja pa se lahko do konca 21. stoletja dvigne tudi za 1 m (IPCC, 2013). V svetu se zaradi naraščajoče populacije vse bolj poselju-

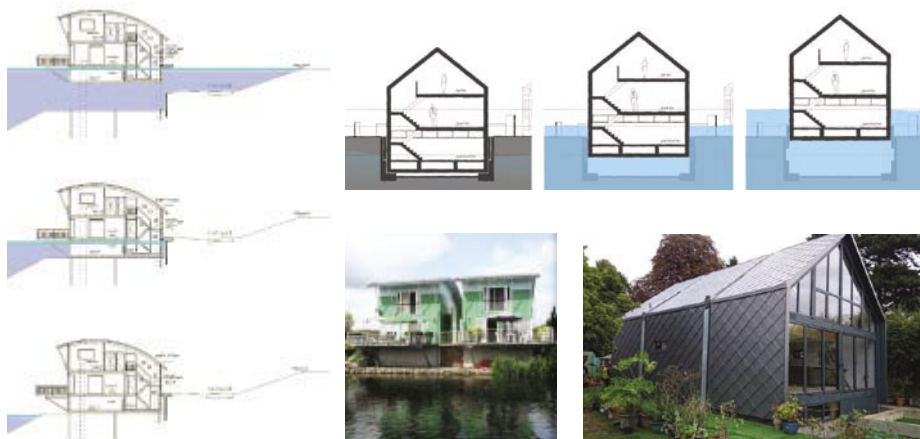
jejo poplavne in vodne površine. V prihodnosti torej lahko pričakujemo pogostejše visoke vode in povečanje števila ogroženih zgradb, kar skupaj povečuje tudi pričakovano poplavno škodo. V članku bo prikazano, kako bi lahko zmanjšali pričakovano škodo, saj je o protipoplavnih ukrepih (ti. PPU) že veliko napisanega.

2 • POVEČANJE ODPORNOSTI GRADENJ NA POPLAVNIH OBMOČJIH

Seveda bi bilo preventivno ravnanje, podprto z negradbenimi ukrepi, najboljše. Življenje pa prinaša vrsto izzivov pri novogradnjah in obstoječih gradnjah, kjer je iz različnih razlogov treba izboljšati varnost ljudi in objektov. V Sloveniji se že gradi protipoplavna infrastruktura in pripravljajo nekateri skupinski ukrepi. Pri individualnih ukrepih pa se uporabljajo:

- dvig uporabnih površin nad gladino visoke vode (do projektnega pretoka npr. Q100),
- suho tesnjenje objektov, tj. gradnja vodotesnih objektov (od Noetove barke naprej), ter
- mokro tesnjenje objektov, tj. izdelava vodo-odpornih objektov, kjer poplavitve objekta ne povzročijo čezmerne škode.

Z dvigom nad gladino projektnega vodostaja do izbrane meje preprečimo poplavljanje zgradbe, vendar pa ostanejo hidrodinamične obremenitve in sile plavja na spodnje elemente objekta in nevarnost spodjedanja temeljev. Dvignjen objekt je bolj izpostavljen tudi silam vetra, težje ga je vključiti v podobo soseske idr., predvsem pa zagotavlja poplavno varnost le do izbrane meje – pri višjih vodostajih bo tudi dvignjen objekt poplavljen. Pri suhem tesnjenju za objekt izberemo vodotesne materiale ali pa vodotesnost dosežemo z različnimi premazi in zaščitami, odprtine na objektu (vrata, vstop instalacij idr.) je treba opremiti z različnimi tesnilnimi elementi ali ureditvami, npr. kanalizacijskih cevi za zaščito pred povratnim tokom, preučiti je treba tudi težave z vzgonom (npr. na talne plošče). Ta tehnika zahteva dobro vzdrževanje in stalno pripravljenost, da vdor vode v objekt ne povzroči škode. Pri mokrem tesnjenju zgradb pa se uporabijo materiali, ki so vodo-odporni, insta-



Slika 1 • Sledenje amfibijske hiše dinamiki vodne gladine: levo sheme za amfibijsko hišo v Massbommelu na Nizozemskem; zgoraj desno sheme za amfibijsko hišo v Veliki Britaniji; spodaj desno oba realizirana projekta ((Manley, 2014), (Robarts, 2014), (Links To ..., 2015))

lacije so prilagojene (ali dvignjene) na poplavni vodostaj itd., predvidene pa so dejavnosti v objektu, ki se lahko začasno preselijo oz. so za vodo malo občutljive. V tem primeru se vodi dopusti vstop v objekt, ker je poskrbljeno, da je pričakovana poplavna škoda majhna (tj. sprejemljiva). Ta pristop je pogosto cenejši od dvigovanja objekta ali suhega tesnjenja, vendar pa ne zagotavlja varnosti pri vodostajih, višjih od projektnih, in zahteva odpravo posledic po poplavah.

Zanimivo rešitev predstavlja gradnja amfibijskih objektov, ki ob vodilih sledijo dinamiki vodostajev pri rednih ali občasnih poplavah oz. sledijo nihanju stoječih voda. Pri tem se postavlja vprašanje, ali gre za objekt, fiksno povezan s tlemi (po ZGO), ali morda za plovilo.

Bistvena lastnost amfibijske zgradbe je pravilno razmerje med vzgonskimi silami in

nosilnostjo plovnega temelja, kar določa dovoljeno maso objekta, ki naj bo porazdeljena centrično zaradi ohranjanja horizontalnosti. Cilj je, da zgradba ostane nepoplavljena in se po umiku poplavne vode vrne v prvotno lego, zato ne zahteva odprave posledic po poplavah. Da bi lahko bila v času poplave v uporabi, je treba primerno poskrbeti za komunalno opremljenost in seveda za dostopnost (npr. s čolnom). Primerna je za razlivna območja ob vodotokih, za kraška polja (kjer se voda zadržuje dalj časa) in za območja, kjer se teren poseda. Že izvedeni primeri v svetu omogočajo dvigovanje za nekaj metrov.

Amfibijski objekt sestoji iz lahke zgradbe na plovnem temelju, vertikalnih stabilizacijskih vodil in naprav za priključitev hišnih inštalacij na javno komunalno infrastrukturo.

3 • ZASNOVA AMFIBIJSKIH STAVB IN RAZLIČNI PROJEKTI PO SVETU

Gradnja amfibijskih stavb je že dlje prisotna na Nizozemskem in v Združenih državah Amerike. Izkazali so odlično delovanje, tj. sledenje dinamiki vodostajev, in pokazali, da lahko brez posledic funkcionirajo med poplavo in po njej. V zadnjih šestih letih se je gradnja počasi začela širiti tudi v Veliko Britanijo ter v države jugovzhodne in južne Azije. Avgusta 2015 so

na Tajske organizirali prvo mednarodno konferenco o amfibijski arhitekturi, načrtovanju in inženirstvu. S prikazom take gradnje ne podpiramo pozidave poplavnih območij, prikazujemo le možen pristop na območjih srednje in majhne poplavne nevarnosti, kjer sicer gradnja v Sloveniji ni prepovedana, je pa tako mogoče zmanjšati pričakovano poplavno škodo.

3.1 Vrste plovnih temeljev

Za izgradnjo amfibijske stavbe je ključen ustrezni tip plovnega temelja, najpomembnejša naloga pa izračun plovnosti. Temelj mora imeti zadosten vzgon, hkrati pa ustrezno prevzeti hidrodinamične sile poplavne vode in plavja. Uporabljeni materiali so lahko zelo različni, pogosto pa se pojavlja EPS, to je ekspanzirani polistiren (znan tudi kot stiropor), ki ne razpada in zagotavlja trajnost, zaradi zaprte celične strukture pa je vodotesen. EPS-

jedro torej zagotovi nepotopljivo platformo, kar jamči, da se objekt ne bo potopil ((EPS, 2015), (FlexBase, 2013)). Oglejmo si nekaj rešitev:

- leseno ogrodje, polnjeno s praznimi sodi (kovinskimi in plastičnimi), plastenkami ali EPS-bloki (ekspandirani polistiren). Gre za dokaj trpežne in poceni materiale, vendar zmorejo le manjše obtežbe, npr. manjše hiše oz. lahke objekte, največ v jugovzhodni in južni Aziji.
- jekleni temelj – jeklo omogoča lažje oblikovanje, ima visoko natezno trdnost, je odporno proti vremenskim vplivom in lahko popravljivo. Tak ponton je skoraj nepotopljiv. Čeprav so začetni stroški od 7 % do 8 % manjši kot pri betonskih konstrukcijah, so stroški vzdrževanja veliko večji, temelji imajo krajšo dobo trajnosti. Problem sta korozija na zunanji strani in kondenzacija v notranjosti temelja. Potrebni so katodna zaščita ter na vsakih nekaj let pregled in vzdrževanje, kar poveča končne stroške (Concrete vs Steel, 2015).
- kompozitni temelj – material je lahko celo bolj nosilen od betona ali jekla, ni nevarnosti korozije, je zelo lahek in obstojen, kemično odporen in skoraj ne zahteva vzdrževanja. Omogoča svobodo pri oblikovanju, žal pa visoka cena pogosto odvrne investitorje (Balance d'eau, 2015).
- jekleno ogrodje, polnjeno z EPS-bloki – je najbolj značilno v Louisiani. Omogoča enostavno in hitro gradnjo, ki je cenovno zelo ugodna. Za slabosti navajajo vizualno motečo konstrukcijo, nosi lahko manjše obtežbe, problem pa predstavlja še izpostavljenost EPS, ki potrebuje zaščito pred toplimi in gorivi, npr. v poplavni vodi (Fenuta, 2010).
- EPS-jedro, obrizgano z betonom, ojačanim s steklenimi vlakni – vlaknasti armiranobetonski ovoj poveča trajnost temelja, izboljša udarno odpornost (plavje ipd.) ter zmanjša skupno težo v primerjavi z drugimi skeleti, kar je pomembno dejstvo pri projektiranju.

– armiranobetonski temelj z EPS-polnilom – jedro iz EPS se obda z armiranobetonskimi stenami. Gre za patentirano rešitev IMFS (International Marine Floatation Systems), ki razvija betonske plavajoče konstrukcije, pri katerih je potrebna manjša debelina betonskih sten kot pri votlih temeljih. Glavne prednosti so dobra toplotna izolativnost, majhno vzdrževanje in večja nosilnost – gradimo lahko večje platforme, slabost pa so višji stroški materiala kot pri votlih temeljih (IMFS, 2013).

– votel, škatlasti armiranobetonski temelj – je najbolj razširjena oblika plovnega temelja, ki lahko služi tudi za klet, prostor za tehnične infrastrukturne naprave ali celo bivalni prostor. Pri izdelavi betonske školjke je bistveno, da postane vodotesna. Z zadostno debelino sten zagotovimo vodotesnost temelja in preprečimo korozijo armature – v večini primerov se izdeluje od 23 do 25 cm debela stena. Glavne prednosti votlega armiranobetonskega temelja so: je relativno poceni, trden, trajen (dolga doba trajnosti, tudi do 100 let), odporen proti udarcem (plavje ipd.) in vremenskim vplivom, ne potrebuje vzdrževanja in znižuje težišče stavbe, kar poveča stabilnost plavanja in zniža končne stroške. Omejitve pa prinašata kontinuirana vgradnja betona (tj. velikost škatle) in slabša natezna trdnost ostenja ((Concrete vs Steel, 2015), (Build It Bigger, 2014), (Project review, 2011)).

Kadar plovni temelj lega na teren, vizualno izstopa, vhod v zgradbo pa je dvignjen od tal za višino temelja. Zlasti estetski vidik projektante vodi k rešitvam, kjer je temelj skrit v tla.

3.2 Vodila in stabilizacijski stebri

Običajno dva ali štirje vertikalni stebri služijo za vodila pri dvigovanju zgradbe ob poplavi in za ohranjanje lokacije. Izbira materialov in zasnova konstrukcije (vpetost, nosilnost) naj

zagotovita stabilnost zgradbe pri vertikalnem dvigu objekta na projektno višino (običajno nad vodostaj 100-letne vode) ter omejita horizontalne pomike in nagibanje objekta. Pogosto jih zaradi estetike vgradimo oz. zakrijemo s fasado zgradbe.

3.3 Priključki na javno komunalno infrastrukturo

Zaradi vertikalnih pomikov potrebujejo amfibijski objekti dovolj dolge fleksibilne instalacijske vode, ki so običajno položeni ob vodilih na vertikalnih stabilizacijskih stebrih tako, da omogočajo neovirano uporabo objekta med poplavo. Njihova izvedba je draga, problem pa včasih predstavlja pridobitev soglasja za priključitev na lokalno gospodarsko infrastrukturo. Tedaj se uporabijo samotestni, samodejno odklopni komunalni priključki, zgradba pa se oprepi z lastno strojnico in rezervoarji (pitna/odpadna voda), z električnim generatorjem ipd, kar je pač za uporabo zgradbe potrebno oz. zaželeno.

3.4 Zasnova lahke zgradbe s centrično obtežbo

Nosilnost plovnega temelja že določa možno obremenitev, tj. maso temelja in zgradbe ter koristno obtežbo zgradbe. Zato se uporabljajo lahki gradbeni elementi (les, aluminij, jeklo, kompoziti), lahka konstrukcija zgradbe na težjem plovnem temelju pa poveča stabilnost plavanja. Skrbna izbira materialov glede na različne vplive okolja zmanjša obseg oz. strošek vzdrževanja.

Pri arhitekturni zasnovi je treba paziti na razmerja mas kot tudi na porazdelitev masivnejših elementov v zgradbi (npr. stopnišče, sanitarije, skladišča ipd.), da celotna obremenitev deluje centrično na plovni temelj. Pri nesimetrični vertikalni obtežbi se pojavi nagibanje zgradbe, s tem pa pojav dodatnih horizontalnih sil na vertikalna vodila. Dosedanji primeri kažejo, da



Slika 2 • **Blooming Bamboo Home (Vietnam); plovno telo iz plastenk in bambusa ter prototip LIFT House (Bangladeš) ((Davis, 2013), (English, 2009), (Prosun, 2011))**

pri plovnih temeljih, ki so več kot dvakrat težji od zgradbe, centrična porazdelitev obtežbe v zgradbi ni tako pomembna, če pa je to razmerje manjše, je treba centričnost doseči.

3.5 Primeri amfibijskih objektov po svetu

Eno od organiziranih oblik pomoči revnejšim prebivalcem na poplavnih območjih predstavlja vietnamski prototip Blooming Bamboo Home, kjer kot plovni temelj uporabljajo prazne sode, učvrščene s konstrukcijo iz bambusa, štiri jeklena vodila pa omogočajo vertikalni dvig do 1,5 m (Davis, 2013). Naprednejši pristop prinaša prototip LIFT House v Bangladešu, pripravljen za cenena barakarska naselja v Daki, z nizkimi stroški vzdrževanja, kjer zgradba iz bambusa stoji na plovnem telesu iz bambusovega paličja in recikliranih plastenk. S povezavo dveh prebivališč je zasnovano, da se med njima uredi prostor za sanitarije, kuhinjo oz. druge instalacije ((English, 2009), (Prosun, 2011)).

Za tajsko državno stanovanjsko upravo (National Housing Authority, NHA) je bil zgrajen prvi pilotni projekt amfibijske hiše leta 2012. Plovni temelj iz jeklenih pontonov in EPS-polnila je bil zgrajen v tovarni ter na lokaciji vgrajen v zgrajeno jamo. Vodila omogočajo, da se hiša lahko dvigne do 3 m. Priključena je na javno omrežje, mogoče pa je tudi vgraditi rezervoarje za pitno vodo in deževnico ter generator, sončne celice ali vetrne turbine ((A Site-Specific Experiment, 2011), (Tang, 2015)). Tudi v ZDA so zasnovali amfibijsko hišo (Noetovo barko, Noah's Ark) v Lakeviewu, New Orleans, ki jo sestavljajo votla jeklena školjka (kot plovni temelj višine 90 cm), na kateri stoji lesena zgradba, ter na vogalih hiše štirje nosilni leseni vertikalni stebri, ki so hkrati vodila (English, 2009).

Drugačne materiale imajo amfibijske hiše na jezeru Raccourci Old River v Louisiani, s plovnim temeljem iz jeklenega ogrodja, ki obdaja EPS-bloke, in štirimi vertikalnimi jeklenimi vodili na vogalih hiše, ki so nadaljevanje zabitih pilo-



Slika 3 • Amfibijska hiša Noah's Ark v južni Louisiani (levo), tajski pilotni projekt amfibijske hiše v vasi Ban Sang (desno) ((English, 2009), (Tang, 2015))

tov. Te hiše se uspešno uporabljajo že več kot 30 let (English, 2009). Po orkanu Katrina je bila leta 2006 v Louisiani ustanovljena fundacija za razvoj plovnih temeljev (Buoyant Foundation Project, BFP), da bi pomagali sanirati stanje v New Orleansu. Cilj je na naslednje poplave pripraviti že obstoječe louisianske tradicionalne hiše (t. i. hiše shotgun). Zato pod obstoječe hiše vgradijo jekleno ogrodje in plovne (EPS) bloke kot plovni temelj in štiri vertikalna teleskopska jeklena vodila. Stroški preureditve znašajo od 10.000 do 25.000 USD in so nižji od stroškov dviga objekta nad gladino poplavne vode ((Anderson, 2014), (English, 2009)). Oktobra 2009 so v New Orleansu zgradili prvo amfibijsko hišo (FLOAT House), ki je pridobila

uporabno dovoljenje. Doslej so jih zgradili že več kot 100, načrtujejo jih še več. Fundacija Gradimo pravilno (Make it Right) se posveča gradnji cenovno dostopnih in naravnim danostim prilagojenih hiš za prebivalce na z orkanom Katrina najbolj prizadetem območju New Orleansa, Lower Ninth Ward. Imajo plovni temelj iz EPS-jedra, obrizgan z betonom, ojačenim s steklenimi vlakni, ter vgrajene že vse instalacije in potrebne rezervoarje, hiša pa je priključena na javno infrastrukturo. Dve jekleni vodili na obeh krajših straneh hiše sta sidrani v betonsko temeljno ploskev, ki je dvignjena od tal, a je



Slika 4 • Obstoječi hiši v južni Louisiani so dodani plovni temelj in vodila (levo); desno je razvidno, da je amfibijska hiša prestala poplavo nepoškodovana v primerjavi s poplavljeno hišo, grajeno na terenu ((English, 2009), (English, 2015))



Slika 5 • Dva pogleda na FLOAT House ((Float House, 2012), (Float House, 2009))



Slika 6 • Povezani amfibijski hiši v Maasbommel, levo in desno, amfibijska hiša Formosa ((Floating Homes, 2015), (Formosa, 2015))

pritrjena na pilote, ki segajo 14 m globoko v tla. Zasnova omogoča, da se hiša v primeru poplav lahko dvigne za 3,6 m in ob tem prenese močne orkanske vetrove. Slabost objekta pa je, da morajo prebivalci ob nastopu ujme hišo zapustiti ((Anderson, 2014), (English, 2009), (Float House, 2012)).

Amfibijsko gradnjo poznamo tudi v Evropi. V Maasbommel na Nizozemskem so leta 1998 na reki Maas začeli gradnjo prvega projekta amfibijske gradnje in dokončali gradnjo 32 hiš leta 2005. Plovni temelji so votle armiranobetonske škatle, približno 2 m visoke in težke okoli 70 t, ki stojijo na šestih betonskih pilotih v izkopenem doku v brežini reke oziroma na nasipu, njihova

notranjost pa služi za klet. Vodotesnost temelja zagotavljajo 23 cm debele stene. Hiše so povezane v pare, ki jim za vodili služita dva vertikalna jeklena okvira, ob katerih hiše splavajo na mestu, ko voda naraste za več kot 70 cm, in se v primeru večjih poplav lahko dvignejo tudi do 5,5 m. Priključki na javno infrastrukturo so zaščiteni v fleksibilnih cevih in se dvigajo s tal doka ob vertikalnih stebrih do hiše. Hiše so uspešno prestale večjo poplavo januarja 2011 ((Manley, 2014), (Project review, 2011)).

Formosa, leta 2014 zgrajena prva amfibijska hiša v Veliki Britaniji, stoji 10 m od reke Temze v mestu Marlow. Najprej so zgradili pravokotni dok, v katerem se ob poplavi ob štirih jeklenih

vodilih vertikalno giblje votla armiranobetonska školjka, kot 150 ton težek plovni temelj, ki služi za bivalni prostor in prostor za infrastrukturno opremo. Možen je dvig objekta do 2,5 m, čeprav je projektni vodostaj pri stoletni vodi 1,8 m nad terenom. Enonadstropna lesena konstrukcija ima maso 70 ton, fleksibilne cevi s priključki, ki se raztegnejo do 3,0 m, pa omogočajo normalno uporabo v času poplave ((Grand Designs, 2014), (Robarts, 2014)). Čeprav se amfibijska gradnja vse bolj širi po svetu, ostaja še veliko odprtih vprašanj v zakonodaji kot tudi pri dvomih različnih udeležencev o takšni gradnji in primernosti tega načina za zmanjšanje pričakovane poplavne škode.

4 • STANJE V SLOVENIJI IN MOŽNA GRADNJA AMFIBIJSKIH STAVB

Prvo vprašanje, ki je z amfibijskimi zgradbami povezano, izvira iz določil Zakona o graditvi objektov, po katerih se sklepa, da je amfibijska stavba gradbeni objekt, saj je povezana s tlemi, in torej ni plovilo, čeprav bi lahko izpolnila tudi predpisane kriterije za plavajočo napravo pri pooblaščenem klasifikacijskem zavodu. V nadaljevanju bomo privzeli, da gre za gradbeni objekt, zato velja, da je gradnja mogoča le na zazidljivi parceli, z upoštevanjem prostorskih aktov in drugih predpisov.

Cilj amfibijske gradnje je s pravilno gradnjo čim bolj zmanjšati pričakovano škodo na območjih poplavne nevarnosti, kjer je gradnja sicer dovoljena. Torej so izhodišče predpisi s področja voda, ki pa jih običajno dopolnjujejo še drugi pogoji, kadar bi bil objekt grajen na

območju varovanja narave, kulturne dediščine, okolja idr. Zakon o vodah določa, da gradnja objektov ni mogoča na območju vodnih in priobalnih zemljišč ali na območju presihajočih jezer. Vendar pa se amfibijska gradnja lahko izvede na (zelo obširnih) preostalih poplavnih območjih, kadar se pridobi vodno soglasje, ki ga izda Direkcija RS za vode, če poseg ne bo povečal poplavne ogroženosti in nima vpliva na vode in vodni režim.

Uredba o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja (Uredba, 2008), namreč določa, da je na območju majhnega razreda poplavne nevarnosti dovoljena gradnja enostanovanjskih stavb ob

upoštevanju pogojev iz vodnega soglasja. Na območju srednjega razreda poplavne nevarnosti pa je mogoča gradnja le na območju strnjeno grajenih stavb enakovrstne namembnosti v obstoječih naseljih, kadar je mogoče s predhodno izvedenimi omilitvenimi ukrepi in v skladu s smernicami ali pogoji vodnega soglasja zagotoviti, da vpliv načrtovanega posega v prostor ni bistven. Zato bi bilo smotrno graditi tako, da bi bila pričakovana poplavna škoda čim manjša – na enega od načinov, opisanih v drugem poglavju.

V Sloveniji še ni grajene amfibijske stavbe. Za prvi poskus bi lahko štel postavitev kioska na plovno podkonstrukcijo na poplavni ravnici Krke pri Velikih Malencah, ker je kiosk, fiksiran na teren, Krka poplavljal. Lastnik je preurejeni kiosk uradno registriral kot plavajočo napravo, vendar se gradbeni inšpektor s tem ni strinjal in je izdal odločbo o rušenju (Zore, 2012). Primer pokaže, da bo potrebna dopolnilna



Slika 7 • Območje razreda srednje poplavne nevarnosti (svetlo modra barva) ter velike poplavne nevarnosti (temno modra) na Ljubljanskem barju (Atlas okolja, 2015)

razlaga Zakona o graditvi objektov ali dodatna ureditev amfibijske gradnje v predpisih.

Glede na prikazane razrede poplavne nevarnosti na Ljubljanskem barju, ponavljajoče se poplave in z monitoringom ugotovljeno posedanje barja na eni strani in dejstva, da je še vedno dovoljena gradnja v zgoraj opisanih primerih, smo preverili, ali bi bila gradnja amfibijske stavbe (enodružinske hiše) skladna s predpisi in prostorskimi akti. Za primerno zazidljivo parcelo v območju

poselitve, kjer je možna zgostitev pozidave oz. nadomestna gradnja, je bilo ugotovljeno, da je mogoče amfibijsko stavbo umestiti v prostor v skladu s predpisi in prostorskim aktom (OPN MOL, Uradni list RS, št. 78/10) ter jo ustrezno dimenzionirati. Testna stavba je bila zasnovana s plovnim temeljem iz armirano-betonske školjke in EPS-polnila, ki nosi lahko leseno hišo, katere fasada zakriva štiri jeklena vodila. Mogoča bi bila izvedba s fleksibilnimi priključki na komunalno infrastrukturo ali

rešitev s samodejnim odklopom inštalacij in z lastno oskrbo v času trajanja poplave. Seveda tudi dodatna plovna ploščad za avtomobil ne bi predstavljala težave. Ker se Barje poseda in je zemljina slabo nosilna, je predvideno, da plovni temelj v obdobjih brez poplav naleže na zabite pilote, od katerih so na štiri pritrjena vertikalna vodila. Tehnično izvedljiva gradnja, ki upošteva prostorske in druge pogoje, pa potrebuje še družbeno sprejemljivost, da bi takšno gradnjo lahko izpeljali.

5 • SKLEP

Kot vidimo, je v Sloveniji še vedno mogoča gradnja stanovanjskih stavb na območjih poplavne nevarnosti, saj absolutna prepoved niti ne bi bila smotrna. Zato pa je treba »pametno graditi« tako, da bo čim manj pričakovane poplavne škode. Glavna prednost amfibijske gradnje je prilagajanje na poplavne vodostaje, zato ni vdora vode v objekt in v njem ne nastaja poplavna škoda. Na območju pogostejših poplav bi bilo zato primerno razmisliti o razmerju med dražjo investicijo v amfibijsko zgradbo in pridobljeno koristjo, tj. preprečeno škodo ob

vsaki poplavi. Z upoštevanjem lokalnih razmer, npr. smeri glavnih vodnih tokov, je mogoče stavbo pravilno umestiti in jo uporabljati tudi med poplavami, če je urejen dostop idr. Amfibijska zgradba, ki ne vpliva bistveno na odtocene razmere in nima škodljivih vplivov na okolje, lahko ohranja podobo in obstoječi arhitekturni značaj naselja, po poplavah pa tudi ni vir odpadnega materiala, kot ga običajno vidimo v naseljih po poplavah.

Uporaba amfibijskih zgradb v Sloveniji je v veliki meri odvisna od tolmačenja predpi-

sov in sprejemljivosti take gradnje pri strokovnjakih, upravah in posameznikih. Tudi tu velja Shakespearova misel: »Sama po sebi ni nobena stvar ne dobra ne zla, tako jo naredi šele naša sodba.« Raznolikost (nižinskih) slovenskih pokrajin pokaže, da so v skladu s predpisi zazidljiva še obsežna poplavna območja, zato so tudi možnosti amfibijske gradnje razmeroma velike. Izvedba infrastrukturnih protipoplavnih državnih ukrepov namreč številnim občanom na območjih poplavne nevarnosti sploh ne bo pomagala, zato je treba razmišljati tudi o individualnih protipoplavnih ukrepih. Eden takih samozaščitnih ukrepov je predstavljen, ne ve pa se, ali bo v slovenskem prostoru tudi sprejemljiv.

6 • LITERATURA

- A Site-Specific Experiment, Site-Specific, WordPress, <https://asitespecificexperiment.wordpress.com/2011/10/23/%E0%B8%9A%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%AA%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%97%E0%B8%B4%E0%B8%99%E0%B8%99%E0%B9%89%E0%B8%B3%E0%B8%AA%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%97%E0%B8%B4%E0%B8%99%E0%B8%9A%E0%B8%81-%E0%B9%82/>, pridobljeno 2. 10. 2015, 2011.
- Anderson, H. C., Amphibious Architecture - Living with a Rising Bay, Master Thesis, California Polytechnic State University, Faculty of Architecture, San Luis Obispo, 20-27, <http://digitalcommons.calpoly.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2318&context=theses>, pridobljeno 2. 10. 2015, 2014.
- Atlas Okolja, Agencija RS za okolje, http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso, pridobljeno 2. 10. 2015, 2015.
- Balance d'eau: Construction system, Balance d'eau, <http://www.balancedeau.nl/en/construction-system>, pridobljeno 2. 10. 2015, 2015.
- Build It Bigger: Amsterdam Futuristic Floating City, Extreme Engineering, You Tube, <https://www.youtube.com/watch?v=Es74LezQUCs>, pridobljeno 2. 10. 2015, 2014.
- Concrete vs Steel, Aquabase Construction, <http://www.aqua-base.co.uk/concrete.html>, pridobljeno 2. 10. 2015, 2015.
- Davis, A., Blooming Bamboo Home by H&P Architects, Dezeen magazine, <http://www.dezeen.com/2013/09/25/blooming-bamboo-house-by-h-and-p-architects/>, pridobljeno 2. 10. 2015, 2013.
- EEA, European Environment Agency, Precipitation extremes, <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/precipitation-extremes-in-europe-2/assessment>, pridobljeno 2. 10. 2015, 2014.
- English, E., Amphibious foundations and the Buoyant Foundation Project: Innovative strategies for flood-resilient housing, University of Waterloo, School of Architecture, Waterloo, 1-8, http://www.buoyantfoundation.org/pdfs/ECEnglish_ParisUFMpaper_nov2009.pdf, pridobljeno 2. 10. 2015, 2009.
- English, E., Flood Performance of Amphibious Housing, Buoyant Foundation Project, 9, <http://www.buoyantfoundation.org/pdfs/BFP%20Amphib%20vs%20PermStatElev.pdf>, pridobljeno 9. 9. 2015, 2015.
- EPS, Expanded Polystyrene, Technodinamica, <http://www.tecnodinamica.it/about-eps/>, pridobljeno 2. 10. 2015, 2015.
- Fenuta, E. V., Amphibious Architectures: The Buoyant Foundation Project in Post-Katrina New Orleans, Master Thesis, University of Waterloo, Faculty of Architecture, Waterloo, 245. http://issuu.com/lizfenuta/docs/amphibious_architectures_thesis, pridobljeno 28. 10. 2015, 2010.
- FlexBase: Technology, FlexBase, <http://www.flexbase.eu/?lnd=uk&cd=3>, pridobljeno 2. 10. 2015, 2013.
- Float House, Morphosis Architects Inc, <http://morphopedia.com/projects/float-house>, pridobljeno 2. 10. 2015, 2012.
- Float House Is Big Easy Green, Forced Green, <http://www.forcedgreen.com/2009/10/float-house-is-big-easy-green/>, pridobljeno 28. 12. 2015, 2009.
- Floating Homes - 2 types, Inspiration Green, <http://www.inspirationgreen.com/floating-homes.html>, pridobljeno 28. 12. 2015, 2015.
- Formosa - The UK's First Amphibious House, Riba, <https://www.architecture.com/FindAnArchitect/ArchitectPractices/BACA/Projects/Formosa-TheUK39sFirstAmphibiousHouse-132908.aspx>, pridobljeno 28. 12. 2015, 2015.
- Grand Designs - River Thames: Floating House, Grand Designs, You Tube, <https://www.youtube.com/watch?v=gpH1-b2DV6E&feature=youtu.be>, pridobljeno 2. 10. 2015, 2014.
- IMFS: Technology, Home, International Marine Flotation Systems Inc, <http://www.floatingstructures.com/>, pridobljeno 2. 10. 2015, 2013.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Working Group I, Fifth Assessment Report, Cambridge University Press, 25-26, http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_ALL_FINAL.pdf, pridobljeno 2. 10. 2015, 2013.
- Links To Other Amphibious Projects, Amphibious House on the River Thames, Buoyant foundation project, <http://www.buoyantfoundation.org/amphibious.html>, pridobljeno 28. 12. 2015, 2015.
- Manley, C. R., Floating Tybee: Planning and designing for rising seas, Master Thesis, Georgia Institute of Technology, College of Architecture, Georgia, 73-74 in 87-94, <https://smartech.gatech.edu/handle/1853/52256?show=full>, pridobljeno 2. 10. 2015, 2014.
- Project review: Floating Homes 'De Gouden Kust'. Boiten Raadgevende Ingenieurs BV, Factor Architecten BV, 1-14, <ftp://ftp.cs.kun.nl/pub/toinesmits/course%20material%20IWM%202011/project%20review%20Maasbommel%202011.pdf>, pridobljeno 2. 10. 2015, 2011.
- Prosun, P., The LIFT House: An amphibious strategy for sustainable and affordable housing for the urban poor in flood-prone Bangladesh, Master Thesis, University of Waterloo, School of Architecture, Waterloo, 37-162, http://www.buoyantfoundation.org/pdfs/prosun_prithula.pdf, pridobljeno 2. 10. 2015, 2011.
- Robarts, S., Floods don't wash with this amphibious floating house, Gizmag, <http://www.gizmag.com/baca-architects-formosa-amphibious-floating-house/34346/>, pridobljeno 2. 10. 2015, 2014.
- Tang, A., Thailand tests floating homes in region grappling with floods, Thomson Reuters, <http://www.reuters.com/article/2015/03/05/us-disaster-risk-architecture-idUSKBNOM100N20150305>, pridobljeno 2. 10. 2015, 2015.
- Uredba o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja, Uradni list RS št. 89/08, 2008.
- Zore, J., Inšpektor zahteva rušenje čolna na Krki, Delo, <http://www.delo.si/novice/slovenija/inspektor-zahteva-rusenje-colna-na-krki.html>, pridobljeno 28. 12. 2015, 2012.