

NOVO! Potresno sigurna gradnja na temeljnom jastuku

Temeljna ploča nosivi je toplinski izoliran temeljni sklop formiran tako da kod određenog projektnog ubrzanja tla na lokaciji gradnje, zgradi koja je temeljena na temeljnoj ploči osigura potresnu sigurnost. Temeljne su ploče praktična rješenja temeljenja gotovo nulte energijske građevine i drugih niskoenergijskih građevina, a određuju stabilnost kuće, razinu toplinske zaštite i optimalnu zaštitu od vlage i podzemne vode.

Istraživanje o potresnoj sigurnosti pasivnih zgrada, koje se izvodi na Fakultetu za arhitekturu u Ljubljani sa sudjelovanjem ostalih slovenskih tehničkih fakulteta i instituta, s uključivanjem stručnjaka iz specijalnih područja, riješila je problem potresne sigurnosti građevina temeljenih na fleksibilnoj ploči. Spoznaja je objavljena na [13. međunarodnoj konferenciji pasivne kuće u Frankfurtu u travnju 2013](#), a u travnju ove godine na 14. konferenciji u Aachnu bit će prezentirana i detaljna primjena temeljnog jastuka kao adekvatnog rješenja za pasivne zgrade na našem području.

RESEARCH AND DEVELOPMENT
Seismic safety of passive houses founded on thermal insulation

1. Background
The passive house standards suggest that the thermal envelope of buildings should be designed to ensure maximum energy efficiency. However, the energy of self-insulation is not sufficient to ensure the structural safety of a self-insulated house in seismic zones. The energy of self-insulation is not sufficient to ensure the structural safety of a self-insulated house in seismic zones. The energy of self-insulation is not sufficient to ensure the structural safety of a self-insulated house in seismic zones.

2. Objectives
The objective of this research is to develop a flexible foundation system for passive houses founded on thermal insulation. The objective of this research is to develop a flexible foundation system for passive houses founded on thermal insulation. The objective of this research is to develop a flexible foundation system for passive houses founded on thermal insulation.

3. Methodology
The methodology of this research is based on the use of finite element analysis (FEA) and experimental testing. The methodology of this research is based on the use of finite element analysis (FEA) and experimental testing. The methodology of this research is based on the use of finite element analysis (FEA) and experimental testing.

4. Results
The results of this research show that the flexible foundation system developed in this research is able to provide the required seismic safety for passive houses founded on thermal insulation. The results of this research show that the flexible foundation system developed in this research is able to provide the required seismic safety for passive houses founded on thermal insulation.

5. Conclusions
The conclusions of this research are that the flexible foundation system developed in this research is a practical and effective solution for the seismic safety of passive houses founded on thermal insulation. The conclusions of this research are that the flexible foundation system developed in this research is a practical and effective solution for the seismic safety of passive houses founded on thermal insulation.

6. Acknowledgements
The authors would like to thank the Ministry of Education, Science and Sports of the Republic of Slovenia for the financial support of this research. The authors would like to thank the Ministry of Education, Science and Sports of the Republic of Slovenia for the financial support of this research.

7. References
The references of this research are listed in the following table. The references of this research are listed in the following table.

8. Contact Information
The contact information of the authors is listed in the following table. The contact information of the authors is listed in the following table.

Slika 1. [Sažetak problematike potresno sigurne gradnje](#), koji s FIBRANxps proizvodima i rješenjima daje dobre rezultate i kod većih projektnih ubrzanja tla i višim zgradama

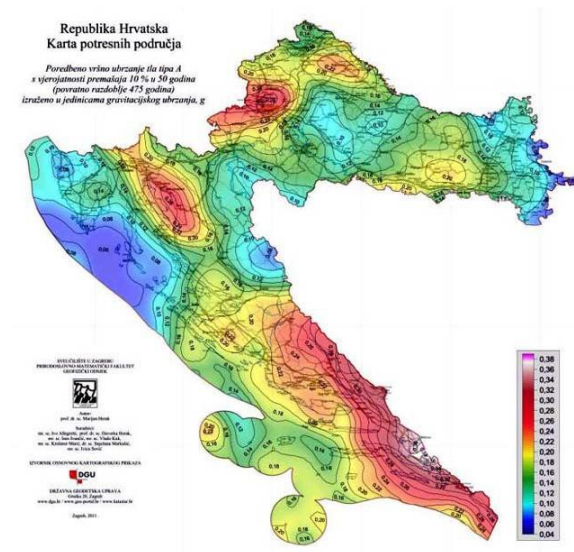
Istraživanje daje prve praktične uporabne informacije, na osnovi kojih smo u FIBRAN-u temeljili rješenja za različite potresne ugroženosti i različite uvjete ispod temeljne ploče. Sastav temeljne ploče, kako se naziva toplinski izolirana te hidroizolirana temeljna ploča za potresno ugrožena područja, ovisi o željenoj energijskoj učinkovitosti, prisutnosti podzemne vode, konstrukcijskoj osnovi građevine, njezinim gabaritima i masi te konkretnoj lokaciji zgrade zbog poštivanja odgovarajućeg projektnog ubrzanja tla.

TEMELJENJE NA TEMELJNOJ PLOČI

Temeljenje na toplinski izoliranoj temeljnoj ploči se pojavilo kod zahtjeva gradnje pasivnih kuća. Kod vrlo dobrih niskoenergijskih kuća u Europi upotrebljavaju temeljenje na temeljnim pločama već desetljećima jer se samo s postavom toplinske izolacije ispod čitave površine temeljne ploče mogu izbjeći toplinski mostovi, koji pri energijski učinkovitoj gradnji nisu

dopušteni. Osim odlično izvedenoga toplinskog ovoja grade dodatna je prednost takvoga temeljenja jednostavnija, mnogo brža i jeftinija izvedba.

POTRESNA SIGURNOST



Slika 2 Karta potresnih područja

Hrvatska je u cijelosti određena kao potresno ugroženo područje jer na određenim područjima projektno ubrzanje tla mjestimično doseže i 0,38 g. kod takvih uvjeta može pri temeljenju sa slobodno položenim slojevima ispod temeljne ploče doći do klizanja između slojeva toplinske izolacije, hidroizolacije, folije za brtvljenje i betonske temeljne ploče. Manji su pomaci za očuvanje neoštećene konstrukcije pri potresu korisni, iako klizanja, koja su po EUROKODU 8 ograničena, moraju biti i kontrolirana. U obzir se mora uzeti elastičnost toplinsko izolacijske ploče, koja djeluje kao TEMELJNI JASTUK.

U nastavku predstavljamo jednostavna i praktična uporabna rješenja temeljnih jastuka, koje smo u FIBRAN-u zasnovali na osnovi istraživanja Potresna sigurnost pasivnih kuća te istraživanja materijala i različitih konstrukcijskih sklopova u okolinama jakih i ponavljajućih potresa.

PRILAGOĐENA RJEŠENJA TEMELJNOG JASTUKA

Različito potresno ugrožena područja zahtijevaju različito stroga rješenja temeljenja. Pri traženju odgovarajućih rješenja usredotočili smo se na **ograničenja pomaka između temeljne ploče i sloja toplinske izolacije** te između pojedinih slojeva toplinske izolacije, ujedno smo maksimalno iskoristili ulogu hidroizolacije za očuvanje energijske učinkovitosti. Dok projektirano ubrzanje tla, temeljno tlo, konstrukcijska osnova, masa zgrade i njezini gabariti utječu na izbor tlačne čvrstoće izolacije, koja mora biti zbog dinamičnog opterećenja potresa veća od propisane u Srednjeeuropskim zemljama, željena energijska učinkovitost zgrade te prisutnost podzemne vode dodatno utječu na izbor odgovarajućeg sustava, broja i rasporeda sojeva.

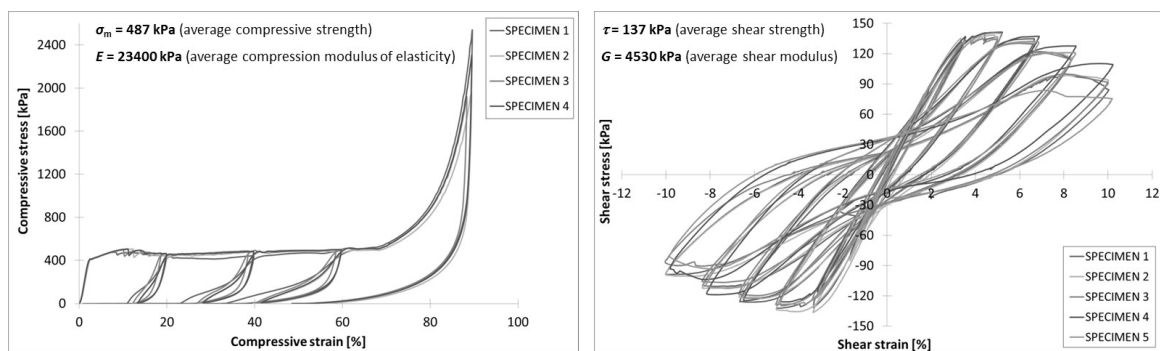
Sastavni dijelovi **temeljnog jastuka**:

➤ TEMELJNA PLOČA

je konstrukcijski armiranobetonski element ugrađen na samom mjestu, a dimenzioniran je za svaku zgradu posebno i pritom su u obzir uzete sve posebnosti gradnje na određenoj lokaciji. Glavni je nosivi element, gdje je kvalitetna ugradnja propisane mješavine betona i odgovarajuće armature od bitnoga značenja.

➤ FIBRANxps za ispod temeljne ploče

Da bi dobili stvarne podatke o ponašanju XPS izolacije, u okviru istraživačke zadaće u laboratoriju Fakulteta za graditeljstvo i geodeziju u Ljubljani izvodili su se testovi na osnovi odgovarajućih europskih normi. Testiranje uzoraka različitih debljina i tlačnih čvrstoća pokazalo je vrlo stabilno ponašanje FIBRANxps materijala z izuzetno malim odstupanjima, stoga s velikom sigurnosti predviđamo ponašanje određene zgrade na određenoj potresno ugroženoj lokaciji.



Slika 3: Eksperimentalno dobivanje histerezne oznake osno tlačnih (lijevo) i posmičnih (desno) napona deformacijskih sila za uzorak FIBRANxps 400-L.

Pri konstrukcijsko zahtjevnih, ponajprije visokih zgrada te zgrada s neugodnim gabaritima potrebno je i kod malih i kod velikih projektnih ubrzanja napraviti proračun potresne sigurnosti, dok za jednostavne građevine te građevine često izvođenih gabarita do dva ili tri kata možemo na osnovi dosadašnjih iskustava predložiti odgovarajuće rješenje za temeljenje na temeljnoj ploči bez posebnih provjera. Dimenzionirati je potrebno samo temeljnu ploču.

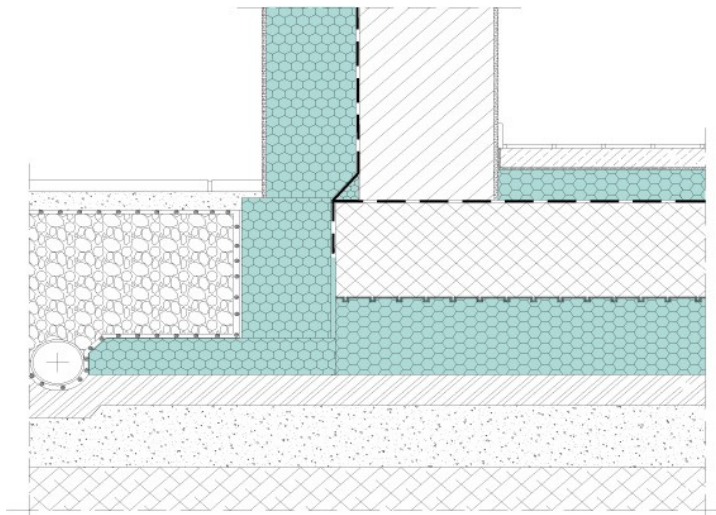
Zaradi dinamičkih opterećenja toplinsko izolacijskoga sloja ispod temeljne ploče zgrade, postavljena su ograničenja za nazivnu tlačnu čvrstoću izolacije na **najmanje 400 kPa**, koja uobičajeno odgovara lakim montažnim zgradama i manjim masivno građenim građevinama, kao što su stambene kuće, dječji vrtići i slične niže građevine, a naravno da ovisi o konstrukcijskoj osnovi i koncentraciji sila na temeljnu ploču. Za više, teže ili gabaritno manje ugodne građevine upotrebljava se odgovarajuće nosiva izolacija s npr. **500 ili 700 kPa** deklarirane tlačne čvrstoće.

U slučaju dvoslojnog ili troslojnog polaganja svi su slojevi toplinske izolacije identične tlačne čvrstoće 400, 500 ili 700 kPa zaključno s FIBRANxps SEISMIC pločom, koja je ujedno u kontaktu s AB temeljnom pločom. Studija Potresna sigurnost pasivnih kuća pokazala je, naime, da postavljanje mekšeg sloja izolacije uzrokuje produljenje vremena titranja zgrade, stoga je izbor izolacije odgovarajuće tlačne čvrstoće odgovorna projektantska odluka!

➤ FIBRANxps SEISMIC

su namjenski izrađene toplinsko izolacijske ploče različnih tlačnih čvrstoća s grubom površinom za sprječavanje klizne ravnine na spoju s temeljnom AB pločom. SEISMIC ploča sastavni je dio svakoga rješenja i za potresno manje i potresno vrlo ugrožena područja bez obzira na broj slojeva¹ toplinske izolacije.

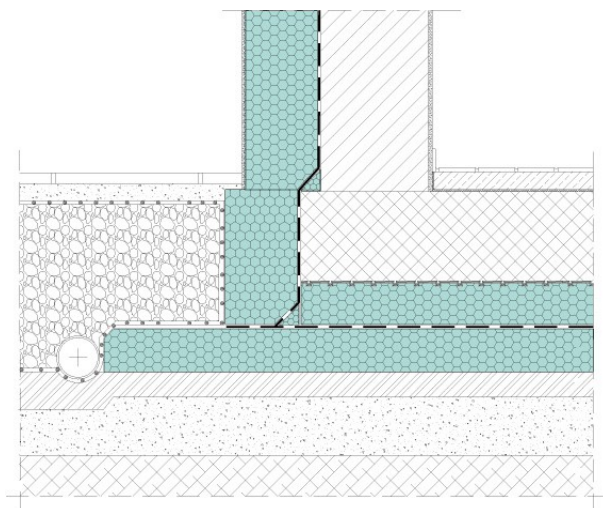
¹⁾Broj slojeva ovisi o zahtijevanoj ukupnoj debljini. Do 20 cm debljine se postavlja u jednom sloju, do 24 cm debljine se uporabi dvoslojna izolacija, gdje je debljina jednoga sloja najviše 12 cm, a najviše su dopuštena tri sloja u ukupnoj debljini 30 cm.



Slika 4. *Jednoslojna toplinska izolacija ispod temeljne ploče FIBRANxps SEISMIC* -rješenje za dobro drenirana tla potresno ugroženijih područja. Spregnuto djelovanje konstrukcijskoga sklopa temeljne ploče je osigurano. Najmanji je koeficijent statičkog trenja između betonske podloge i XPS ploča, a iznosi više od 0,52. Napomena: U slučaju visoke podzemne vode i manje potresno ugrožene zgrade predlažemo identično rješenje s višeslojnom hidroizolacijom ispod sloja toplinske izolacije.

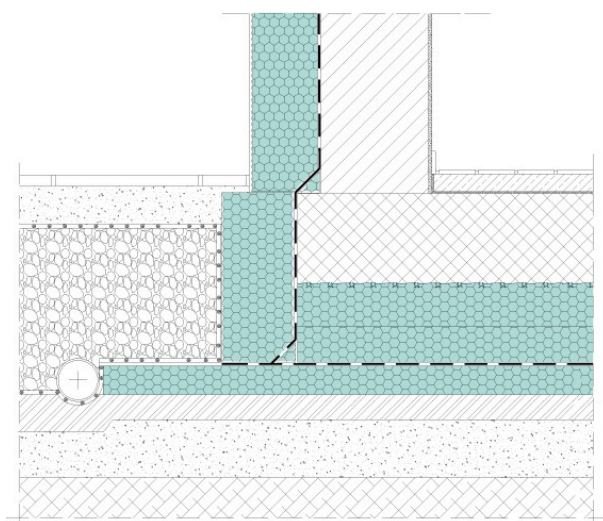
➤ HIDROIZOLACIJA

Najoptimalnije rješenje smo ujedno uskladili sa slojem hidroizolacije, koja mora, zbog trajno učinkovite toplinske izolacije i čitavog konstrukcijskoga sklopa biti postavljena što niže u temeljnoj ploči. Uporabom obostrano ljepljive hidroizolacije pri višeslojnoj izolaciji, iskoristimo ljepljivost elastomerne bitumenske hidroizolacije pod utjecajem tlaka i dobivamo dodatne prednosti: hidroizolacijski sloj je sigurno postavljen, trajno zaštićen, zbog teže temeljne ploče i kasnije čitave građevine međusobni su spojevi odlično spojeni. Obostrano ljepljiva hidroizolacija slijepi dva sloja toplinske izolacije tako, da temeljna ploča djeluje spregnuto.

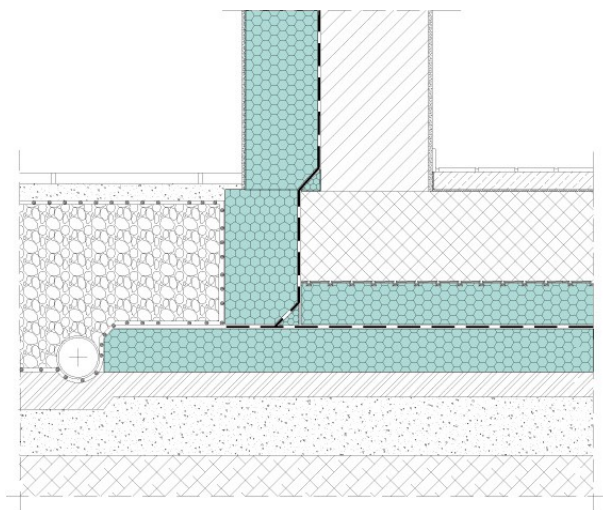


Slika 5. Najčešće i najoptimalnije rješenje i za gotovo nultu-energijsku gradnju na potresno ugroženijem području. Obostrano ljepljiva hidroizolacija postavljena je na prvi sloj FIBRANxps 400, 500 ili 700-L. S FIBRANxps SEISMIC hidroizolacija već je pri montaži mehanički zaštićena od oštećenja; a zbog tlaka temeljne ploče i težine same zgrade i odlično je zabrtvljena. Temeljna ploča djeluje spregnuto, s čime su kontrolirani pomaci u slučaju potresa. Najmanji je koeficijent statičkog trenja između betonske podloge i XPS ploča, a iznosi više od 0,52. Ako nam sigurnost dopušta, temeljni jastuk možemo izravno staviti na šljunak. Tada koeficijent statičkog trenja iznosi najviše 0,30 i time možemo odabrati odgovarajući sustav temeljnog jastuka.

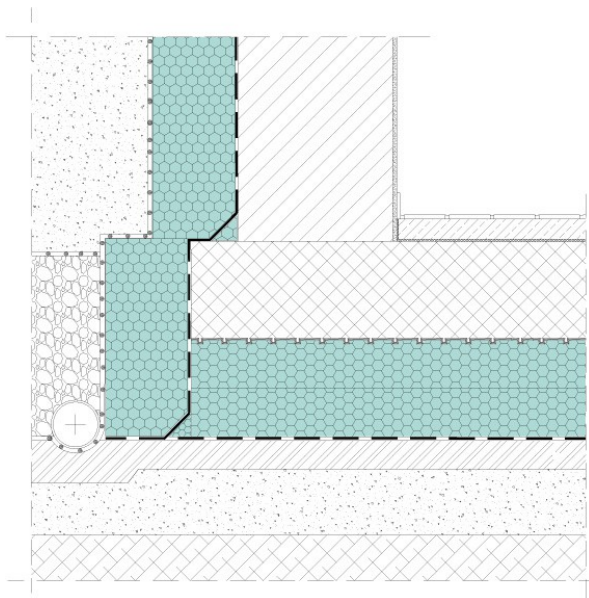
Pri niskoenergijskim zgradama građenim na manje potresno ugroženim područjima i gdje proračun pokazuje pomake u dopuštenim granicama, lako se poslužimo sljedećim rješenjem:



Slika 6. Temeljna ploča gotovo nulte-energijske zgrade s toplinskom izolacijom ispod temeljne ploče ukupne zahtijevane debljine 26, 28 ili 30 cm za potresno manje ugrožena područja. Klizna ravnina postoji između dva sloja XPS izolacije, iako je klizanje zbog karakteristika materijala prema izvedenim istraživanjima ograničeno. Hidroizolacija je obostrano ljepljiva.



Slika 7. Temeljna ploča dobre nisko energetske zgrade s toplinskom izolacijom ukupne zahtijevane debljine do 24 cm za potresno manje ugrožena područja. Jednostrano lijepljena hidroizolacija je sigurno postavljena između FIBRANxps SEISMIC i glatke FIBRANxps ploče odgovarajuće tlačne čvrstoće. Najmanji je koeficijent statičkog trenja između XPS ploča i glatke hidroizolacije, a iznosi više oko 0,28.



Slika 8. Temeljna ploča za niskoenergetsku gradnju na manje potresno ugroženim područjima. FIBRANxps SEISMIC je slobodno položen na glatku FIBRANxps ploču odgovarajuće tlačne čvrstoće. Najmanji je koeficijent statičkog trenja između XPS ploča i glatke hidroizolacije, a iznosi više oko 0,28. Zato jer je temeljna ploča u cijelosti višeslojno zaštićena od vode, rješenje je preporučljivo za teren u kojem je prisutna podzemna voda.

U članku prikazana rješenja patentirana su novost na području temeljenja niskoenergetskih gradnji, koje postaju sastavni dio novoga graditeljstva ponajprije zbog pasivnih gradnji i na Balkanskom poluotoku kao potresno ugroženijem području. Gotovo nulta-energetski kuća bit će obavezan način gradnje već 2018. za zgrade koje su financirane iz državnoga proračuna, tj. nakon 2020. za sve zgrade.

Dodatna pojašnjenja i detalji u [aCAD](#) obliku projektanti mogu dobiti na savjet@fibran.hr, ili web stranici www.fibran.hr, gdje se nalaze i ostali tehnički crteži. S veseljem pa se s vama porazgovaramo i pri telefonu 00386 7 39 39 515, 525.

Dodatna pojašnjenja i detalje u aCAD obliku projektanti mogu zatražiti mailom na savjet@fibran.hr ili na web stranici www.fibran.hr gdje se nalaze i ostali tehnički crteži. S veseljem odgovaramo i na vaše telefonske pozive, telefon 00386 7 39 39 515, 525

Autor: Marjeta Vide Lutman, dipl. inž. građ., FIBRAN NORD d.o.o., Novo mesto, Slovenija