

Oznaka poročila: ARRS-RPROJ-ZP-2014/58



ZAKLJUČNO POROČILO RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

A. PODATKI O RAZISKOVALNEM PROJEKTU

1. Osnovni podatki o raziskovalnem projektu

Šifra projekta	L5-4319
Naslov projekta	VARNOST PASIVNIH HIŠ PRI POTRESU
Vodja projekta	10121 Vojko Kilar
Tip projekta	L Aplikativni projekt
Obseg raziskovalnih ur	3305
Cenovni razred	B
Trajanje projekta	07.2011 - 06.2013
Nosilna raziskovalna organizacija	791 Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo
Raziskovalne organizacije - soizvajalke	797 Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo 1969 Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o.
Raziskovalno področje po šifrantu ARRS	5 DRUŽBOSLOVJE 5.12 Arhitektura in oblikovanje 5.12.01 Arhitektura
Družbeno-ekonomski cilj	05. Energija
Raziskovalno področje po šifrantu FOS	5 Družbene vede 5.09 Druge družbene vede

B. REZULTATI IN DOSEŽKI RAZISKOVALNEGA PROJEKTA

2. Povzetek raziskovalnega projekta¹

SLO

Ugotovili smo da je pri uporabi toplotne izolacije pod temeljno ploščo treba paziti predvsem na naslednje: i) da zaradi nihanja stavbe med potresom niso prekoračene projektne strižne in projektne tlačne napetosti in/ali deformacije v izolaciji pod temeljno ploščo in ii) da zaradi drugačnega nihanja stavbe na mehki toplotnoizolacijski podlagi ne pride do nekontroliranega povečanja potresnih vplivov na zgornjo konstrukcijo. Pri sočasnem delovanju vertikalne in potresne obtežbe

pride do nastopa strižnih in vertikalnih napetosti v XPS sloju. Za zagotovitev varnega obnašanja pasivne hiše na sloju izolacije med potresom je potrebno zagotoviti, da te napetosti ostanejo znotraj določenih projektnih vrednosti določenih z eksperimenti. Rezultati analiz so pokazali, da je največje dopustno število etaž pri majhnih tlorisih omejeno na 2 do 3 etaže, pri večjih tlorisih pa na 4 do 5 etaž, odvisno od dimenzij, mase in materiala nosilne konstrukcije. Ugotovili smo tudi, da so negativni vplivi na odziv zgornje konstrukcije zaradi vgradnje XPS-a pod temelji večji pri bolj togih zgornjih konstrukcijah, na boljših temeljnih tleh in na XPS-u z manjšo togostjo. Pomembna ugotovitev je tudi ta, da togost temeljne plošče lahko bistveno vpliva na odziv. V okviru projekta smo uspeli pripraviti in s pomočjo sofinancerjev tudi izvesti eksperimentalne raziskave obnašanja ekstrudiranega poliestirena XPS, proizvajalca Fibran Nord. Testi v okviru predloga projekta sicer niso bili predvideni, izkazalo pa se je, da so za izvedbo realnih numeričnih simulacij nujno potrebni. Izredno pomemben rezultat projekta je tudi, da v določenih primerih lahko pride do horizontalnega zdrsa na stiku temeljna plošča – toplotna izolacija ali pa na stiku med posameznimi sloji toplotne izolacije (če je ta dvoslojna ali večslojna). Nastop zdrsa je odvisen od koeficienta lepenja, ki po rezultatih meritev znaša približno 0,5 za stik toplotna izolacija – beton (z vmesno folijo ali brez nje) in približno 0,3 za stik dveh slojev toplotne izolacije z vmesno hidroizolacijo. Ugotovili smo, da to pomeni, da lahko do zdrsa pride že v primerih pri katerih je projektni pospešek tal večji od približno 0,15 g (v primeru dvoslojne toplotne izolacije z vmesno hidroizolacijo), oziroma 0,25 g (v primeru enoslojne toplotne izolacije). Drsenje ob preobremenitvi sile trenja na toplotni podlagi bi eventualno lahko delovalo tudi kot potresna varovalka, vendar pa nekontrolirani zdrs objekta brez zagotovljene povrnitve v začetno stanje ni dovoljen. Zato smo predlagali, da se zdrs med sloji toplotne izolacije prepreči, eden od možnih načinov je tudi medsebojno lepljenje slojev, za kar je bila na osnovi te raziskave vložena patentna prijava s strani sofinancerja FIBRAN NORD. Predvidevamo še eno patentno prijavo za tehnološko popolnejšo celostno rešitev temeljenja pasivnih hiš, ki bo patentnemu uradu poslana maja 2014.

ANG

The findings of the studies for buildings with thermal insulation under the ground floor slab mainly suggest the following precautions: (i) the maximum compressive and shear stresses or deformations of the thermal insulation (TI) can be exceeded under the influence of strong seismic shaking and (ii) an uncontrolled increase of the seismic forces acting on the building's superstructure can occur due to the changes in the superstructure's fundamental period of vibration. A combination of vertical gravity loads and horizontal seismic loads induce compressive and horizontal shear deformations in the TI layer under the ground floor slab. To ensure a controlled behaviour of the passive houses founded on a TI layer, the compressive and shear deformations must remain in the allowable range defined by the experiments. An extensive experimental research of

the material extruded polystyrene (XPS) was performed within the research project. The obtained results of dynamic tests are also one of the original contributions of the project. The performed analyses have shown that the maximum allowable number of storeys is limited to 2 or 3 storeys for buildings with narrow floor plans and to 4 or 5 storeys for buildings with larger floor plans, depending on the building's dimensions, mass and materials. The analyses also indicate that the amplifications of the seismic forces are larger for stiff buildings founded on a flexible TI layer and on a stiff soil. One of the very important findings of the research project is also that in some cases buildings might be exposed to horizontal sliding on the contact layer between the ground floor slab and the XPS or between the individual layers of XPS (if the XPS layer is consisted of two or more boards). The phenomenon of sliding is dependent on the static friction coefficient, which according to the experimental results amounts approximately 0.5 for the contact surface between the concrete and XPS and approximately 0.3 for the contact surface between the two layers of the XPS divided by a waterproofing membrane. According to the analyses performed, the horizontal sliding can occur already for a moderate earthquake intensity of approximately 0.15 g (XPS boards divided by a waterproofing membrane) or for earthquake intensities larger than 0.25 g (single layer of XPS). For this reason, one of the practical findings of the research project suggests, that the horizontal sliding of the buildings founded on a layer of XPS is prevented. One of the possibilities is to glue the individual XPS layers and therefore increase the static friction coefficient of the composed construction set. Based on this idea the co-financer Fibran Nord already applied a patent at The Slovenian intellectual property office. Another patent application with a technically more improved solution, which uses the sliding effect as earthquake fuse and simultaneously improves the vertical stiffness of the TI layer, will be proposed in May 2014.

3. Poročilo o realizaciji predloženega programa dela na raziskovalnem projektu²

V okviru raziskovalnega projekta smo najprej v laboratoriju FGG v Ljubljani izvedli nekaj eksperimentalnih meritev fizikalnih karakteristik toplotne izolacije pri tlačni in strižni obremenitvi. Iz rezultatov meritev smo pridobili osnovne podatke (Tabela 1), s katerimi smo kasneje lahko izvajali razne računalniške simulacije. Z eksperimentalnimi meritvami smo določili tudi koeficient lepenja (in trenja) med temeljno ploščo in toplotno izolacijo oziroma med sloji toplotne izolacije, ki je znašal približno od 0,5 do 0,3.

Tabela 1. Materialne karakteristike XPS toplotne izolacije proizvajalca Fibran Nord

	XPS 300-L	XPS 400-L	XPS 500-L	XPS 700-L
Deklarirana tlačna trdnost σ_{10} [kPa]	300	400	500	700
Elastični modul E [MPa]	20	25	30	35
Strižna trdnost τ_{nom} [kPa]	130	140	150	200
Strižni modul G [MPa]	3.5	4.5	5.5	7.5

Izvedene simulacije in izračuni so pokazali, da pri manjših (npr. enodružinskih) hišah temeljenje na toplotni izolaciji pod ploščo konstrukcijsko ni vprašljivo, še posebej, če je stavba podkletena in zasuta z zemljo. Drugače pa je lahko pri višjih/težjih/vitkejših nepodkletenih ali od kleti ločenih objektih, grajenih na potresnih območjih, na katere lahko ima potres večji vpliv. Pri vgradnji toplotne izolacije pod temeljno ploščo pa je potrebno paziti predvsem na naslednje:

- Pri močnem potresu lahko pride do poškodb toplotne izolacije pod ploščo in posledično do stiskanja izolacije, zmanjšanja toplotnih karakteristik in nagibanja objekta. S statičnim računom je potrebno zagotoviti, da zaradi nihanja stavbe med potresom niso prekoračene projektne strižne in projektne tlačne napetosti in/ali deformacije v izolaciji pod temeljno ploščo.

- Pri močnem potresu lahko zaradi drugačnega nihanja stavbe na mehki toplotnoizolacijski podlagi v nekaterih primerih pride do povečanja potresnih vplivov na zgornjo konstrukcijo. S statičnim računom je potrebno preveriti, kakšna so mogoča povečanja obremenitev, in zgornjo konstrukcijo projektirati z zadostno nosilnostjo. Paziti je treba tudi, da ni prekoračen največji dopustni horizontalni pomik na vrhu stavbe, saj je lahko ta zaradi zibanja objekta na toplotni izolaciji precej večji kot pa pri stavbi, temeljeni na togih tleh.

Sam koncept prenosa pasivne hiše na potresna območja pa vendar zahteva določeno mero previdnosti in ga je potrebno posebej preučiti za vsak netipični primer, kot so na primer višji, vitkejši, težji ali tlorisno oziroma po višini nepravilni ali nesimetrični objekti. Z vgradnjo mehkih toplotnoizolacijskih slojev pod temelji namreč spremenimo dinamične karakteristike stavbe in pri močnejšem potresnem vzbujanju lahko pride do povečanja vplivov na samo stavbo in/ali do povečanih vplivov na toplotno izolacijski sloj pod temeljno ploščo. Za obnašanje stavbe so najbolj pomembni togost, nosilnost in duktilnost zgornje konstrukcije ter materialne karakteristike toplotno izolacijske podlage (tlačna in strižna nosilnost/togost). Najpomembnejše ugotovitve so:

1) ZA KONSTRUKCIJO

- Nihajni čas konstrukcije se z vgradnjo toplotno izolacijske podlage pod temeljno ploščo podaljša in se lahko premakne v resonančni del spektra, kjer so potresne sile največje. Posledično so lahko presežene projektne vrednosti napetosti v konstrukcijskih elementih (stebri grede, stene, spoji) ali etažnih zamikov zgornje konstrukcije.
- V primerih močnega potresnega vzbujanja so lahko preseženi tudi največji dopustni horizontalni pomiki vrha stavbe, ki nastanejo kot posledica zasuka objekta (zibanja) na podajni toplotni izolaciji.
- Ozke in visoke stavbe ali stavbe z večjimi nepravilnostmi po višini niso primerne za temeljenje na toplotni podlagi, saj lahko pride do globalnih nestabilnosti, nagibanja ali prevrnitve objekta.

2) ZA TOPLOTNO IZOLACIJO POD PLOŠČO

- Pri stavbah na toplotni izolaciji pod temeljno ploščo lahko pri močnejšem potresnem vzbujanju pride do prekoračitve tlačnih trdnosti v toplotni izolaciji. Do tega lahko pride že pri trietažnih stavbah (t. j. P + 2E ali P + E + M na XPS 400). Pri stavbah z dvema etažama do tega ni prišlo v nobenem od analiziranih primerov. V primeru težjih, vitkejših in višjih stavb je torej bolj priporočljivo uporabljati toplotno izolacijo višjega tlačnega razreda.
- Kontrola največjih strižnih napetosti in največjih horizontalnih pomikov XPS-a ni bila problematična.
- V določenih primerih lahko pride tudi do horizontalnega zdrsa na stiku temeljna plošča – toplotna izolacija ali pa na stiku med posameznimi sloji toplotne izolacije (če je

ta dvoslojna ali večslojna). Nastop zdrsa je odvisen od koeficienta lepenja, ki po rezultatih meritev znaša približno 0,5 za stik toplotna izolacija – beton (z vmesno folijo ali brez nje) in približno 0,3 za stik dveh slojev toplotne izolacije z vmesno hidroizolacijo. Ugotovili smo, da pri konstrukcijah, ki ostanejo pretežno v elastičnem območju, to pomeni, da lahko do zdrsa pride že v primerih pri katerih je projektni pospešek tal večji od približno 0,15 g (v primeru dvoslojne toplotne izolacije z vmesno hidroizolacijo), oziroma 0,25 g (v primeru enoslojne toplotne izolacije). Največja pričakovana intenziteta v Sloveniji je 0.25 g, kar bi pomenilo, da do zdrsov lahko pride v kar nekaj primerih. Drsenje ob preobremenitvi sile trenja na toplotni podlagi bi eventualno lahko delovalo tudi kot potresna varovalka, vendar pa v skladu z zahtevami predpisa Eurocode 8 za gradnjo na potresnih območjih nekontrolirani zdrs objekta brez zagotovljene povrnitve v začetno stanje ni dovoljen. Iz tega razloga smo predlagali, da se v omenjenih primerih zdrs med sloji toplotne izolacije prepreči, eden od možnih načinov je tudi medsebojno lepljenje slojev oziroma uporaba dvostransko lepljene hidroizolacije, za kar je bila na osnovi te raziskave vložena patentna prijava.

V okviru projekta predlagani patent (patentna prijava dne 30.4.2013 s patentno številko P-201300109 in registacijsko številko 134) zahteva lepljenje slojev potresne izolacije za preprečitev zdrsa med ploščami. Sistem se že trži v praksi in predava na strokovnih izpopolnjevanjih. Poleg tega patenta imamo v pripravi še en nov boljši patent, ki bo dopuščal delne zdrse v horizontalni smeri, ki bodo lahko delovali kot potresna varovalka v primeru močnejšega potresa. Sistem bo vseboval tudi vertikalne distančnike, ki bodo preprečevali nagibanje objekta v primerih ko je to potrebno (vitki objekti). Sistem je zamišljen tako, da ga bo mogoče uporabljati za preprečitev zdrsa pri projektnem potresu ter kot varovalko pri močnejšem potresu. Podrobnosti izvedbe in tehnološke rešitve bodo podane v patentni prijavi.

Projekt nam je omogočil realizacijo prototipa pasivne hiše po predlaganem sistemu. Gre za izgradnjo trinadstropne enodružinske hiše v Ljubljani z opečno konstrukcijo z armiranobetonskimi vezmi in medetažnimi ploščami z izvedbo temeljne armiranobetonske plošče na seizmični blazini. Objekt je bil zgrajen kot eksperiment v merilu 1:1 in kot prvi objekt na svetu, ki stoji na t.i. seizmični blazini, katera je bila razvita na podlagi raziskav v okviru projekta »Varnost pasivnih hiš pri potresu«. Seizmična blazina (XPS) je posebej oblikovana toplotna izolacija visoke trdnosti, ki preprečuje zdrs konstrukcije. Medsebojne plasti ima zlepljene z dvostransko samolepilno hidroizolacijo. Položena je na fino uvaljan tampon.

4. Ocena stopnje realizacije programa dela na raziskovalnem projektu in zastavljenih raziskovalnih ciljev³

Ugotavljamo, da je delu na projektu potekalo skladno s programom. Načrtovane parametrične študije so bile izvedene do konca leta 2013, ostali delovni sklopi so bili zaključeni do časa zaključka projekta. Diseminacija projekta še vedno poteka, saj je za objave je skupaj z raziskavami odobreno dveletno obdobje trajanja projekta zelo kratko. Rezultati raziskav so bili dodatno poslani še v dve SCI reviji iz prve četrtine, predvidoma bosta članka objavljena v letu 2014. Program smo torej v glavnem zaključili po načrtovanem planu. Hipoteza, da je temeljenje pasivnih hiš na toplotni izolaciji na potresnih območjih lahko nevarno je bila v celoti potrjena. Pokazano je bilo, da pri vgradnji toplotne izolacije pod temeljno ploščo pa ne pride do poškodb toplotne izolacije pod ploščo in posledično do stiskanja izolacije, zmanjšanja toplotnih karakteristik in nagibanja objekta. Poleg tega lahko pri močnem potresu zaradi drugačnega nihanja stavbe na mehki toplotnoizolacijski podlagi v nekaterih primerih pride do povečanja potresnih vplivov na zgornjo konstrukcijo. Oboje je mogoče preveriti z ustreznim statičnim

računom pri potresni obtežbi, v naših raziskovalnih in strokovnih člankih pa je točno opisano v katerih primerih in za kakšne stavbe je ta natančnejši račun potresne obtežbe potreben in v katerih ne, kot je tudi opisan predlagan računski statični model, ki ga mora uporabiti statik v praksi. Navedeni rezultati se že prenašajo v prakso v obliki strokovnih izobraževanj za gradnjo pasivnih hiš, ki jih s sodelavci in partnerji iz gospodarstva organiziramo na Fakulteti za arhitekturo.

5. Utemeljitev morebitnih sprememb programa raziskovalnega projekta oziroma sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine⁴

Prišlo je do zamenjave pri partnerju UNI-MB in sicer smo v zadnjem polletju zamenjali doc. dr. Šiliha z dr. Eriko Kozem. Doc. dr. Šilih je zapustil Fakulteto za gradbeništvo v Mariboru zaradi nove zaposlitve v gospodarstvu.

6. Najpomembnejši znanstveni rezultati projektne skupine⁵

Znanstveni dosežek			
1.	COBISS ID	2866052	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Potresno obnašanje stavb temeljenih na toplotni izolaciji
		ANG	Seismic behaviour of buildings founded on thermal insulation layer
	Opis	SLO	Toplotna izolacija pod temeljno ploščo ali pasovnimi temelji omogoča stik stavbe s terenom brez toplotnega mostu in se v praksi že pojavlja kot eden od ključnih ukrepov pri zmanjševanju rabe energije pri sodobnih pasivnih ali nizkoenergijskih hišah. V članku je analizirano seizmično obnašanje stavb različnih višin, mas, tlorisnih dimenzij, na različnih temeljnih tleh in toplotnoizolacijskih podlagah. Rezultati poenostavljenih seizmičnih analiz kažejo, da do potencialno nevarnih vplivov vgradnje toplotne izolacije pod temelje lahko pride šele pri stavbah, ki so višje od dveh ali treh etaž.
		ANG	Thermal insulation (TI) under the building foundations prevents the thermal bridge on the contact between the building and supporting terrain and reduces the energy consumption in modern energy efficient houses. In the paper the seismic behaviour of buildings with different heights, floor plan dimensions, on different soil conditions and on different TI layers have been analysed. The results of simplified seismic analyses have shown, that the potentially negative influences of inserting the TI under the foundation plate could be expected only for buildings with more than 2 or 3 storeys.
	Objavljeno v	Hrvatski savez građevinskih inženjera; Građevinar; 2013; Vol. 65, [no.] 5; str. 423-433; Impact Factor: 0.105; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.989; WoS: IM; Avtorji / Authors: Kilar Vojko, Koren David, Zbašnik-Senegačnik Martina	
Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek	
2.	COBISS ID	2108297	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Primerjava konstrukcijskih tipov pasivnih hiš s pomočjo metode AHP
		ANG	Comparison of passive house construction types using analytic hierarchy process
	Opis	SLO	Pasivna hiša je optimalna energijsko učinkovita stavba, ki zaradi specifične konstrukcije toplotnega ovoja potrebuje za ogrevanje več kot desetkrat manj energije kot stavbe, grajene po trenutni evropski zakonodaji. V članku so predstavljene primerjave različnih tipov konstrukcij za pasivne hiše: masivni les, lesena okvirna konstrukcija, penobeton in opeka ter njihove prednosti ter slabosti. Za primerjalno analizo je bila uporabljena metoda analitičnega hierarhičnega procesa AHP, zelo razširjena večkriterijska metoda. Predstavljene so kvantitativne analize različnih tipov konstrukcij. Rezultat analize kaže, da so v pasivnih hiši najpomembnejši kriteriji prijetno bivalno ugodje, psihološki vidik ter funkcionalnost lesenih konstrukcij.

		ANG	A passive house is a energy-efficient building that can manage throughout the heating period, due to its specific construction design, with more than ten times less heat energy than the same building designed to standards presently applicable across Europe. In this study, In order to determine the advantages and disadvantages of the most common construction materials, different constructions types for passive houses, such as solid wood, wood-frame, aerated concrete, and brick, were compared with each other. The analytic hierarchy process (AHP), a widely used multi-criteria method, was applied to quantify the comparison. The analysis of different construction types based on quantifying different criteria for passive houses was performed on a case study. The analysis revealed that the highest-ranking criteria came into play here, notably well-being, the psychological aspect, and functionality in the wood construction considered as one of the most suitable options for passive houses.
	Objavljeno v		Elsevier; Energy and buildings; 2013; Vol. 64, sept.; str. 258-263; Impact Factor: 2.679;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 1.001; A': 1; WoS: FA, ID, IM; Avtorji / Authors: Kitek Kuzman Manja, Grošelj Petra, Ayrilmis Nadir, Zbašnik-Senegačnik Martina
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
3.	COBISS ID	2472324	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Uporabnost metode N2 za oceno torzijskih vplivov pri nesimetričnih potresno izoliranih stavbah
		ANG	The applicability of the N2 method to the estimation of torsional effects in asymmetric base-isolated buildings
	Opis	SLO	Članek analizira možnosti za uporabo razširjene metode N2 za potresno analizo masno ekscentrične armiranobetonske okvirne konstrukcije, potresno izolirane z elastomernimi ležišči s svinčenimi jedri. Rezultati so predstavljeni v obliki pomikov izolacije in zgornje konstrukcije ter v obliki amplifikacijskih faktorjev. Rezultati razširjene metode N2 so primerjani s povprečnimi rezultati nelinearnih dinamičnih analiz. Ugotovljeno je bilo, da lahko razširjena metoda N2 daje rezultate zadovoljive natančnosti za oceno torzijskih vplivov za malo do zmerno ekscentrične potresno izolirane konstrukcije.
		ANG	The paper deals with the applicability of the extended N2 method to base-isolated mass-eccentric RC frame building isolated with lead rubber bearings. The results are presented in terms of displacements and amplification factors of the isolation system and of the superstructure. The results of the extended N2 method are compared with the average results of nonlinear dynamic analyses. It was concluded that the extended N2 method could provide a reasonable prediction of the torsional influences in minor to moderately asymmetric base-isolated structures.
	Objavljeno v		J. Wiley.; Earthquake engineering & structural dynamics; 2011; Vol. 40, no. 8; str. 867-886; Impact Factor: 1.778;Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.898; A': 1; WoS: IM, IX; Avtorji / Authors: Koren David, Kilar Vojko
	Tipologija		1.01 Izvirni znanstveni članek
4.	COBISS ID	2557316	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Razvoj potresne odpornosti v arhitekturi, od intuitivnega do inženirskega pristopa
		ANG	Development of earthquake resistance in architecture from an intuitive to an engineering approach
			Arhitekti vseh zgodovinskih obdobj so pogosto iskali navdih in inspiracijo v konstrukcijski logiki. Poleg vertikalne obtežbe pa so potresi kot obremenitev na stavbe znanstveno obravnavani šele približno sto let. Pred

	Opis	SLO	tem so graditelji zagotavljali določeno mero horizontalne togosti stavb v glavnem intuitivno ali z upoštevanjem izkušenj, ki so jih pridobili ob prejšnjih potresih. V članku raziskujemo razvoj potresno odporne gradnje v odnosu do arhitekture na potresno ogroženih območjih od prvih, pretežno intuitivnih ukrepov za zagotovitev horizontalne togost stavb, pa vse do 20. stoletja, ko je vpliv potresov na stavbe postajal vključen v standarde in predpise pri projektiranju sodobnih potresno odpornih konstrukcij. Skozi prizmo potresne odpornosti so v članku raziskani in kronološko prezentirani vplivi konstrukcijskih sistemov na arhitekturo od obdobja ločitve arhitekture in gradbeništva pa vse do danes.
		ANG	Architects from all artistic periods have often sought inspiration in structural logic. However, beside vertical loads, the earthquake as a loading on buildings has only been dealt with scientifically in approximately the last 100 years. Before that, builders took certain measures to ensure the horizontal stiffness of buildings mainly intuitively or by eventual experience gained from the previous earthquakes. The paper examines the development of earthquake resistant design in relation to architecture in earthquake prone areas, from the first mainly intuitive measures for ensuring horizontal stiffness of buildings up until the 20th century, when influences of earthquakes on buildings began to be included in standards and regulations for the design of contemporary earthquake resistant structures. Through the prism of earthquake resistance the paper studies and chronologically presents the influence of building structural systems on architecture from the period of the labour division of architecture and engineering until today.
		Objavljeno v	Arhitektonski fakultet Sveučilišta; Prostor; 2011; [Br.] 1[41]; str. 253-263; A'': 1;A': 1; Avtorji / Authors: Slak Tomaž, Kilar Vojko
		Tipologija	1.02 Pregledni znanstveni članek
		COBISS ID	2828164 Vir: COBISS.SI
5.	Naslov	SLO	Ukrepi za izboljšanje energijske učinkovitosti stavb v sloveniji
		ANG	Measures to improve the energy performance of buildings in Slovenia
	Opis	SLO	V zadnjem desetletju se v EU izvajajo različni ukrepi za izboljšanje energijske učinkovitosti stavb: zaostrovanje zakonodaje, osveščanje, izobraževanje in promocija, finančna podpora držav in dokazovanje nadstandardne kakovosti komponent in stavb s certifikati. V Sloveniji se je z aktivnim spodbujanjem večanja energijske učinkovitosti v stavbah pričelo leta 2008. Nacionalni akcijski načrt 2008-2016 je bil osnova za dodeljevanje subvencij za novogradnje energijsko učinkovitih stavb. Z novim Pravilnikom o učinkoviti rabi energije v stavbah se je zaostрила tudi nacionalna zakonodaja. Vzporedno so bila organizirana izobraževanja strokovnjakov in laikov. Rezultati raziskave kažejo, da so v Sloveniji pomemben učinek na promocijo energijske učinkovitosti v stavbah imeli velik vpliv zakonske omejitve, okoljsko izobraževanje, finančna podpora energijsko varčnih tehnologij in nepovratne finančne spodbude.
		ANG	In the past decade a variety of measures has been implemented in the EU to improve the energy performance of buildings: tightening legislation, awareness-raising, education and promotion, state financial aid and demonstrating above-standard quality of components and buildings through certificates. In Slovenia the active promotion of increased energy efficiency in buildings began in 2008. The National Action Plan 2008-2016 was a basis for the allocation of subsidies for the new construction of energy efficient buildings. The new Rules on the Efficient Use of Energy in Buildings served to tighten up national legislation. Running parallel to this was the education of experts and lay persons. The results of the research show that in Slovenia, legislation, environmental education, public information and awareness-raising in the area of energy efficiency and renewable energy

		sources in buildings, and state financial support are having a positive effect on the energy performance of buildings.
Objavljeno v		DRUNPP; Tehnics technologies education management; 2013; Vol. 8, no. 1; str. 430-440; Impact Factor: 0.414; Srednja vrednost revije / Medium Category Impact Factor: 0.936; WoS: IF; Avtorji / Authors: Zbašnik-Senegačnik Martina, Kitek Kuzman Manja
Tipologija	1.02	Pregledni znanstveni članek

7. Najpomembnejši družbeno-ekonomski rezultati projektne skupine⁶

	Družbeno-ekonomski dosežek		
1.	COBISS ID	2842244	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Potresna varnost pasivnih hiš temeljenih na toplotni izolaciji
		ANG	Seismic safety of passive houses founded on thermal insulation
	Opis	SLO	Projektiranje pasivnih stavb s toplotno izolacijo (TI) pod temeljno ploščo ali pasovnimi temelji na potresno ogroženih območjih zahteva posebno pozornost pri a) kontroli največjih strižnih in osnih napetosti/deformacij v TI sloju in b) kontroli morebitnih povečanj pomikov in induciranih potresnih sil na zgornjo konstrukcijo. Članek proučuje potresni odziv takšnih pasivnih stavb s TI slojem iz ekstrudiranega polistirena (XPS). Materialne lastnosti XPS-a so bile določene eksperimentalno s tlačnimi osnimi in strižnimi preiskavami. Parametrična študija je pokazala, da potresna varnost nižjih pasivnih hiš v splošnem ni problematična. Do nevarnih vplivov vgradnje TI pod temelje lahko pride pri višjih oz. vitkejših stavbah. Negativni vplivi so večji v primeru bolj togih stavb, temeljenih na podajnejših slojih TI in na dobrih tleh.
		ANG	The design of passive houses with thermal isolation (TI) under foundations in earthquake prone areas should pay additional attention to: a) control of maximum shear and axial stresses/strains in TI layer and b) control of eventual increase of displacements and earthquake induced forces to the superstructure. The paper deals with the seismic response of such passive buildings with the TI layer made of extruded polystyrene (XPS). The material structural characteristics of XPS were experimentally determined utilizing the axial compressive and shear tests. The parametric study has shown that in general the seismic safety of low-rise passive houses is not of critical concern. For higher (or slenderer) buildings however, the negative effects of TI layer under foundations are more important. The negative effects are larger for stiffer buildings, positioned on more flexible insulation layers, and founded in a better soil conditions.
	Šifra	B.03	Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v		Passive House Institute; Conference proceedings; 2013; Str. 573-574; Avtorji / Authors: Koren David, Kilar Vojko, Zbašnik-Senegačnik Martina
	Tipologija	1.08	Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
2.	COBISS ID	2557828	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Pasivne hiše na seizmično aktivnih območjih
		ANG	Passive houses in seismically active areas
	Opis	SLO	Analizirali smo seizmične odzive hiš, zgrajenih na XPS toplotni izolaciji. Na osnovi poskusov smo določili strižni modul in torne koeficiente ekstrudiranega polistirena v stiku z nekaterimi drugimi materiali. Izdelali smo priporočila za temeljenje enodružinskih hiš, zgrajenih na toplotni izolaciji.
			We analysed the seismic response of the houses built on the XPS thermal

		ANG	insulation. On the basis of experiments, we determined the shear modulus and shear friction coefficients of the extruded polystyrene in contact with some other materials. We made recommendations for foundations for single-family houses built on thermal insulation.
	Šifra		B.03 Referat na mednarodni znanstveni konferenci
	Objavljeno v		Passivhaus Institut; Tagungsband; 2011; Str. 639-640; Avtorji / Authors: Wallner Edo, Zbašnik-Senegačnik Martina, Kilar Vojko
	Tipologija		1.08 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci
3.	COBISS ID		2539652 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Energijski potencial v pasivnih hišah
		ANG	Energy potential of passive houses
	Opis	SLO	V zadnjih letih postaja pasivna hiša čedalje bolj poznana ztudi v Sloveniji. To ni nova tehnologija gradnja, temveč dosledno upoštevanje konceptov, ki so že dolgo poznani. Pasivna hiša predstavlja velik energijski potencial. Pasivna hiša je trenutno optimalna energijsko varčna zgradba. Zaradi kvalitetnega toplotnega ovoja, ustrezne zrakotesnosti in vgrajenega sistema kontroliranega prezračevanja z vračanjem toplote odpadnega zraka so njene letne potrebe po energiji za ogrevanje največ 15 kWh/(m2a), kar se pokrije s t.i. toplozračnim ogrevanjem. Pasivna hiša ima številne prednosti pred objekti, v katerih živimo danes. Poleg nizke porabe energije (in s tem manjšo odvisnost od fosilnih virov energije) in nizkih vzdrževalnih stroškov je njena prednost predvsem v vedno svežem, toplen in čistem zraku. Zaradi sorazmerno velikih steklenih površin nudi tudi veliko svetlobno ugodje. V članku so utemeljene prednosti, ki jih ima pasivna hiša.
		ANG	Recently, the term passive house became more and more popular in Slovenia. This is not a new building technology, the knowledge is for long known and consistent considered in the concept of passive house standard. The passive house is a great energy potential. Actually, it is currently an optimal energy-efficient building. Because of quality thermal envelope, adequate air-tightness and a built-in controlled mechanical ventilation system with the heat recovering, its annual heating demand amounts to a maximum of 15 kWh/(m2a), which can be met by so-called warm air heating. A passive house has numerous advantages over the structures in which we live today. Apart from low energy consumption (and, consequently, reduced dependence on fossil fuels), and low maintenance costs, its advantage lies primarily in permanent fresh, warm and clean air. Thanks to relatively large glazed surfaces, the passive house also offers great comfort of illumination. The article will argue for the advantages of the passive house.
	Šifra		B.04 Vabljen predavanje
	Objavljeno v		University; Book of abstracts; 2011; Str. 110-114; Avtorji / Authors: Zbašnik-Senegačnik Martina
	Tipologija		1.06 Objavljeni znanstveni prispevek na konferenci (vabljen predavanje)
4.	COBISS ID		2766468 Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Raziskovalni laboratorij za varne pasivne hiše
		ANG	Research laboratory for safe passive houses
	Opis	SLO	Članek izpostavlja ugotovitev, da je v jedru raziskovalnega laboratorija za kreativno arhitekturno prakso oblikovalski proces, in da se v tem primeru pozitivistično preverjajo rezultati liberalnega pristopa k raziskovanju. Ta ugotovitev raziskovalcem v arhitekturi ponuja razlikovanje med oblikovanjem za arhitekturno raziskovanje in oblikovanjem za konkretno

			arhitekturno prakso ter spodbudo k njuni sintezi.
		ANG	The article presents the findings about the core of the creative practice based research laboratory is the design process. The essence of the research in this laboratory is focused on the positivistic evaluation of the liberal research approach contributions, that offers the potentials of the differentiation between research oriented and practice oriented design and their integration into venturous architectural practices.
	Šifra	F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso
	Objavljeno v	Fakulteta za arhitekturo; AR; 2012; [Št.] 1; str. 57; Avtorji / Authors: Zupančič-Strojan Tadeja	
	Tipologija	1.03	Kratki znanstveni prispevek
5.	COBISS ID	2879620	Vir: COBISS.SI
	Naslov	SLO	Potresna izolacija kot sistem za povečanje varnosti arhitekturne dediščine
		ANG	Seismic base isolation as a system for earthquake mitigation of architectural heritage
	Opis	SLO	Naloga obravnava razmeroma slabo raziskano področje uporabe potresne izolacije za varstvo stavb arhitekturne dediščine, oziroma stavb s pomembno vsebino, ki se med morebitnim potresom ne smejo poškodovati. Vsakršni posegi v take objekte so zaradi kulturnozgodovinske vrednosti nemalokrat izjemno otežkočeni in omejeni na ukrepe, ki ne ogrožajo posameznih vrednot arhitekturne dediščine. Med različnimi skupinami potresno varstvenih ukrepov so klasični ukrepi za statično sanacijo pogosto med najbolj problematičnimi. Z njimi sicer lahko dosežemo izjemno visoko stopnjo varnosti pred porušitvijo, po drugi strani pa taki ukrepi zahtevajo razmeroma velike posege v objekt ter s tem tudi v njegovo zgodovinsko in kulturno substanco. V začetnem delu disertacije je izvedena analiza ranljivosti, ki za najpogostejše tipologije objektov arhitekturne dediščine potrjuje obstoj povečane potresne ogroženosti in upravičuje potrebo po njihovi potresni utrditvi. Jedro disertacije vključuje analizo temeljnih arhitekturno/konservatorskih in tudi tehničnih smernic za varovanje arhitekturne dediščine. Predlagan je nov usklajevalen koncept interdisciplinarnega procesa varovanja arhitekturne dediščine, ki vsebuje tudi možnosti za uporabo potresne izolacije. V zadnjem delu disertacije je podrobneje predstavljena potresna izolacija iz elastomernih ležišč, pri čemer je posebej razvita metoda za analizo in verifikacijo takega sistema pri njegovi vgradnji v objekte arhitekturne dediščine.
		ANG	The thesis deals with seismic base isolation as a restoration technique for increasing the seismic resistance of architectural heritage. Even though the idea of using various kinds of isolation devices for earthquake mitigation of buildings has been conceived centuries ago, its actual implementation (mainly to new structures) has a history of only about 30 years. The basic principle of using seismic isolation is to extend the fundamental period of vibration of the isolated structure outside the resonance frequencies of seismic waves or to increase the total damping of the system. In both cases a reduction of the induced seismic forces is obtained, thus lessening its impact on the structure. Typical base isolation devices represent special bearings that are usually installed at the base of the structure. Due to the reduction in induced seismic forces, the need for other, more invasive techniques can in many cases be abolished or greatly reduced. In this sense base isolation systems present a unique solution, since they can increase the seismic resistance of existing structures, without rigorous interventions in the structure itself. The basic hypothesis that has been examined in the thesis states that seismic isolation presents an efficient technique for the seismic strengthening architectural heritage as it follows the so called minimum intervention concept, increasing not only the

		structure's seismic resistance but also minimizing the negative effects on its heritage values. In order to justify the need for seismic interventions, the first part of the thesis analyses the seismic vulnerability of the most common structural typologies of heritage architecture in Slovenia. The main part of the thesis includes the comparison between the principal architectural conservation guidelines and guidelines of structural restoration. To overcome the discrepancies between the various aspects of the two types of guidelines, a new concept in heritage restoration is presented. The new concept has to be adopted for the successful implementation of seismic isolation for such structures. The technical part of the thesis deals with seismic base isolation in greater detail, especially with its application to existing buildings. A new method for selecting appropriate bearings for the installation in structures of architectural heritage has been proposed.
Šifra	D.09	Mentorstvo doktorandom
Objavljeno v	[S. Petrovčič]; 2013; XX, 266 str.; Avtorji / Authors: Petrovčič Simon	
Tipologija	2.08	Doktorska disertacija

8. Drugi pomembni rezultati projektne skupine^Z

TESTIRANJE KOT ORIGINALEN PRISPEVEK

Dodaten dosežek projekta je priprava in izvedba testov ekstrudiranega poliestirena, ki se lahko uporablja kot izolacija pod temeljno ploščo. Teste smo izvedli v laboratoriju Katedre za preizkušanje materialov in konstrukcij na Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani. Testiranje je plačal sofinancer Fibran, saj niso bila vključena v originalni projekt. Poročili sta v na razpolago, rezultati bodo objavljeni tudi v SCI članku

NEKATERE DRUGE OBJAVE

KOREN, David. Dinamični odziv stavb temeljenih na sloju XPS = Dynamic response of buildings founded on XPS layer. AR, ISSN 1580-5573. [Tiskana izd.], 2012, [Št.] 1, str. 56, ilustr. [COBISS.SI-ID 2774148]

kategorija: 1C (Z1); uvrstitev: MBP; tipologijo je verificiral OSICT
točke: 24, št. avtorjev: 1

KILAR, Vojko, AZINOVIĆ, Boris, KOREN, David. Potresna varnost pasivnih hiš s toplotno izolacijo pod temeljno ploščo : parametrična študija. Gradbenik, ISSN 1408-1725, okt. 2013, letn. 17, št. 10, str. 36-38, ilustr. [COBISS.SI-ID 2931588]

ČLANKI POSLANI V OBJAVO V SCI REVIJE

AZINOVIĆ, B., KOREN, D. & KILAR, V. 2014. The seismic response of low-energy buildings founded on a thermal insulation layer – a parametric study. Submitted for publication in Engineering Structures.

KILAR, V., KOREN, D. & BOKAN-BOSILJKOV, V. 2014. Evaluation of extruded polystyrene boards performance – implication for earthquake engineering applications. Submitted for publication in Construction and Building Materials

REALIZIRANI OBJEKTI PO PREDLAGANEM NAČINU TEMELJENJA

Sofinancer BAZAARHITEKTURA, 2014

Izgradnja trinadstropne enodružinske hiše v Ljubljani z opečno konstrukcijo z armiranobetonskimi vezmi in medetažnimi ploščami z izvedbo temeljne armiranobetonske plošče na seizmični blazini. Objekt je grajen kot eksperiment v merilu 1:1 in kot prvi objekt na svetu, ki stoji na t.i. seizmični blazini, katera je bila razvita na podlagi raziskav v okviru

projekta »Varnost pasivnih hiš pri potresu«.

9. Pomen raziskovalnih rezultatov projektne skupine⁸

9.1. Pomen za razvoj znanosti⁹

SLO

Glavni znanstveni prispevki, ki izhajajo iz v okviru projekta pridobljenih rezultatov so:

- i) Aktualnost obravnavane tematike: na ravni Evropske unije (EU) je najpomembnejši pravni dokument povezan z učinkovito rabo energije prenovljena Direktiva o energetski učinkovitosti stavb. Za države EU je od sprejetja direktive leta 2010 znano, da bodo morale biti vse stavbe od leta 2021 naprej skoraj nič-energijske. Po tem roku ne bo mogoče dobiti gradbenega dovoljenja, če stavba ne bo blizu nič-energijska. Ena osnovnih zahtev energijsko učinkovite stavbe je, da je toplotni ovoj zgradbe dobro toplotno izoliran, zrakotesen in neprekinjen, torej mora potekati sklenjeno – tudi pod temeljno ploščo. Za prenašanje vertikalnih obtežb mora uporabljena toplotna izolacija pod temeljno ploščo imeti ustrezno tlačno trdnost.
- ii) Razumevanje potresnega obnašanja stavb temeljenih na toplotnoizolacijskih (TI) slojih: TI sloji predstavljajo mehko podlago s strižno in osno (vertikalno) podajnostjo z omejeno strižno in tlačno trdnostjo. Pri potresnem vzbujanju lahko pride do zibanja stavbe, posledično se površina tlačnega dela temelja oziroma TI podlage spreminja v odvisnosti od intenzitete in frekvence vzbujanja. Zaradi velikih tlačnih obremenitev lahko pride na robovih do pogrezanja (na tlačnem robu) oziroma do odlepljanja temeljne plošče od TI podlage (na nateznem robu). Za zagotovitev varnega obnašanja pasivne hiše na sloju izolacije med potresom je potrebno zagotoviti, da te napetosti ostanejo znotraj določenih projektnih vrednosti. Ob tem pride tudi do stiskanja sloja toplotne izolacije (zmanjšanje debeline), kar ob močnejših potresih predstavlja nepovratno deformacijo, ki bi na objektu lahko ostala vidna tudi po potresu. Zaradi podajnosti TI sloja lahko poleg deformacij v samem TI sloju pride tudi do povečanja obremenitev na zgornjo konstrukcijo. Slednje je izrazitejše predvsem v primeru togih in visokih (vitkih) stavb z večjo maso in lahko pomeni večjo stopnjo poškodb nastalih med potresom.
- iii) Izvedena široka (parametrična) analiza seizmičnega obnašanja stavb temeljenih na mehkih TI slojih: z nelinearnimi analizami časovnega odziva (uporabljeni dejanski zapisi potresov pri različnih intenzitetah) so bili analizirani numerični modeli stavb različnih višin, tlorisnih dimenzij, mas, nosilnosti, duktilnosti, z različnim histereznim obnašanjem, temeljenih na TI slojih različnih trdnosti in debelin. Glavni opazovani parametri so bili: pomik na vrhu in zahtevana duktilnost zgornje konstrukcije, deformacije TI sloja, delež temelja v stiku s TI slojem ter zahtevan koeficient lepenja za TI sklop. Primerjani so rezultati odziva modelov z in brez TI sloja pod temelji. Dodatno je bila z detajlnimi numeričnimi analizami analizirana izbrana dejanska armiranobetonska stavba temeljena na TI podlagi. Pri tem je bil upoštevan tudi vpliv podajnosti temeljnih tal in vpliv togosti temeljne plošče, ki se je izkazal kot pomemben za odziv.
- iv) Izvedene eksperimentalne raziskave obnašanja plošč iz ekstrudiranega polistirena XPS: pridobljene materialne karakteristike XPS plošč pri monotonih in cikličnih strižnih in tlačnih preiskavah so bistvene oz. nujne za izvedbo numeričnih simulacij potresnega odziva takšnih stavb. Le-teh do sedaj v znanstveni literaturi nismo zasledili. Dodatno so bile opravljene tudi nestandardizirane preiskave trenja na sklopih sestavljenih iz XPS plošč in betonske plošče, v izbranih primerih pa še iz hidroizolacije ali polietilenske folije. Preskušanih je bilo 9 različnih sklopov, ki se pogosto pojavljajo v praksi. Za vsak sklop je bil izmerjen odziv pri različnih stopnjah tlačne preobremenitve ter ovrednoteni koeficienti lepenja oz. trenja v primeru zaznanega zdrsa med sloji sklopa.
- v) Patentne prijave na osnovi raziskav v okviru projekta: vložena patentna prijava s strani sofinancerja FIBRAN NORD. Predvidena je še ena patentna prijava za tehnološko popolnejšo celostno rešitev temeljenja pasivnih hiš.

ANG

The main scientific contributions arising from the results obtained within the research project are as follows:

- i) Actuality of the research topic in the frame of the European Union (EU) energy efficiency directive. The EU directive, which was proposed in 2010, has set new requirements for energy efficiency in buildings. For all the EU member countries, a demand in the directive for increasing the number of nearly zero-energy buildings should ensure that by 2021 all new buildings will be nearly zero-energy. One of the basic principles for improving the energy efficiency in buildings

is a continuous thermal insulation (TI) layer, which is provided also under the ground floor slab. In this case the TI has to be considered as one of the structural elements with a suitable compressive strength to withstand the vertical loads.

ii) Recognizing the differences in the seismic response of buildings founded on a TI layer compared to the buildings founded on a regular soil site. The TI layer under the foundation slab causes an increase in the vertical and shear deformability of the ground floor if compared to a regular soil. During the seismic shaking of such buildings, the phenomenon of rocking can cause an uplift of the foundation slab, which is dependent on the intensity and frequency of the seismic excitation. Strong seismic excitation can also cause inelastic vertical compressive deformations of the TI layer (on the compressed side). To ensure a more controlled and safer behaviour of passive houses founded on a TI layer, the exceedance of the limit vertical compressive and horizontal shear deformations has to be prevented. The exceedance of the maximum allowable deformations could in extreme cases lead to irreversible deformation of the TI layer, which could result in the permanent leaning of the building. In addition to the increased deformations of the TI layer, the seismic forces on the superstructure could also be significantly increased. The latter is more significant for stiff and heavy buildings, with a narrow floor plan ratio, where the amplifications of seismic forces can increase the level of damage of the superstructure.

iii) An extensive parametric study of the seismic response of buildings founded on a TI layer. A nonlinear time history analysis was used to analyse different models differing in the building's height, floor plan, mass, ductility capacity, stiffness, inelastic behaviour and the TI layer strength and thickness. The engineering design parameters considered in the parametric study were the following: the building's top displacement, the ductility demand of the superstructure, the vertical deformability of the TI layer, the percent of the foundation in contact with the TI layer, and the friction coefficient demand. Furthermore, a detailed case study of a reinforced concrete structure founded on a TI layer was performed. In this study the soil structure interaction and the influence of the stiffness of the foundation slab, which proved to be significant, were also considered.

iv) The performed experimental tests of the extruded polystyrene (XPS) boards. The XPS characteristics obtained with static monotonic or cyclic shear and compressive tests were necessary to perform numerical simulations of buildings founded on a XPS layer. The research of the material static and cyclic characteristics of the XPS was unknown in the relevant scientific literature until now. In addition, the shear response of the 9 most commonly used composed foundation sets was also obtained. For each of the foundation sets tested at different pre-compression levels the friction coefficients calculated.

v) Patent applications for improving the seismic response of buildings founded on a layer of thermal insulation. The co-financer Fibran Nord has already applied a patent at The Slovenian Intellectual Property Office. Another patent application for a technically more improved solution will be proposed in May 2014.

9.2. Pomen za razvoj Slovenije¹⁰

SLO

Projekt je izhajal iz dveh sicer precej nesorodnih področij, tj. potresna varnost in energijska učinkovitost, ki na evropskih tleh skupaj nastopata precej redko. Ravno v Sloveniji pa se ti dve področji stikujeta, zato prepoznavanje omenjene problematike in začetek raziskav ravno v Sloveniji predstavlja unikatnost oz. specifičnost. Večina Slovenije leži namreč na območju z zmerno potresno ogroženostjo in je za zagotovitev ustrezne mehanske odpornosti in stabilnosti upoštevanje potresnih vplivov zahtevano s predpisi. Število pasivnih hiš oz. energijsko učinkovitih stavb v Sloveniji hitro narašča. Pri tem se zaenkrat uporabljajo konstrukcijske rešitve, ki so bile razvite in širše uporabljane predvsem na področjih z nizko seizmičnostjo. Z raziskavami izvedenimi v okviru projekta smo analizirali potresni odziv stavb s toplotnoizolacijskim (TI) slojem pod temelji, kar se v Sloveniji čedalje več uporablja in kar je v skladu z evropsko Direktivo o energetski učinkovitosti stavb. Opredelitev problematike potresne varnosti takšnih stavb je za Slovenijo kot potresno (zmerno) ogroženo državo ključnega pomena z vidika zagotavljanja ustrezne mehanske odpornosti in stabilnosti. Zato je ozaveščanje in izobraževanje strokovne javnosti, ki je bilo izvedeno v sklopu projekta pomemben prispevek k razvoju stroke v Sloveniji. Dodatno so bile na osnovi pridobljenih rezultatov razvite smernice za projektante konstrukcij stavb temeljenih na mehkih TI slojih. V okviru raziskav projekta je sodelovalo več mlajših slovenskih raziskovalcev, kar predstavlja

razvoj potenciala visoko izobraženih kadrov. Sorodne raziskave iz tega področja uspešno nadaljuje mladi raziskovalec Boris Azinovič. Kot pomemben doprinos projekta navajamo tudi tvorno sodelovanje s slovenskim proizvajalcem toplotnoizolacijskih izdelkov (sofinancer projekta FIBRAN NORD), ki je velik del rezultatov pridobljenih v okviru projekta uporabil za svoje tehnološke rešitve oz. proizvode. Glavne rezultate numeričnih simulacij je FIBRAN NORD vključil tudi v svoja tehnična gradiva.

ANG

The topic researched within the project stemmed from two otherwise quite unrelated fields, i.e. seismic safety and energy efficiency that in European countries do not frequently appear together. Just in Slovenia these two fields join each other, so identifying the problem and establishment of research right in Slovenia represents uniqueness and specificity. The majority of Slovenia is situated in area of moderate seismic risk. In order to ensure adequate mechanical resistance and stability of structures constructed in such area, the consideration of seismic effects is required by law. In Slovenia the number of passive houses and energy-efficient buildings increases rapidly. However, for the time being the structural solutions that have been developed and broadly applied mainly in the areas with low seismicity are used. Within the framework of the project, the seismic response of buildings with thermal-insulating (TI) layer beneath the foundations has been investigated. Thermal insulation under the building foundations prevents the thermal bridge on the contact between the building and supporting terrain and reduces the energy consumption in modern energy efficient houses. In Slovenia such applications of TI is more and more frequent, what follows the recommendations of the European Union (EU) energy efficiency directive. For Slovenia as a country with (moderate) seismic risk the problem of seismic safety of energy efficient buildings is crucial in terms of providing adequate mechanical resistance and stability. Therefore, the awareness and education of the professional public, which took place within the project presents an important contribution to the development of the profession in Slovenia. Additionally, based on the results obtained, the guidelines for designers of building structures lying on soft TI layers have been developed.

In the framework of research project several young Slovenian researchers have been involved, which represents the development potential of highly educated staff. Related research in this field is being successfully continued by young researcher Boris Azinovič. As an important contribution of the project also the constructive cooperation with manufacturers of thermal insulation products (co-financier of the project FIBRAN NORD) should be mentioned. A big part of the results obtained in the framework of the project were used for their technical solutions and products. The main results of performed numerical simulations are also included in their technical material.

10. Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!

Označite, katerega od navedenih ciljev ste si zastavili pri projektu, katere konkretne rezultate ste dosegli in v kakšni meri so doseženi rezultati uporabljeni

Cilj		
F.01	Pridobitev novih praktičnih znanj, informacij in veščin	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.02	Pridobitev novih znanstvenih spoznanj	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.03	Večja usposobljenost raziskovalno-razvojnega osebja	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE

	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Delno
F.04	Dvig tehnološke ravni	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.05	Sposobnost za začetek novega tehnološkega razvoja	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.06	Razvoj novega izdelka	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Delno
F.07	Izboljšanje obstoječega izdelka	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.08	Razvoj in izdelava prototipa	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.09	Razvoj novega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.10	Izboljšanje obstoječega tehnološkega procesa oz. tehnologije	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	Delno
F.11	Razvoj nove storitve	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen bo v naslednjih 3 letih
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.12	Izboljšanje obstoječe storitve	

	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.13	Razvoj novih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.14	Izboljšanje obstoječih proizvodnih metod in instrumentov oz. proizvodnih procesov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.15	Razvoj novega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.16	Izboljšanje obstoječega informacijskega sistema/podatkovnih baz	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.17	Prenos obstoječih tehnologij, znanj, metod in postopkov v prakso	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.18	Posredovanje novih znanj neposrednim uporabnikom (seminarji, forumi, konference)	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.19	Znanje, ki vodi k ustanovitvi novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.20	Ustanovitev novega podjetja ("spin off")	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	

	Uporaba rezultatov	
F.21	Razvoj novih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.22	Izboljšanje obstoječih zdravstvenih/diagnostičnih metod/postopkov	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.23	Razvoj novih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.24	Izboljšanje obstoječih sistemskih, normativnih, programskih in metodoloških rešitev	
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Uporabljen bo v naslednjih 3 letih
F.25	Razvoj novih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.26	Izboljšanje obstoječih organizacijskih in upravljavskih rešitev	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.27	Prispevek k ohranjanju/varovanje naravne in kulturne dediščine	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.28	Priprava/organizacija razstave	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.29	Prispevek k razvoju nacionalne kulturne identitete	
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE

	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.30 Strokovna ocena stanja		
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.31 Razvoj standardov		
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.32 Mednarodni patent		
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	
F.33 Patent v Sloveniji		
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	Delno
F.34 Svetovalna dejavnost		
	Zastavljen cilj	☒ DA ☐ NE
	Rezultat	Dosežen
	Uporaba rezultatov	V celoti
F.35 Drugo		
	Zastavljen cilj	☐ DA ☒ NE
	Rezultat	
	Uporaba rezultatov	

Komentar

11.Samo za aplikativne projekte in podoktorske projekte iz gospodarstva!
Onačite potencialne vplive oziroma učinke vaših rezultatov na navedena področja

	Vpliv	Ni vpliva	Majhen vpliv	Srednji vpliv	Velik vpliv	
G.01	Razvoj visokošolskega izobraževanja					
G.01.01.	Razvoj dodiplomskega izobraževanja	☐	☒	☐	☐	
G.01.02.	Razvoj podiplomskega izobraževanja	☐	☒	☐	☐	

G.01.03.	Drugo:						
G.02	Gospodarski razvoj						
G.02.01	Razširitev ponudbe novih izdelkov/storitev na trgu						
G.02.02.	Širitev obstoječih trgov						
G.02.03.	Znižanje stroškov proizvodnje						
G.02.04.	Zmanjšanje porabe materialov in energije						
G.02.05.	Razširitev področja dejavnosti						
G.02.06.	Večja konkurenčna sposobnost						
G.02.07.	Večji delež izvoza						
G.02.08.	Povečanje dobička						
G.02.09.	Nova delovna mesta						
G.02.10.	Dvig izobrazbene strukture zaposlenih						
G.02.11.	Nov investicijski zagon						
G.02.12.	Drugo:						
G.03	Tehnološki razvoj						
G.03.01.	Tehnološka razširitev/posodobitev dejavnosti						
G.03.02.	Tehnološko prestrukturiranje dejavnosti						
G.03.03.	Uvajanje novih tehnologij						
G.03.04.	Drugo:						
G.04	Družbeni razvoj						
G.04.01	Dvig kvalitete življenja						
G.04.02.	Izboljšanje vodenja in upravljanja						
G.04.03.	Izboljšanje delovanja administracije in javne uprave						
G.04.04.	Razvoj socialnih dejavnosti						
G.04.05.	Razvoj civilne družbe						
G.04.06.	Drugo:						
G.05.	Ohranjanje in razvoj nacionalne naravne in kulturne dediščine in identitete						
G.06.	Varovanje okolja in trajnostni razvoj						
G.07	Razvoj družbene infrastrukture						
G.07.01.	Informacijsko-komunikacijska infrastruktura						
G.07.02.	Prometna infrastruktura						
G.07.03.	Energetska infrastruktura						
G.07.04.	Drugo:						
G.08.	Varovanje zdravja in razvoj zdravstvenega varstva						

G.09.	Drugo:		☐	☐	☐	☐	
--------------	---------------	--	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	--

Komentar

Zgornje točkovanje temelji na velikem potencialu uporabe nekaterih rezultatov analiz in simulacij za potresno ustrežnejše temeljenje večjih pasivnih hiš na potresnih območjih. V okviru projekta predlagani patent (patentna prijava dne 30.4.2013 s patentno številko P-201300109 in registacijsko številko 134) zahteva lepljenje slojev potresne izolacije za preprečitev zdrsa med ploščami. Sistem se že trži v praksi in predava na strokovnih izpopolnjevanjih. Poleg tega patenta imamo v pripravi še en nov boljši patent, ki bo dopuščal delne zdrse v horizontalni smeri, ki bodo lahko delovali kot potresna varovalka v primeru močnejšega potresa. Sistem bo vseboval tudi vertikalne distančnike, ki bodo preprečevali nagibanje objekta v primerih ko je to potrebno (vitki objekti). Sistem je zamišljen tako, da ga bo mogoče uporabljati za preprečitev zdrsa pri projektnem potresu ter kot varovalko pri močnejšem potresu. Podrobnosti izvedbe in tehnološke rešitve bodo podane v patentni prijavi. Uporaba takega sistema je primerna za vse pasivne hiše na vseh potresnih območjih in je kot taka odlična tržna niša za trženje tehnologije in posameznih komponent sistema za temeljenje. Možno je veliko načinov izvedb, ki vse opravljajo iste glavne funkcije. Rezultat je tržno naravnan in bi ob ustreznem znanju in ustreznih kontaktih proizvajalcev toplotnih izolacij lahko bil tržno izredno donosen.

12. Pomen raziskovanja za sofinancerje¹¹

Sofinancer			
1.	Naziv	FIBRAN NORD - proizvodnja izolacijskih materialov d.o.o	
	Naslov	Kočvarjeva ulica 1, 8000 Novo mesto	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	10.600	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	8	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
	1.	KILAR, Vojko, KOREN, David, ZBAŠNIK-SENEGAČNIK, Martina. Ponašanje zgrada temeljenih na toplinski izolaciji pri potresu = Seismic behaviour of buildings founded on thermal insulation layer = Seismisches Verhalten auf Wärmedämmungsschichten fundierter Gebäude. Građevinar, ISSN 0350-2465, May 2013, vol. 65, [no.] 5, str. 423-433, ilustr. http://www.casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/JCE65201352867EN.p[COBISS.SI-ID 2866052]	A.01
	2.	Violeta Bokan Bosiljkov, laboratorij Katedre za preizkušanje materialov in konstrukcij, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 2013. Poročilo o rezultatih preiskav ugotavljanja obnašanja proizvodov FIBRAN pri tlačni in strižni obremenitvi. Naročnik: FIBRAN NORD, proizvodnja izolacijskih materialov d.o.o., Kočvarjeva ulica 1, 8000 Novo mesto, število strani poročila 12.	F.01
	3.	Violeta Bokan Bosiljkov, laboratorij Katedre za preizkušanje materialov in konstrukcij, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 2013. Poročilo o rezultatih preiskav ugotavljanja obnašanja proizvodov FIBRAN pri preiskavah trenja med sloji izbranih sklopov pri različnih nivojih predobremenitve. Naročnik: FIBRAN NORD,	F.01

		proizvodnja izolacijskih materialov d.o.o., Kočevarjeva ulica 1, 8000 Novo mesto, število strani poročila 32.	
	4.	KOREN, David, KILAR, Vojko, ZBAŠNIK- SENEGAČNIK, Martina. Seismic safety of passive houses founded on thermal insulation. V: 17th International Passive House Conference 2013, 19-20 April, Frankfurt am Main. FEIST, Wolfgang (ur.). Conference proceedings. Darmstadt: Passive House Institute, 2013, str. 573-574, ilustr. [COBISS.SI-ID 2842244]	B.03
	5.	KILAR, Vojko, ZBAŠNIK-SENEGAČNIK, Martina. Potresna varnost pasivnih hiš s toplotno izolacijo pod temeljno ploščo. Gradbenik, ISSN 1408-1725, sep. 2013, letn. 17, št. 9, str. 37-39, ilustr. [COBISS.SI-ID 2910084]	A.01
	Komentar	Kot proizvajalec XPS toplotno-izolacijskih plošč je naš cilj razvijati plošče, ki imajo ustrezno tlačno in strižno trdnost, da se lahko uporabljajo tudi pod temelji stavb na potresnih območjih širom Evrope. Dosedanje ugotovitve projekta so, da so plošče višjih tlačnih trdnostnih razredov iz našega programa sicer primerne za uporabo pri hišah do višine največ treh do petih nadstropij - odvisno od tlorisa in materiala nosilne konstrukcije stavbe. Tako na primer negativnih vplivov praktično ni pri okvirnih konstrukcijah, večji pa so lahko pri stenastih AB ali opečnih konstrukcijah. Dodatno pa je za nas zelo pomembna ugotovitev, da je treba dodatno paziti na sestavo plošč (običajno se polagajo v 2 ali 3 slojih), saj lahko na stikih med XPS ploščami in folijo ali hidro izolacijo pride do zdrsa in s tem posledično do zmanjšanja strižne nosilnosti celotne izolacijske plošče. V tem smislu smo oddali patentno prijavo dne 30.4.2013 s patentno številko P-201300109 in registacijsko številko 134. Za kontrolo napetosti v XPS-u pod temeljno ploščo je bil v okviru projekta razvit računalniški program FibranQuake, ki ob določenih predpostavkah izračuna odziv toge stavbe pravokotnega tlorisa na podajni podlagi (npr. XPS). Kot rezultat program izpiše nihajni čas konstrukcije, največje tlačne robne napetosti v XPS-u pod temeljno ploščo objekta, največje strižne napetosti v XPS-u, največje horizontalne pomike XPS-a in horizontalne pomike vrha stavbe. Program nameravamo uporabiti pri naših stikih s strankami v praksi.	
	Ocena	Naša ocena je pozitivna.	
2.	Naziv	Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o	
	Naslov	Dimičeva 12, 1000 Ljubljana	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	9.200	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	7	%
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
	1.	KILAR, Vojko, KOREN, David, ZBAŠNIK- SENEGAČNIK, Martina. Ponašanje zgrada temeljenih na toplinskoj izolaciji pri potresu = Seismic behaviour of buildings founded on thermal insulation layer = Seismisches Verhalten auf Wärmedämmungsschichten fundierter Gebäude. Građevinar, ISSN 0350-2465, May 2013, vol. 65, [no.] 5, str. 423-433, ilustr. http://www.casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/JCE65201352867EN.p [COBISS.SI-ID 2866052]	A.01

	2.	PETROVČIČ, Simon, KILAR, Vojko. Effects of horizontal and vertical mass-asymmetric distributions on the seismic response of a high-rack steel structure. Advances in structural engineering, ISSN 1369-4332, Nov. 2012, vol. 15, no. 11, str. 1977-1988, ilustr., doi: 10.1260/1369-4332.15.11.1977. [COBISS.SI-ID 2774404],	A.01
	3.	ZBAŠNIK-SENEGAČNIK, Martina, KITEK KUZMAN, Manja. Measuresto [!] improve the energy performance of buildings in Slovenia. Tehnics technologies education management, ISSN 1840-1503, 2013, vol. 8, no. 1, str. 430-440, ilustr. http://www.ttem.ba/pdf/ttem_8_1_web.pdf . [COBISS.SI-ID 2828164],	A.01
	4.	PETROVČIČ, Simon. Potresna izolacija kot sistem za povečanje varnosti arhitekturne dediščine : doktorska disertacija = Seismic base isolation as a system for earthquake mitigation of architectural heritage = doctoral thesis. Ljubljana: [S. Petrovčič], 2013. XX, 266 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 2879620]	D.09
	5.	KILAR, Vojko, KOREN, David. Računalniški program FIBRANquake_0.1. Program računa odziv toge stavbe pravokotnega tlorisa na podajni podlagi (npr. XPS). Rezultati izračuna so: nihajni čas konstrukcije, največje tlačne robne napetosti v XPS-u pod temeljno ploščo objekta, največje strižne napetosti v XPS-u, največji horizontalni pomiki XPS-a in horizontalni pomiki vrha stavbe.	E.03
	Komentar	Projekt je izhajal iz dveh sicer precej nesorodnih področij, tj. potresna varnost in energijska učinkovitost, ki na evropskih tleh skupaj nastopata precej redko. Ravno v Sloveniji pa se ti dve področji stikujeta, zato prepoznavanje omenjene problematike in začetek raziskav ravno v Sloveniji predstavlja unikatnost oz. specifičnost. Večina Slovenije leži namreč na območju z zmerno potresno ogroženostjo in je za zagotovitev ustrezne mehanske odpornosti in stabilnosti upoštevanje potresnih vplivov zahtevano s predpisi. Število pasivnih hiš oz. energijsko učinkovitih stavb v Sloveniji hitro narašča. Pri tem se zaenkrat uporabljajo konstrukcijske rešitve, ki so bile razvite in širše uporabljane predvsem na področjih z nizko seizmičnostjo. Z raziskavami izvedenimi v okviru projekta smo analizirali potresni odziv stavb s toplotnoizolacijskim (TI) slojem pod temelji, kar se v Sloveniji čedalje več uporablja in kar je v skladu z evropsko Direktivo o energetske učinkovitosti stavb. Opredelitev problematike potresne varnosti takšnih stavb je za Slovenijo kot potresno (zmerno) ogroženo državo ključnega pomena z vidika zagotavljanja ustrezne mehanske odpornosti in stabilnosti. Zato je ozaveščanje in izobraževanje strokovne javnosti, ki je bilo izvedeno v sklopu projekta pomemben prispevek k razvoju stroke v Sloveniji. Dodatno so bile na osnovi pridobljenih rezultatov razvite smernice za projektante konstrukcij stavb temeljenih na mehkih TI slojih.	
	Ocena	Pozitivna	
3.	Naziv	DULC, strojne inštalacije in inženiring d.o.o.	
	Naslov	Stranje pri Škocjanu 7, Škocjan	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:	3.600	EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:	3	%

Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja			Šifra
	1.	KILAR, Vojko, ZBAŠNIK-SENEGAČNIK, Martina. Potresna varnost pasivnih hiš s toplotno izolacijo pod temeljno ploščo. Gradbenik, ISSN 1408-1725, sep. 2013, letn. 17, št. 9, str. 37-39, ilustr. [COBISS.SI-ID 2910084]	A.01
	2.	KITEK KUZMAN, Manja, GROŠELJ, Petra, AYRILMIS, Nadir, ZBAŠNIK-SENEGAČNIK, Martina. Comparison of passive house construction types using analytic hierarchy process. Energy and buildings, ISSN 0378-7788. [Print ed.], 2013, vol. 64, sept., str. 258-263. http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.05.020 , doi: 10.1016/j.enbuild.2013.05.020. [COBISS.SI-ID 2108297],	A.01
	3.	KILAR, Vojko, ZBAŠNIK-SENEGAČNIK, Martina. Potresna varnost pasivnih hiš s toplotno izolacijo pod temeljno ploščo. Gradbenik, ISSN 1408-1725, sep. 2013, letn. 17, št. 9, str. 37-39, ilustr. [COBISS.SI-ID 2910084]	A.01
	4.	KILAR, Vojko, AZINOVIČ, Boris, KOREN, David. Potresna varnost pasivnih hiš s toplotno izolacijo pod temeljno ploščo : parametrična študija. Gradbenik, ISSN 1408-1725, okt. 2013, letn. 17, št. 10, str. 36-38, ilustr. [COBISS.SI-ID 2931588]	A.01
	5.	Les. Vratuša, Srečko (član uredniškega odbora 2010-). Ljubljana: Zveza lesarjev Slovenije: GZS, Združenje lesarstva, 1949-. ISSN 0024-1067. http://www.zls-zveza.si/Revija/Arhiv.htm . [COBISS.SI-ID 13940224]	C.05
Komentar		Opravljeno delo ocenjujemo zelo pozitivno	
Ocena		Naš interes je biti v stiku z naprednim projektiranjem pasivnih hiš, ki jih bo v praksi čedalje več. Rezultati projekta so zadovoljivi, pričakujemo še ustrezno diseminacijo konkretnih rezultatov v prakso. Pomemben rezultat projekta je identifikacija možnega zdrsa na nivoju izolacije, ki bi bil v praksi lahko problematičen. Kot pomemben doprinos projekta navajamo tudi tvorno medsebojno sodelovanje z našim podjetjem, ki je velik del rezultatov pridobljenih v okviru projekta uporabilo za svoje tehnološke rešitve oz. proizvode in vključilo v svoja tehnična gradiva.	
4.	Naziv	Abiro, Blenkuš-Florijančič, arhitekturno projektiranje d.o.o	
	Naslov	Igriška 3, Ljubljana	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		8.000 EUR
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		6 %
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		
	Šifra		
	1.	ZUPANČIČ-STROJAN, Tadeja. Raziskovalni laboratorij za varne pasivne hiše = Research laboratory for safe passive houses. AR, Arhit. razisk. (Tisk. izd.). [Tiskana izd.], 2012, [Št.] 1, str. 57. [COBISS.SI-ID 2766468]	A.04
		KILAR, Vojko, KOREN, David, ZBAŠNIK-SENEGAČNIK, Martina. Ponašanje zgrada temeljenih na toplinski izolaciji pri potresu = Seismic	

	2.	behaviour of buildings founded on thermal insulation layer = Seismisches Verhalten auf Wärmedämmungsschichten fundierter Gebäude. Građevinar, ISSN 0350-2465, May 2013, vol. 65, [no.] 5, str. 423-433, ilustr. http://www.casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/JCE65201352867EN.p [COBISS.SI-ID 2866052]	A.01
	3.	KILAR, Vojko, ZBAŠNIK-SENEGAČNIK, Martina. Potresna varnost pasivnih hiš s toplotno izolacijo pod temeljno ploščo. Gradbenik, ISSN 1408-1725, sep. 2013, letn. 17, št. 9, str. 37-39, ilustr. [COBISS.SI-ID 2910084]	A.01
	4.	ZBAŠNIK-SENEGAČNIK, Martina, KITEK KUZMAN, Manja. Measuresto [!] improve the energy performance of buildings in Slovenia. Tehnics technologies education management, ISSN 1840-1503, 2013, vol. 8, no. 1, str. 430-440, ilustr. http://www.ttem.ba/pdf/ttem_8_1_web.pdf . [COBISS.SI-ID 2828164],	A.01
	5.	PETROVČIČ, Simon. Potresna izolacija kot sistem za povečanje varnosti arhitekturne dediščine : doktorska disertacija = Seismic base isolation as a system for earthquake mitigation of architectural heritage = doctoral thesis. Ljubljana: [S. Petrovčič], 2013. XX, 266 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 2879620]	D.09
	Komentar		Brez
Ocena		Pozitivna	
5.	Naziv	BAZAARHITEKTURA d.o.o.	
	Naslov	Trg Mladinskih delovnih brigad 14, Ljubljana	
	Vrednost sofinanciranja za celotno obdobje trajanja projekta je znašala:		2.000
	Odstotek od utemeljenih stroškov projekta:		2
	Najpomembnejši rezultati raziskovanja za sofinancerja		Šifra
	1.	ZUPANČIČ-STROJAN, Tadeja. Raziskovalni laboratorij za varne pasivne hiše = Research laboratory for safe passive houses. AR, Arhit. razisk. (Tisk. izd.). [Tiskana izd.], 2012, [Št.] 1, str. 57. [COBISS.SI-ID 2766468]	A.04
	2.	KILAR, Vojko, KOREN, David, ZBAŠNIK-SENEGAČNIK, Martina. Ponašanje zgrada temeljenih na toplinski izolaciji pri potresu = Seismic behaviour of buildings founded on thermal insulation layer = Seismisches Verhalten auf Wärmedämmungsschichten fundierter Gebäude. Građevinar, ISSN 0350-2465, May 2013, vol. 65, [no.] 5, str. 423-433, ilustr. http://www.casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/JCE65201352867EN.p [COBISS.SI-ID 2866052]	A.01
3.	KILAR, Vojko, ZBAŠNIK-SENEGAČNIK, Martina. Potresna varnost pasivnih hiš s toplotno izolacijo pod temeljno ploščo. Gradbenik, ISSN 1408-1725, sep. 2013, letn. 17, št. 9, str. 37-39, ilustr. [COBISS.SI-ID 2910084]	A.01	
	SLAK, Tomaž, KILAR, Vojko. Parameterization and		

	4.	evaluation of seismic resistance within the context of architectural design. Modern applied science, ISSN 1913-1844, Jul. 2012, vol. 6, no. 7, str. 17-35, ilustr., doi: 10.5539/mas.v6n7p17. [COBISS.SI-ID 2702980],	A.01
	5.	PETROVČIČ, Simon. Potresna izolacija kot sistem za povečanje varnosti arhitekturne dediščine : doktorska disertacija = Seismic base isolation as a system for earthquake mitigation of architectural heritage = doctoral thesis. Ljubljana: [S. Petrovčič], 2013. XX, 266 str., ilustr. [COBISS.SI-ID 2879620]	D.09
	Komentar	Projekt nam je omogočil realizacijo prototipa pasivne hiše po predlaganem sistemu. Gre za izgradnjo trinadstropne enodružinske hiše v Ljubljani z opečno konstrukcijo z armiranobetonskimi vezmi in medetažnimi ploščami z izvedbo temeljne armiranobetonske plošče na seizmični blazini. Objekt je bil zgrajen kot eksperiment v merilu 1:1 in kot prvi objekt na svetu, ki stoji na t.i. seizmični blazini, katera je bila razvita na podlagi raziskav v okviru projekta »Varnost pasivnih hiš pri potresu«. Seizmična blazina (XPS) je posebej oblikovana toplotna izolacija visoke trdnosti, ki preprečuje zdrs konstrukcije. Medsebojne plasti ima zlepljene z dvostransko samolepilno hidroizolacijo. Položena je na fino uvaljan tampon. Upamo, da v bodoče tako zgrajenih hiš vsako leto več, za kar bo poskrbela tudi uveljavitev novega zakona o varčevanju z energijo in zahteve po energetki izkaznici vseh objektov. Rezultati projekta in predstavljeni rezultati izpolnjujejo naša pričakovanja.	
	Ocena	Odlično	

13. Izjemni dosežek v letu 2013¹²

13.1. Izjemni znanstveni dosežek

KILAR, Vojko, KOREN, David, ZBAŠNIK-SENEGAČNIK, Martina. Seismic behaviour of buildings founded on thermal insulation layer = Seismisches Verhalten auf Wärmedämmungsschichten fundierter Gebäude. Građevinar, ISSN 0350-2465, May 2013, vol. 65, [no.] 5, str. 423-433, [COBISS.SI-ID 2866052],

Toplotna izolacija pod temeljno ploščo ali pasovnimi temelji omogoča stik stavbe s terenom brez toplotnega mostu in se v praksi že pojavlja kot eden od ključnih ukrepov pri zmanjševanju rabe energije pri sodobnih pasivnih ali nizkoenergijskih hišah. V članku je analizirano seizmično obnašanje stavb različnih višin, mas, tlorisnih dimenzij, na različnih temeljnih tleh in toplotnoizolacijskih podlagah. Rezultati poenostavljenih seizmičnih analiz kažejo, da do potencialno nevarnih vplivov vgradnje toplotne izolacije pod temelje lahko pride šele pri stavbah, ki so višje od dveh ali treh etaž.

13.2. Izjemni družbeno-ekonomski dosežek

Samostojni strokovni sestavek ali poglavje v monografski publikaciji

ZBAŠNIK-SENEGAČNIK, Martina. Pasivna hiša je hiša prihodnosti. V: KRISTAN, Miro (ur.), KRISTAN, Miro, ZBAŠNIK-SENEGAČNIK, Martina, ŠČUKOVT, Andrejka. Pasivna hiša Posočja. Kobarid: Posoški razvojni center, 2012, str. 17-22. [COBISS.SI-ID 2728324].

C. IZJAVE

Podpisani izjavljam/o, da:

- so vsi podatki, ki jih navajamo v poročilu, resnični in točni

- se strinjamo z obdelavo podatkov v skladu z zakonodajo o varstvu osebnih podatkov za potrebe ocenjevanja ter obdelavo teh podatkov za evidence ARRS
- so vsi podatki v obrazcu v elektronski obliki identični podatkom v obrazcu v pisni obliki
- so z vsebino zaključnega poročila seznanjeni in se strinjajo vsi soizvajalci projekta

Podpisi:

*zastopnik oz. pooblaščen oseba
raziskovalne organizacije:*

in

vodja raziskovalnega projekta:

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za
arhitekturo

Vojko Kilar

ŽIG

Kraj in datum:

Ljubljana	15.4.2014
-----------	-----------

Oznaka prijave: ARRS-RPROJ-ZP-2014/58

- ¹ Napišite povzetek raziskovalnega projekta (največ 3.000 znakov v slovenskem in angleškem jeziku) [Nazaj](#)
- ² Napišite kratko vsebinsko poročilo, kjer boste predstavili raziskovalno hipotezo in opis raziskovanja. Navedite ključne ugotovitve, znanstvena spoznanja, rezultate in učinke raziskovalnega projekta in njihovo uporabo ter sodelovanje s tujimi partnerji. Največ 12.000 znakov vključno s presledki (približno dve strani, velikost pisave 11). [Nazaj](#)
- ³ Realizacija raziskovalne hipoteze. Največ 3.000 znakov vključno s presledki (približno pol strani, velikost pisave 11) [Nazaj](#)
- ⁴ V primeru bistvenih odstopanj in sprememb od predvidenega programa raziskovalnega projekta, kot je bil zapisan v predlogu raziskovalnega projekta oziroma v primeru sprememb, povečanja ali zmanjšanja sestave projektne skupine v zadnjem letu izvajanja projekta, napišite obrazložitev. V primeru, da sprememb ni bilo, to navedite. Največ 6.000 znakov vključno s presledki (približno ena stran, velikost pisave 11). [Nazaj](#)
- ⁵ Navedite znanstvene dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Raziskovalni dosežek iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'. [Nazaj](#)
- ⁶ Navedite družbeno-ekonomske dosežke, ki so nastali v okviru tega projekta. Družbeno-ekonomski rezultat iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) vpišete tako, da izpolnite COBISS kodo dosežka – sistem nato sam izpolni naslov objave, naziv, IF in srednjo vrednost revije, naziv FOS področja ter podatek, ali je dosežek uvrščen v A'' ali A'.
- Družbeno-ekonomski dosežek je po svoji strukturi drugačen kot znanstveni dosežek. Povzetek znanstvenega dosežka je praviloma povzetek bibliografske enote (članka, knjige), v kateri je dosežek objavljen.
- Povzetek družbeno-ekonomskega dosežka praviloma ni povzetek bibliografske enote, ki ta dosežek dokumentira, ker je dosežek sklop več rezultatov raziskovanja, ki je lahko dokumentiran v različnih bibliografskih enotah. COBISS ID zato ni enoznačen, izjemoma pa ga lahko tudi ni (npr. prehod mlajših sodelavcev v gospodarstvo na pomembnih raziskovalnih nalogah, ali ustanovitev podjetja kot rezultat projekta ... - v obeh primerih ni COBISS ID). [Nazaj](#)
- ⁷ Navedite rezultate raziskovalnega projekta iz obdobja izvajanja projekta (do oddaje zaključnega poročila) v primeru, da katerega od rezultatov ni mogoče navesti v točkah 6 in 7 (npr. ni voden v sistemu COBISS). Največ 2.000 znakov, vključno s presledki. [Nazaj](#)
- ⁸ Pomen raziskovalnih rezultatov za razvoj znanosti in za razvoj Slovenije bo objavljen na spletni strani: <http://sicris.izum.si/> za posamezen projekt, ki je predmet poročanja [Nazaj](#)
- ⁹ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)
- ¹⁰ Največ 4.000 znakov, vključno s presledki [Nazaj](#)
- ¹¹ Rubrike izpolnite / prepišite skladno z obrazcem "izjava sofinancerja" <http://www.arrs.gov.si/sl/progproj/rproj/gradivo/>, ki ga mora izpolniti sofinancer. Podpisan obrazec "Izjava sofinancerja" pridobi in hrani nosilna raziskovalna organizacija – izvajalka projekta. [Nazaj](#)
- ¹² Navedite en izjemni znanstveni dosežek in/ali en izjemni družbeno-ekonomski dosežek raziskovalnega projekta v

letu 2013 (največ 1000 znakov, vključno s presledki). Za dosežek pripravite diapozitiv, ki vsebuje sliko ali drugo slikovno gradivo v zvezi z izjemnim dosežkom (velikost pisave najmanj 16, približno pol strani) in opis izjemnega dosežka (velikost pisave 12, približno pol strani). Diapozitiv/-a priložite kot priponko/-i k temu poročilu. Vzorec diapozitiva je objavljen na spletni strani ARRS <http://www.arrs.gov.si/sl/gradivo/>, predstavitev dosežkov za pretekla leta pa so objavljena na spletni strani <http://www.arrs.gov.si/sl/analize/dosez/>. [Nazaj](#)

Obrazec: ARRS-RPROJ-ZP/2014 v1.03

66-CF-2C-00-30-4E-7F-81-79-AB-AB-C2-FB-E0-14-9B-A4-3D-2A-04

Priloga 1

Introduction

The passive house standards suggest that the thermal envelope of a structure should be designed as a continuous and uniform insulation layer, surrounding the whole building – implemented also under its foundation. However, the inserting of soft insulation layers under the foundation of a building increases its period of vibration, since the structure's oscillations on a soft layer are slower than on a hard one. Extending the vibration period could lead to resonance plateau of the Eurocode 8 seismic response spectrum, meaning that some very stiff structures may produce up to several times larger earthquake forces acting on the structure. Another problem is the rocking phenomena which might significantly increase the horizontal sway and top displacements of the building. For this reason the design of passive houses with thermal isolation under foundations in earthquake prone areas should pay additional attention to: a) control of maximal shear and axial stresses/strains in thermal insulation layer and b) control of eventual increase of displacements and earthquake induced forces to the superstructure. The presented paper deals with the seismic response of such passive buildings founded on thermal insulation layer made of extruded polystyrene (XPS) which is produced by Fibran Nord.

Experimental results

In order to obtain the material structural characteristics of XPS thermal insulation plates, the axial compressive and shear tests were carried out in the testing Laboratory of Civil and Geodetic Engineering Faculty at the University of Ljubljana. The axial compressive tests were performed in accordance to EN 826 and the shear tests were performed in accordance to EN 12090. Additionally to monotonic tests, also the cyclic tests were carried out. The results for the selected specimens for cyclic loading are presented in Figure 1 (obtained values of axial elastic and shear modulus and corresponding strengths determined by monotonic compression and shear tests are also indicated). As can be seen from the figure the investigated different specimens have shown very stable cyclic response with very low standard deviations.

Selected results of parametric study of seismic response

The research has shown that in general the seismic safety of passive houses with the height up to 2 or 3 stories is not of critical concern. For higher (or slenderer) buildings however, the negative effects of insulation layer under foundation plate are more important and can lead to overstress in the thermal insulation layer itself, or to the increase of stresses and top displacement of the building. The negative effects are larger for stiffer buildings, positioned on more flexible insulation layers (in compression and in shear), and founded in a better soil conditions (e.g. soil A).

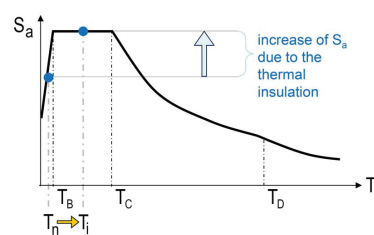


Figure 1: Roof accelerations of the superstructure on thermal insulation (XPS) under the foundation plate

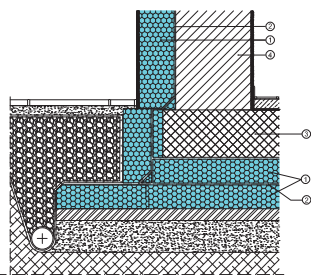


Figure 2: Contact of outside wall and floor slab resting on thermal insulation - no thermal bridge

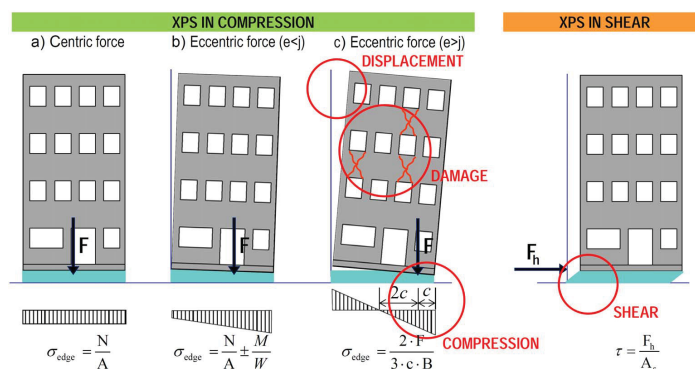


Figure 3: Behaviour of a stiff building structure on a flexible base (e.g. XPS thermal insulation) under the foundation plate

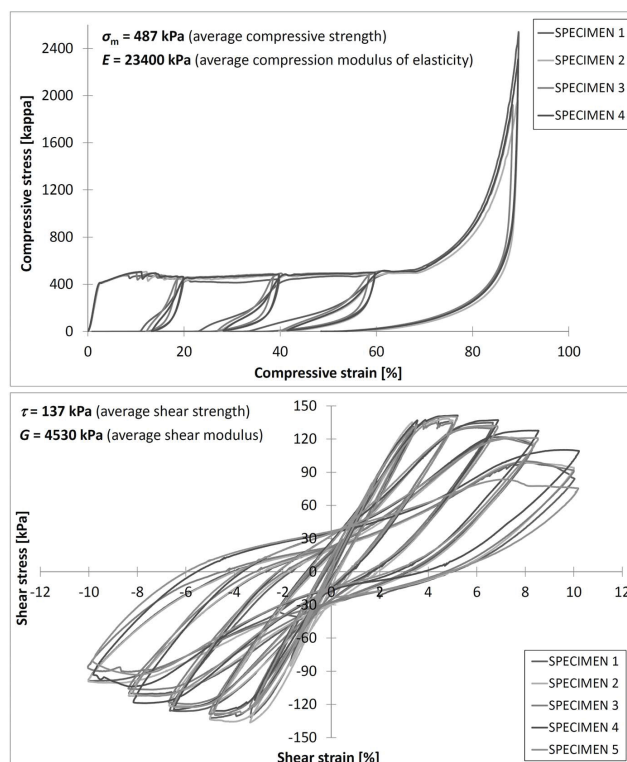


Figure 4: Experimentally obtained axial compressive (above) and shear (below) stress-strain hysteresis loops for Fibran XPS 400-L specimen.

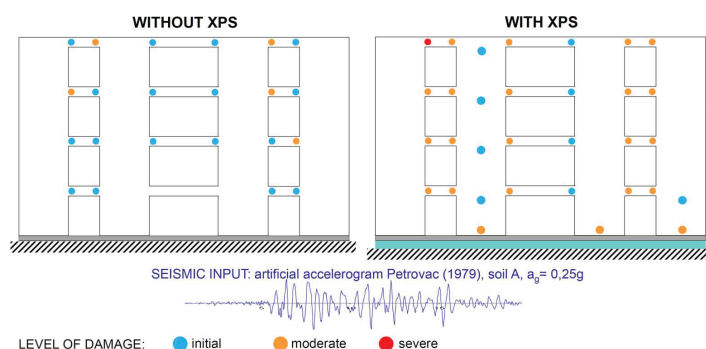


Figure 5: Comparison of damage patterns for 4-storey RC structure w/o XPS under the foundation plate

Autors:

Dr. David Koren
Prof. Dr. Vojko Kilar
Prof. Dr. Martina Zbašnik-Senegačnik
University of Ljubljana, Faculty of Architecture, Slovenia



University of Ljubljana
Faculty of Architecture

