

ПРЕСИНГ

год. III / бр. 15 / јуни 2013 / СПИСАНИЕ НА КОМОРАТА НА ОБЛАСТЕНИ АРХИТЕКТИ И ОБЛАСТЕНИ ИНЖЕНЕРИ НА МАКЕДОНИЈА



ISSN 1857-744X





Д-р Горан Марковски

Професор на Градежниот факултет,
Универзитет "Св. Кирил и Методиј"

КОНСТРУКЦИЈАТА КАКО ПОТСВЕСТ НА АРХИТЕКТУРАТА

Генијалниот француски градежен конструктор Eugene Freyssinet, основоположникот на претходно напрегнатиот бетон, уште во далечната 1930 година изработил проект за лачен мост со распон од, за тоа време неверојатни и тешко замисливи, 1.000 m. За жал мостот, иако проектиран со тогаш реално расположливите градежни материјали, не можел да биде изведен поради недостиг од соодветна технологија за градба. Ова не е осамен случај во историјата на градежништвото. Голем број напредни идеи, токму поради тоа што не кореспондирале со реалните технолошко-технички можности, останале на хартија како сведоштва за човековиот исконски стремеж за остварување на нешто ново, дотогаш невидено.

Генерирањето тридимензионални форми претставува врв на менталниот творечки процес. Broadbent во Design in architecture—architecture and the human sciences, 1973, дефинира четири негови основни видови: прагматичен, аналогиски, типолошки и канонски. Преку нив и низа нивни меѓусебни комбинации низ времето се создаваат градителски дела кои според S.Giedion (Raum, Zeit, Architektur, 1938) можат да послужат како непогрешлива мерка за периодот во кој се градени.

Градителството отсекогаш било во тесна врска со економско-социолошките услови, општествениот развој, класните интереси, а најмногу од сè со развојот на градежните материјали и научно-технолошкото ниво. Почнувајќи од египетските и подоцна античките мајстори кои „ограничени“ во однос на расположливите градежни материјали (камен - мермер и дрво) и технологии на изведба,

своите храмови ги конструираат со линиски елементи (столбови и греди), преку старите Римјани кои овој проблем го премостуваат со пронаоѓање и употреба на малтери и слични на нив сврзувачки материјали што им овозможува градителски исцекор со изведба на сидови, лачни и сводести конструкции, Византијците кои со цариградската „Св. Софија“ куполата ја доведуваат до совршенство, потоа низ романиката со која се прекинува петвековното градителско мртвило, готиката каде новата конструкторска логика ѝ помага на архитектурата да прерасне во водечка уметност, ренесансата и барокот кога недостигот од нови градежни материјали и технологии се компензира со вградување декоративни елементи во градителските дела, па сè до индустриската револуција која, како и во многу области, така и во градителството, отвора нови хоризонти, провоцирајќи творечка возбуда, истражувања, нови знаења, напредок.

Тенденцијата не запира. По железото, челикот, армираниот и претходно напрегнатиот бетон, современици сме на интензивен развој и примена на нови нано, еко и обико-помнечки материјали, композитни структури, базни изоляции, конструктивни стакла, современи технологии и што ли уште не. Сите насочени кон тоа на инженерот да му овозможат, како што вели Le Corbusier, усогласување на конструкциите со законите на вселената, а истовремено на архитектот создавање архитектура која возбужда. Впрочем, човекот не би бил човек ако постојано не трага по нови нешта, ако желбите не му ги надраснуваат можностите, ако потребите не му провоцираат развој на знаењето.

Во соработка со Друштвото на градежни конструктори на Македонија (ДГКМ), Комората на овластени архитекти и овластени инженери на Македонија организира

ТКАЛЕЗНА МАСА НА ТЕМА:

ОВЛАСТУВАЊА - ПРАВА И ОДГОВОРНОСТИ

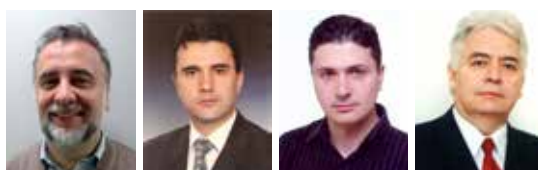
Тркалезната маса ќе се одржи на 21.09.2013 год. 11:00 часот, во хотелот Дрим во Струга во рамките на 15-тиот меѓународен симпозиум на ДГКМ (www.mase.org.mk) со воведни излагања на предавачи од Македонија, Словенија и Германија.



Душан Алексовски
Вера Чејковска
Лазо Пекевски
Драгана Черних-Анастасовска



Катерина Дрогрешка
Јасмина Најдовска
Елена Думова-Јованоска
Љубомир Томиќ



Владимир Ладински
Златко Србиноски
Златко Богдановски
Данило Н. Ристик



Даница Павловска

ПРЕСИНГ, ISSN 1857-744-x
Првиот број излезе на
1 февруари 2011

Главен и одговорен уредник
Горан Марковски

Претседател
Блашко Димитров

Уредувачки одбор
Миле Димитровски, Елена Думова-Јованоска,
Ванчо Горѓиев, Милорад Јовановски,
Гајур Кадриу, Миле Станковски, Беќим Фетаи

Излегува секој втор месец

Графичко уредување
Зоран Симоновски

Јазичен соработник
Оливера Божовиќ

Издавач
Комора на овластени архитекти и
овластени инженери на Македонија

Адреса на редакцијата
Даме Груев 14а

Контакт: www.komoraaoi.mk



НАСЛОВНА:
Куќа на сецесијата во Виена
J.M. Olbrich 1896

НА ВРЕМЕТО НЕГОВАТА УМЕТНОСТ НА УМЕТНОСТА НЕЈЗИНАТА СЛОБОДА

СОДРЖИНА

Конструкцијата како потсвест на архитектурата	3
Електронски градежни дозволи	5
Скопскиот земјотрес од 1963 година - пресвртница во филозофијата за градење и поука за иднината	10
Влијанието на геолошките карактеристики на теренот врз разурнувачките ефекти на Скопскиот земјотрес во 1963 година во централното подрачје на Скопје	14
Сеизмичност на македонија, скопско епицентрално подрачје	19
Процена на сеизмичка отпорност и ретрофит на згради	28
Етика во архитектурата	35
Сеќавања на минатото и поуки за иднината	39
Примена на сателитското позиционирање за определување на геодинамиката на скопската котлина	46
Нови системи за сеизмичка изолација на мостови со применети ефикасни уреди за модификација на сеизмичкиот одговор	56
Помош на Скопје во поземјотресните дни	66

Појаснување:

Во текстот од минатиот број **ОДРЖЛИВО И ЕНЕРГЕТСКИ ЕФИКАСНО УЧИЛИШТЕ „КОЧО РАЦИН“, СКОПЈЕ**, не се наведени имињата на фирмите на авторите.

Горан Бојчин, **диа, BEARid, Шангај, Ротердам, Скопје**
Соња Наковска, **диа, ДОМИНУС доо, Скопје**
Биљана Јакимовска, **диа, ПРОСТОР доо, Куманово**
Ратко Станојковски, **дипл. ел. инж., самостоен проектант**
Владко Тодоровски, **дипл. ел. инж., БЛАКОМ доо**
Христинка Матоска, **дипл. ел. инж., самостоен проектант**
Миле Темелкоски, **дипл. маш. инж., ТЕМОН**

Носители на проектот се **ПРОСТОР доо** и **ДОМИНУС доо**



Активности на Комората

ЕЛЕКТРОНСКИ ГРАДЕЖНИ ДОЗВОЛИ

На 31 мај 2013 година стапи во сила новиот **Правилник за начинот на спроведување на постапката за добивање одобрение за градење на електронски начин** (Службен весник на РМ, бр. 80/13).

Со него се дефинира дека единствен начин за добивање одобрение за градење е електронскиот начин. Со тоа, на хартиениот проект му се одзема правната валидност, од аспект на аплицирање за градежна дозвола.

Во оваа пригода, ќе разгледаме 3 засебни целини во врска со оваа суштинска и значајна промена:

1. Осврт кон процедурата за издавање електронски градежни дозволи
2. Регулатива, правна проблематика и оперативни прашања
3. Сугестии од Комората

ОСВРТ КОН ПРОЦЕДУРАТА ЗА ИЗДАВАЊЕ ЕЛЕКТРОНСКИ ГРАДЕЖНИ ДОЗВОЛИ

- Министерството за транспорт и врски заедно со Заедницата на единиците на локална самоуправа (ЗЕЛС) разви софтвер за електронско процесирање на апликациите и електронско издавање на дозволи за градење. Се предвидува сите општини и надлежни државни органи задолжително да ги процесираат апликациите за дозволи за градење преку новиот софтвер. Во иницијална фаза, преку новиот софтвер ќе се процесираат само апликациите за дозвола за градба, надградба и доградба, а се планира од 1 септември системот да ги прошири своите функции. Во софтверот, по електронски пат ќе се поднесува целата неопходна, вклучително и проектна

документација. Сите овие документи ќе бидат потпишани со електронски потпис од инженерот и управителот на правното лице.

- Сите детали за новиот процес, вклучително и упатствата за користење на новиот софтвер како и новиот правилник кој ја регулира оваа материја може да се најдат на веб-страницата на Комората www.komoraaoi.mk во делот на Закони и прописи, или на следниот линк www.gradezna-dozvola.mk.
- Хартиената верзија на проектот останува како можност за употреба и во иднина помеѓу проектантот, проектантското друштво, инвеститорот, ревидентот итн., но со новиот правилник, на хартиениот проект му е одземена правната валидност од аспект на аплицирање за градежна дозвола.
- Новиот правилник утврдува дека ќе се користат само pdf и dwg формати, со тоа што dwg форматот треба да се потпише само од страна на одговорното лице во правното лице во кое се изработува проектот. Останатите документи ќе бидат во pdf формат. Во очекување сме на измени и дополнувања на упатството, со кои подетално ќе се регулира оваа материја.
- Значајно е да се напомене дека секој проектант и ревидент кој потпишува проектна документација треба да поседува електронски потпис (дигитален сертификат). Секој управител на фирма која врши инженерска дејност треба да поседува електронски потпис. Останува да се дорегулира прашањето за нострификација на странски проекти кога истите се поднесуваат како основа за добивање дозвола за

градба. Екстензивното толкување на овие регулаторни промени веројатно значи дека и странските проекти ќе подлежат на истата електронска процедура.

- Електронскиот потпис е метод на лична автентикација, и истиот не кореспондира со специфичните типови на инженерски овластувања. На пример, инженерот што има 4 различни инженерски овластувања ќе има само еден електронски потпис, што значи дека не постои можност електронскиот потпис директно да го замени постојниот печат за инженерското овластување. Напротив, печатот за соодветното овластување на инженерот ќе се користи исто како и досега, но проектната документација наместо да се печати и праќа во хартиена форма, отсега ќе се праќа до надлежните органи во електронска форма. Суштината на електронскиот потпис е во енкрипцијата на податоците – имено, базирано на т.н. РКИ-технологија, сите пратени податоци кои се електронски потпишани со дигитален сертификат се енкриптираат од праќачот и потоа декриптираат од примачот на електронската комуникација.

Во Република Македонија има **два регистрирани издавачи на електронски потписи** базирани на дигитални сертификати – КИБС и Македонски телеком.

КИБС – Најсоодветни електронски потписи од КИБС за инженерите се Верба К2 и Верба Про2.

Овластените инженери ќе можат да ги добијат дигиталните сертификати Верба К2 и Верба Про2 со додатни бенефиции, кои КИБС веќе ги објави на својата веб-страница - <http://ca.kibs.com.mk/>.

Сопственикот на Верба К2-сертификатот може електронски да потпишува во свое лично име и содржи податоци за носителот како: име, презиме и e-mail адреса, додека сопственик на Верба Про2 е правно лице кое го овластува својот вработен (носител на сертификатот) да потпишува во име на компанијата и содржи податоци за носителот како: име, презиме, e-mail адреса и назив на правното лице. Како сопственик на сертификатот, правното лице има право да го отповика (поништи) сертификатот.

Сертификатите Верба К2 и Верба Про2 се издаваат на безбедно средство за електронско потпишување (е-токен) со што се обезбедува двојна заштита, бидејќи сопственикот на токениот е потребно да внесе PIN (персонален идентификационен број)

за да го направи својот електронски потпис. Користењето на токениот дава можност сертификатот да биде употребен на секој сметач (преносливост). Издавачот на сертификати КИБС АД Скопје е исто така издавач на временски печати Моментум, со што се нуди дополнителен квалитет на електронскиот потпис. Со временскиот печат се гарантира дека потписот е направен во точно универзално време кое не зависи од времето поставено на компјутерот на клиентот или на компјутерот на давателот на е-услугата. Повеќе детали за сертификатите може да се најдат на веб-страницата на КИБС.

Македонски телеком нуди квалификувани и нормализирани сертификати. На инженерите и управителите на правните лица им се потребни квалификувани сертификати. Постојат 4 типа на квалификувани сертификати – КС, КС+, КСН и КСН+. Треба да се спомене дека последниот наведен тип на сертификат, иако назначен, Телеком сè уште не го нуди на продажба. КС и КСН сертификатите се статични и можат да се користат само на еден компјутер. 'Мобилниот' сертификат КС+ се издава на УСБ-токен и може да се користи на различни компјутери, и е соодветен и за управителот на правното лице и за инженерот. Комората на овластени архитекти и овластени инженери на Република Македонија обезбеди попуст од 30% за своите членови, за сертификатите издадени од Македонски телеком. Архитектот/инженерот за да го добие споменатиот попуст треба да однесе копија од своето овластување при аплицирањето за електронски потпис. Цената за потребниот сертификат и попустот за членовите на Комората преку Телеком е следна:

ТЕЛЕКОМ	Редовна цена	Цена со попуст за членовите на Комората со намирена членарина
КС+ сертификат	850 денари за 1 година, плус првично активирање од 150 денари и 1.900 денари за токениот кој се плаќа само првата година.	595 денари за 1 година, плус првично активирање од 105 денари и 1.900 денари за токениот кој се плаќа само првата година.

Цените се со вклучен ДДВ. КС+ сертификатот доаѓа со осигурување до 100.000 евра. Оние инженери кои веќе извадиле електронски потпис преку Македонски телеком, нема да можат да добијат рефундирање на разликата во цена, но ќе го добијат попустот при обновување на сертификатот.

РЕГУЛАТИВА, ПРАВНА ПРОБЛЕМАТИКА И ОПЕРАТИВНИ ПРАШАЊА

Министерството за транспорт и врски ја регулираше новата процедура за електронско издавање градежни дозволи со Правилникот за начинот на спроведување на постапката за добивање одобрение за градење на електронски начин (Службен весник на РМ, бр. 80/13) и со измена на Правилникот за содржината на проектите, означувањето на проектот, начинот на заверка на проектот од страна на одговорните лица и начинот на користење на електронските записи" (Службен весник на РМ бр.81/13).

Двата документи можат да се најдат на веб-страницата на Комората www.komoraaoi.mk, или на веб-страницата www.gradezna-dozvola.mk. Од правен аспект, значајно е да се посвети внимание на неколку прашања.

1. Може да се појави потреба од **дополнителна измена на законската и подзаконска регулатива** за побезболна имплементација на оваа промена. Имено, Законот за градење во својот член 53 специфицира дека „проектната документација се изработува на хартија...како и во електронски запис“, а новиот правилник кој ја регулира оваа материја, во член 5 став 6 вели дека „секој документ ... доставен во писмена форма нема да се смета за валиден и не се зема предвид од надлежниот орган“. Истовремено, членот 59-е од Законот за градење во својот став 1 вели дека „постапката за добивање одобрение за градење може да се спроведе и на електронски начин“. Оваа законска одредба дава основа за евентуална паралелна примена на двата начини на аплицирање, што веројатно треба да се практикува во одреден преоден период. Понатаму, во „Правилникот за содржината на проектите, означувањето на проектот, начинот на заверка на проектот од страна на одговорните лица и начинот на користење на електронските записи“ (Сл. весник бр. 81, 2013) додаден е нов член 16а со кој се регулираат начините на кои ќе се врши електронската достава на документацијата. Притоа, во правилникот не е изменет членот 15 кој вели дека „проектите се печатат на хартија“. Исто така, членот 16, став 1 не вели дека проектите се доставуваат само во електронска форма, туку „и во електронска форма“. Новиот член 16-а од правилникот, вели дека електронскиот запис во dwg формат треба да биде потпишан „само од страна на
2. Специфицирањето на тип на електронски формат (dwg), можно е да не биде во согласност со **Законот за заштита на конкуренцијата** (Службен весник на РМ, бр. 145/2010) бидејќи законски се наложува користење на одредена софтверска апликација и точно специфициран формат на електронски запис, и со тоа се исклучува можноста за конкурентен избор.
3. Се јавува реакција кај дел од инженерите кои сугерираат дека поднесувањето на документацијата во dwg формат овозможува отворен пристап до проектната документација која лесно може да се искористи од друг проектант и притоа да **се повреди авторското право на проектантот**. За ова прашање треба сериозно да се размисли. Истовремено, искусните инженери упатуваат на фактот дека за некои проекти е исклучително тешко да се ревидира проектна документација на компјутерски монитор, поради деталниот карактер на информациите на проектот и потребата од симултано прегледување на повеќе документи одеднаш.
4. Поради специфицирањето на форматот (dwg) на електронскиот запис, се јавува потреба сите инженерски фирми, општини и Министерство за транспорт и врски да имаат **идентичен софтвер за разгледување на записите**, а може да се јави и проблем со верзијата на истиот софтвер. Имено, понекогаш електронски

запис од подоцнежна верзија, не може да се отвори на постара верзија од истиот софтвер, или пак доколку се отвори, можно е одредени функционалности да не бидат видливи, и со тоа проектот да не се прикаже како целосен. Затоа, се јавува потреба од стандардизација на софтверските решенија кај сите правни лица кои аплицираат за дозволи за градење, општините и Министерството за транспорт и врски.

СУГЕСИИ ОД КОМОРАТА

Сметаме дека овие измени на постапката за издавање градежни дозволи по електронски пат се позитивни по својата природа бидејќи внесуваат транспарентност во целиот процес и стимулираат одговорно однесување на стручните служби кои ги процесираат апликациите.

Комората предлага активности односно промени во процесот:

- Ревизија на законската и подзаконска регулатива** и нивно усогласување со новата постапка за издавање на градежните дозволи на електронски начин. За оваа активност, Комората се става на располагање на надлежните министерства, со цел да се овозможи најефикасен начин на регулирање на оваа материја.
- Новиот правилник треба да содржи **предни и завршни одредби** и сите постапки за услови за градба започнати по стариот правилник би требало да завршат по истиот. Истовремено, се поставува прашањето како ќе се дигитализираат и ревидираат со електронски потписи постари проекти на кои дел од проектантите се починати или кога фирмите веќе не постојат?
- Би било корисно да постои **преоден период од 6 месеци** во кој би се издавале одобренија за градење со проекти во печатена или електронска форма. Овој период ќе се искористи за да се согледаат одредени недоследности кои би се коригирале пред да се започне со исклучива електронска постапка. Ова е воедно и барање на многуте инженери кои реагираа во Комората по повод овие промени.
- Можен начин на минимизирање на некои проблеми при аплицирањето би бил доколку постапката остане во електронска форма, а по потреба, надлежните органи во општините и во Министерството да можат да **прифатат хартиена форма од проектот, во**

исклучителни случаи - голем проект чија читливост е намалена во електронска форма или странски проект кој е доставен во хартиена форма и слични оправдани случаи, одобрени од надлежниот орган. Ова значи дека, од многуте документи кои се поднесуваат при аплицирање за дозвола за градење, сите ќе бидат во електронска форма, а само по потреба еден од нив може да биде во хартиена. На ваков начин **се зачувуваат сите бенефиции на новата електронска постапка** (транспарентност, ефикасност итн.), а истовремено се отвора можност за прифаќање хартиен проект, што понекогаш може да се јави како неопходен чекор.

- Препорака на Комората, заради заштита на интересите на инженерите, е сите инженери и инженерски фирми кои изработуваат проектна документација **да чуваат своја финална електронска верзија од целиот проект во единствен pdf формат** заверен со сите печати од проектантот, ревидентот и инвеститорот.

Сè на сè, се работи за позитивна промена со јасно изразена интенција за поголема ефикасност и транспарентност во постапката за добивање дозвола за градење. На ваков начин се врши модернизација на административните процеси во Република Македонија и се воспоставува лидерска улога во сферата на аплицирањето за градежни дозволи. Компаративната анализа со која било од останатите држави во регионот (па и пошироко) на целокупната постапка за издавање градежни дозволи (не само на оваа последна промена) укажува на фактот дека Република Македонија е понапред од многу поразвиени земји од нас во брзината и транспарентноста на процесирање на дозволите за градење.

Сепак, процесот на дигитализација на општеството не подразбира елиминација на физичкото околу нас, и во тој контекст на хартиениот проект не треба целосно да му се одземе правната валидност при аплицирање за градежни дозволи. Светските искуства покажуваат дека најефикасен начин на дигитализација на која било процедура е преку правилно изграден 'иригационен систем' од дигитални артефакти кои ќе го дополнат и унапредат нашето физичко егзистирање, наспроти системите на целосна и брза супституција на физичкото со дигиталното.

Димче Атанасовски
Секретар на Комората

НОВОСТИ ОД КОМОРАТА

Со цел да се подобри и рационализира процесот на издавање овластувања и печати на членството Управниот одбор на Комората на овластени архитекти и овластени инженери усвои нов процес за аплицирање. Во продолжение се прикажани блок дијаграмите за постоечкиот (досегашен) и за новиот процес.



СКОПСКИОТ ЗЕМЈОТРЕС ОД 1963 ГОДИНА - ПРЕСВРТНИЦА ВО ФИЛОЗОФИЈАТА ЗА ГРАДЕЊЕ И ПОУКА ЗА ИДНИНАТА

НА НАШАТА ТЕРИТОРИЈА Е НЕОПХОДНА ДОСЛЕДНА ПРИМЕНА НА ПРОПИСИТЕ ЗА АНТИСЕИЗМИЧКА ГРАДБА НА ГРАДЕЖНИТЕ ОБЈЕКТИ, ЗА ДА СЕ СВЕДАТ РИЗИЦИТЕ ОД ПОЈАВА НА ЗЕМЈОТРЕСИТЕ НА ПРИФАТЛИВ МИНИМУМ. ИАКО СОВРЕМЕНОТО ГРАДЕЖНИШТВО ОВОЗМОЖУВА ИЗВЕДБА НА НАЈКОМПЛИЦИРАНИ ГРАДБИ РЕЧИСИ ВО СИТЕ УСЛОВИ, СЕПАК Е ПОТРЕБНА ДОСЛЕДНА ПРИМЕНА НА СИТЕ ТЕХНИЧКИ НОРМИ ЗА ПРОЕКТИРАЊЕ ЗА ДА СЕ ЗАЧУВА ОСНОВАТА НА ИНЖЕНЕРСКИОТ КОДЕКС, А ТОА Е ИЗВЕДБА НА СИГУРНИ ГРАДБИ

Во рамки на одбележувањето на 50-годишнината од скопскиот земјотрес кој се случил на 26 јули 1963 година, вредно е да се потенцира неговото значење не само како трагедија туку и како настан кој бил поттик за развој на научната мисла на полето на инженерската сеизмологија, градежништвото, геотехниката и сите дисциплини кои на еден или на друг начин имаат допирни точки со градбите.

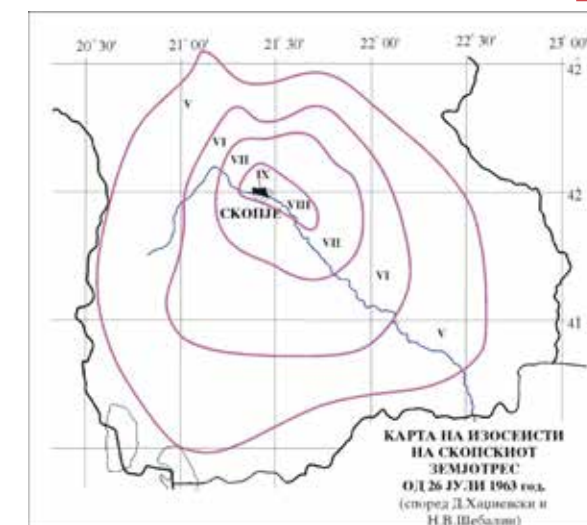
Ако се тргне од општо познатиот факт дека во Македонија се познати повеќе епицентрални подрачја на силни катастрофални земјотреси и тоа: Скопско, Валандовско, Пехчевско, Тетовско, Битолско, Дебарско, Охридско, Мрежичко и др., тогаш јасно се наметнува императивот за доследна примена на сите технички регулативи поврзани со проектирање и градба во сеизмички активни подрачја.

ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТИ ЗА СКОПСКИОТ ЗЕМЈОТРЕС ОД 1963 ГОДИНА

Поврзано со скопскиот земјотрес, мора да се укаже дека негативните ефекти од неговата појава за Република Македонија имале карактер на голема трагедија. Градот претрпел сериозни материјални и човечки загуби. Според определени податоци, од земјотресот биле урнати 15.302 стана, 12.246 тешко оштетени, а 8.102 биле полесно оштетени. Тогаш во Скопје имало 36.758 станови.

Од 72 училишни згради 22 биле урнати, а 30 биле тешко оштетени. Сериозно биле оштетени: улиците, водоводот, канализацијата и мостовите. Биле регистрирани: пукнатини во почвата, избивање на подземна вода, песок и појава на голем број свлечишта во околните терени. Од земјотресот загинале 1.199 лица, а 3.300 биле повредени. Земјотресот бил почувствуван на целата територија на Македонија и во околните држави (Слика 1).

Очигледно е дека земјотресот предизвикал многу силни оштетувања, иако гледано од аспект на вредноста на магнитудата тој не е во категоријата на најсилни земјотреси. Во литературата може да се сретнат различни податоци за магнитудата, од $M=6,1$ до $M=6,3$. Причини за големите оштетувања лежат во фактот што се работи за многу плиток земјотрес со длабина на појава која се проценува на околу 5 км, а секако дека голем удел имале и карактеристиките на градбите од тој период.



Слика 1 Карта на изосеисти на скопскиот земјотрес од 1963 година

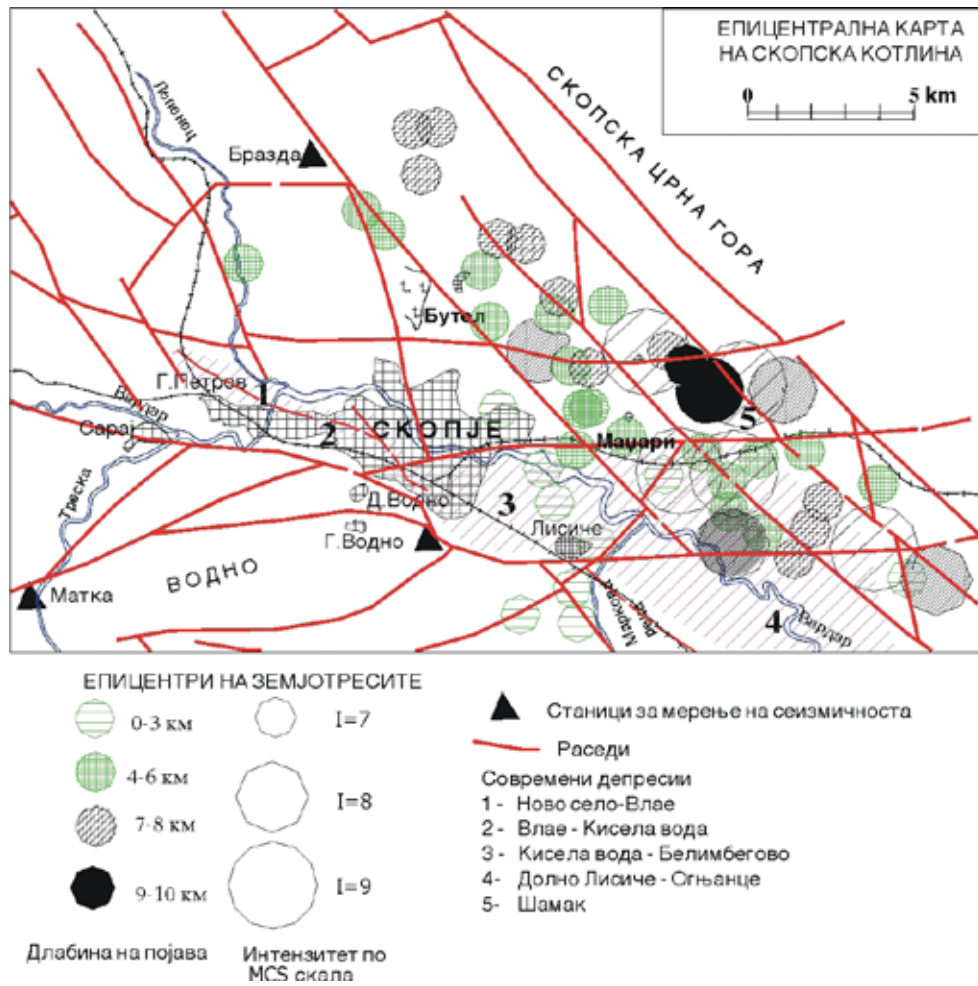
Појавата на плитки земјотреси може да се смета и како општа карактеристика на земјотресите кај нас (Слика 2).

Поради овие факти скопскиот земјотрес и ден-денес се цитира во стручната литература како една од најзначајните појави на Балканскиот Полуостров, а со самото тоа и во Европа (Слика 3).

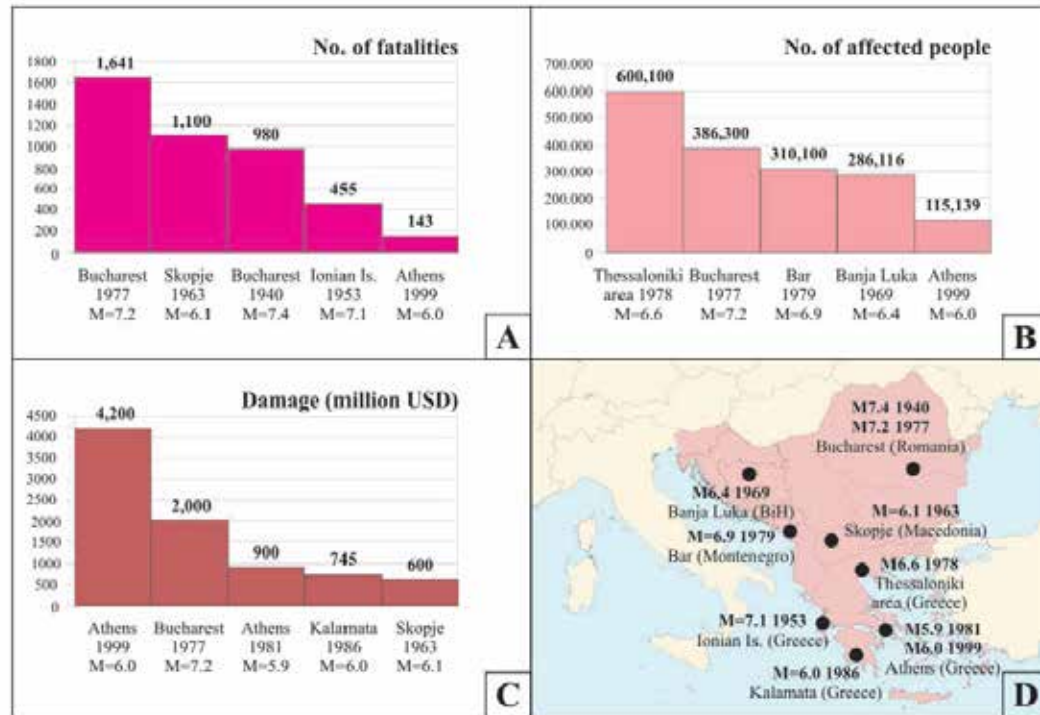
ЗНАЧЕЊЕ НА СКОПСКИОТ ЗЕМЈОТРЕС ЗА РАЗВОЈ НА НАУЧНАТА МИСЛА КАЈ НАС

Вообичаено е насекаде во светот, искуствата од преживеаните катаклизми или големи разрушувања од различен карактер да бидат на некој начин и пресвртница во начинот на размислување. Обично, по разрушувањата, следува период на темелни преиспитувања на филозофијата на живеење, а најчесто тоа доведува до развој и примена на современи и сигурни пристапи за проектирање и градба.

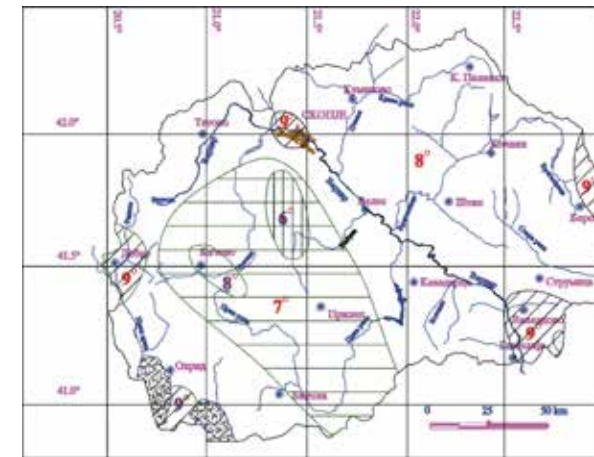
Ако може да се зборува за некоја придобивка од земјотресот, тогаш тоа секако е на полето на развој на научната мисла кај нас поврзана со градбата во сеизмички активни подрачја. Така, кај нас, систематските истражувања на сеизмичноста се поврзани со периодот по појавата на скопскиот земјотрес. Ова се реализирало преку развој и на центри за анализа на динамичките влијанија врз објектите при Градежниот факултет, Институтот за земјотресно инженерство и инженерска сеизмологија, Сеизмолошката опсерваторија при Природно-математичкиот факултет, Геолошкиот завод и други научноистражувачки центри.



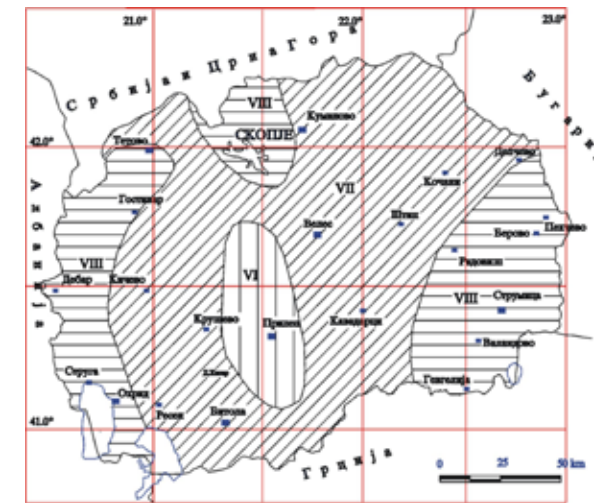
Слика 2. Епицентрална карта на Скопската Котлина



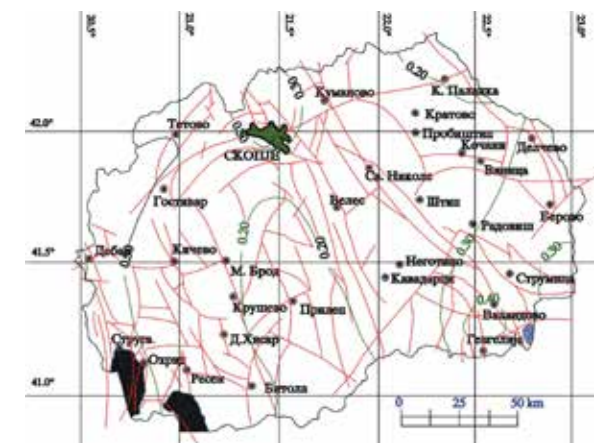
Слика 3. Приказ на пет најразрушувачки земјотреси на Балканот за период 1900-2010 година (Аболмасов, Јовановски и др., 2011)



Слика 4. Карта на интензитети на Македонија за повратен период од 500 години (дел од карта на сеизмички интензитети на СФРЈ, 1990)



Слика 5. Карта на очекувани интензитети за повратен период од 100 години (Сеизмолошка опсерваторија, Скопје, 1996)



Слика 6. Карта на очекувани забрзувања на ниво на територијата на Р. Македонија за повратен период од 100 години (Милутиновиќ и др. 1998)

Како резултат на деталните геолошки, геотехнички и сеизмолошки истражувања, изработени се поголем број карти за сеизмичка макрореонизација на Македонија, сеизмичка микрореонизација за некои градови и други карти (Слика 4, 5 и 6). Овие карти, пак, се основа за усвојување на проектните параметри за динамички анализи и основа за нивна доработка применувајќи ги препораките од ЕВРОКОД 8, кој е основниот код за процена на динамичките карактеристики на темелната подлога и за анализа на однесување на градбите при динамички влијанија.

Поуки за иднината
Анализите кои произлегле по земјотресот, укажуваат дека за главните епицентрални подрачја кај нас, се очекуваат следните максимални магнитуди (Милутиновиќ и др. 1996):

- -Скопје (Mmax= 6,5)
- -Валандово (Mmax= 6,9)
- -Мрежичко (Mmax= 6,1)
- -Тетово-Гостивар (Mmax= 6,1)
- -Дебар-Пешкопеја (Mmax= 6,9)
- -Пештани-Охрид-Струга (Mmax= 6,1)
- -Северен дел на Охридско Езеро (Mmax= 6,9)
- -Битола (Mmax= 6,1)
- -Пехчево-Кресна (Mmax= 7,9)

Ваквата состојба е јасен показател дека на нашата територија е неопходна доследна примена на прописите за антисеизмичка градба на градежните објекти, за да се сведат ризиците од појава на земјотресите на прифатлив минимум. Иако современото градежништво овозможува изведба на најкомплицирани градби речиси во сите услови, сепак е потребна доследна примена на сите технички норми за проектирање за да се зачува основата на инженерскиот кодекс, а тоа е изведба на сигурни градби.

На крајот од овој напис се потенцира дека штедењето на средства за истражувања и проектирање кај градбите е лоша економска и инженерска политика, добар проект е основа за добра градба, а добро изведената градба ги сведува идните оштетувања на објектите и при екстремни влијанија од силни земјотреси на прифатлив минимум.

Поуките добиени од скопскиот земјотрес во 1963 година не смеат да бидат заборавени.

ВЛИЈАНИЕТО НА ГЕОЛОШКИТЕ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ТЕРЕНОТ ВРЗ РАЗУРНУВАЧКИТЕ ЕФЕКТИ НА СКОПСКИОТ ЗЕМЈОТРЕС ВО 1963 ГОДИНА ВО ЦЕНТРАЛНОТО ПОДРАЧЈЕ НА СКОПЈЕ

За време на скопскиот земјотрес на 26 јули 1963 година најголем степен на оштетување на градежните објекти е регистриран во централното градско подрачје на Скопје. Со цел да се објасни оваа појава, анализирани се влијанијата на структурно-геолошките карактеристики на ова подрачје врз сеизмичкото дејство на разурнувачките ефекти на земјотресот. Анализирани се влијанијата на литолошкиот состав и дебелината на квартарниот депозит врз промените на амплитудно-фреквентниот состав на земјотресните бранови и влијанијата на локалната тектоника врз промените на карактеристиките на квартарниот депозит и промените на сеизмичките сили кои дејствуваат врз динамичката стабилност на објектите. Дејството на земјотресите врз градежните објекти сложено зависи од регионалните и локалните сеизмогеолошки карактеристики на теренот и од карактеристиките на градежните објекти. Регионалните сеизмогеолошки карактеристики се претставени со максималните амплитуди на забрзување и амплитудно-фреквентниот спектар на очекуваните земјотреси.

Локалните сеизмогеолошки карактеристики се претставени со геолошките, геомеханичките и геофизичките карактеристики на површинските слоеви, кои влијаат врз промените на регионалниот амплитудно-фреквентен состав на земјотресите. Карактеристиките на градежните објекти се претставени со динамичките особини на објектите (сопствените периоди и тонови форми) од кои зависи нивниот сеизмички одговор при дејството на земјотресите. Овие карактеристики за регионот на Скопје детално се проучувани и истражувани во рамките на повеќе студии и проекти од областа на инженерската сеизмологија и земјотресното инженерство во периодот од 1963 година до денес. Првата сеизмичка микрореонизација е изработена во 1963-1964 година од страна на Заводот за геолошки и геофизички истражувања - Белград и Геолошкиот завод - Скопје /2,3/, а последната од страна на ИЗИИС - Скопје во 2011 година /5/. Во овој период од страна на ИЗИИС се изработени повеќе студии и сеизмички микрореонизации за поедините населби и значајни индустриски и општествени објекти во Скопје /1,4,5,6/.

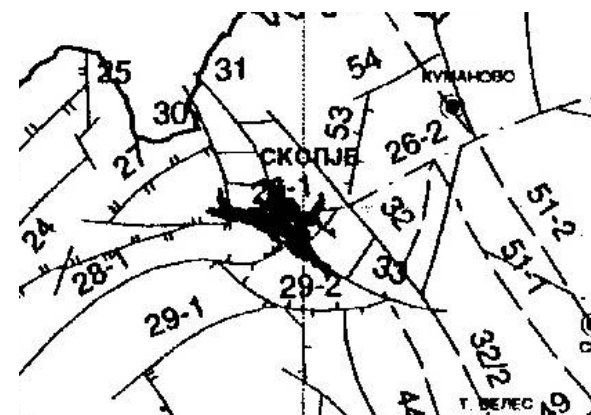
Во овој труд се прикажани само резултатите од изведените истражувања во централното градско подрачје на Скопје.

РЕГИОНАЛНИ СЕИЗМОГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

Сеизмичката активност на Скопскиот регион е поврзана со тектонските движења во неогено-квартарниот период. На сл. 1 се прикажани главните неотектонски раседни структури во Скопскиот регион (според М. Арсовски) по кои се генерираат земјотресите.

За Скопје најважен е Скопско-кустендилскиот расед (26) со хоризонтално поместување, по кој се очекуваат земјотреси со $M=6.0-6.5$, особено во просторот на вкрстувањето со надолжните гравитационски раседи - Лепенечки (30) и Браздински (31).

По должината на останатите гравитационски раседи (27 до 33) кои го сечат или тангираат регионот се очекуваат земјотреси со $M=4.0-5.5$. Според податоците од досегашните истражувања, падот на Скопско-кустендилскиот расед изнесува околу 70° спрема север и североисток, односно кон Скопска Црна Гора.



Сл.1. Неотектонски сеизмогени раседи во Скопскиот регион

Поради ваквиот пад на раседот кон Скопска Црна Гора, хипоцентрите на случените земјотреси (Скупи 518 и Скопје 1963) се наоѓаат северно и северозападно од градското подрачје, од каде сеизмичките бранови на земјотресите доаѓаат на површината во централното градско подрачје под кос агол и поради тоа предизвикуваат зголемени хоризонтални сеизмички движења, неповолни за градежните објекти.

Според овие констатации и можните неповолни

влијанија на раседите во урбаните средини врз сеизмичката стабилност на објектите, позицијата на овој расед во урбаното подрачје на Скопје треба попрецизно да се дефинира.

Во табелата 1 дадени се очекуваните средни максимални забрзувања на основната карпа (α_0) –сеизмичка подина на теренот од влијанието на земјотресите од локалните жаришта, за повратни периоди на сеизмичкото дејство од 50, 100, 200, 500 и 1.000 години, која се користи за асеизмичко проектирање на градежните објекти во Скопје.

Табела 1. Очекувани просечни максимални забрзувања (α_0) на основната карпа-сеизмичка подина на теренот

Сеизмички влијанија	Повратни периоди во години				
	50	100	200	500	1000
Од локални жаришта	0.12	0.19	0.25	0.27	0.36

Забрзувањата на основната карпа се дадени во проценти од Земјиното забрзување (g) со веројатност на случување на земјотреси од 63%. Истите претставуваат влезни параметри во анализите на влијанијата на локалните геолошки средини врз промената на амплитудно-фреквентниот состав на земјотресите, и се користени за дефинирање на сеизмичкото дејство на скопскиот земјотрес во 1963 година.

ЛОКАЛНИ СЕИЗМОГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

Локалните сеизмогеолошките карактеристики зависат од структурно-геолошката градба и физичко-механичките карактеристики на површинските квартарни слоеви на теренот и имаат доминантно влијание врз амплитудно-фреквентната модификација на земјотресните бранови и нивното сеизмичко дејство врз објектите.

Според податоците од геолошките истражувања на теренот на поширокото урбанистичко подрачје на Скопје, што се извршени по скопскиот земјотрес во 1963 година, теренот на централното градско подрачје на десната страна на р. Вардар е изграден од:

- Алувијални чакали и песоци (Q_2t_1), со дебелина 15-25 m;
- Плиоценски седименти (P1): прашиности и глиновити песоци и чакали, лапорци,

песочници и конгломерати со дебелина 30-50 m, кои се наоѓаат во континуитет или тектонски однос со миоплиоценските седименти;

- Миоплиоценски седименти (MPL): лапори, лапоровити глини и песочници, лапорци, глинци и сл. кои наизменично се менуваат, со дебелина околу 2000 m /4/;

Просторниот распоред на овие седименти до длабочина околу 100 m е прикажан на инженерско-геолошките профили G18-18' и G19-19' (сл.3), дефинирани со геолошките истражувања во периодот 1963-1964 година.

Во тектонска смисла, во потесното градско подрачје со овие истражувања се регистрирани 9 неотектонски раседи (сл.2). Раседот R1 е со правец СИИ-ЈЗЗ и всушност претставува дел од регионалниот Скопско-кустендилски сеизмоген расед (26), кој поминува низ централното градско подрачје. Останатите раседи R2 до R9 се со правец СЗ-ЈИ (карактеристичен за Вардарската сеизмогена зона), паралелни со Бразданскиот сеизмоген расед (31) и по нивната должина (без поголемо придрушување) се ширела сеизмичката енергија од земјотресот во 1963 година.

Раседите се одредени врз основа на геолошките и геофизичките истражувања во периодот веднаш по земјотресот. Со поновите геофизички сеизмички рефлективни истражувања на овој простор констатирани се тектонски нарушувања (раседите 10 и 11) и во правец СИ-ЈЗ /1/.

СЕИЗМИЧКИ ЕФЕКТИ НА СКОПСКИОТ ЗЕМЈОТРЕС

Максималниот сеизмички интензитет на скопскиот земјотрес од 26 јули 1963 година е регистриран во централното градско подрачје со интензитет од $I_0=IX_0$ по МКС. Во ова подрачје се наоѓа и зоната на најголемите оштетувања и уривања на градежните објекти, означена како зона од прв степен И. Зоната има елипсоидна форма и раседно е ограничена со прикажаните раседи со правец СЗ-ЈИ и СИ-ЈЗ.

На сл.2 покрај локацијата на зоната И со најголемо оштетување се прикажани и положбата на раседите, геолошките профили G - 18-18' и G -19-19' (сл. 3) и зоната на преобладавањето на микротремори на теренот со $T=0,23$ сек./5/, која се поклопува со зоната на максималните оштетувања I.

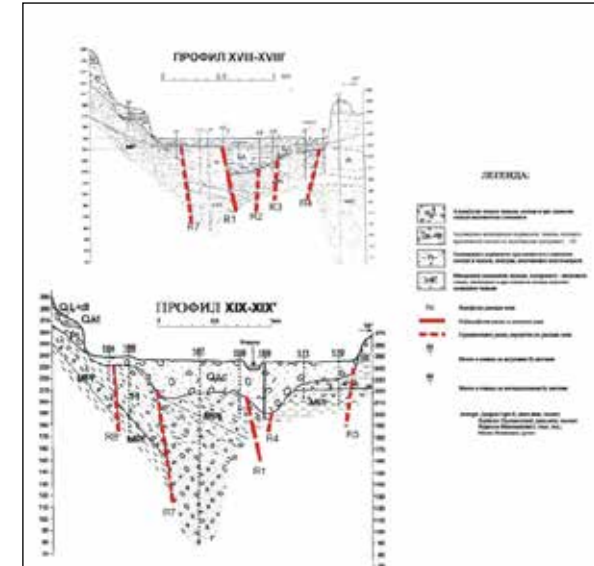
РЕЗУЛТАТИ ОД АНАЛИЗИТЕ НА ЛОКАЛНИТЕ ВЛИЈАНИЈА

За да се објасни појавата на најголемите оштетувања во централното градско подрачје користени се резултатите од современите истражувања на влијанијата на локалните почвени карактеристики врз дејството на земјотресите на градежните објекти, извршени во ИЗИИС - Скопје со користење на компјутерската програма SHAKE /4/. Во овие истражувања вклучени се параметрите на локалните и регионалните карактеристики на теренот кои имаат доминантни влијанија врз промените на амплитудно-фреквентниот состав на земјотресите и нивното дејство врз објектите, како што се:

- Дебелината (H) и литолошкиот состав на кварталниот депозит;
- Вредностите на сеизмичките V_p и V_s брзини и волуменските тежини γ на материјалите во депозитот и на геолошките карпи во нивната основа (плиоценските и миоплиоценските седименти);
- централното подрачје на Скопје
- Вредностите на материјалното придрушување на сеизмичката енергија (λ) во кварталниот депозит;
- Оценети временски истории на случени земјотреси за побуда на кварталниот депозит;
- Очекувани нивоа на побуда според критериумите за проектирање на градежните објекти.



Сл. 2. Сеизмогеолошки карактеристики на централното подрачје на Скопје



Сл. 3. Геолошки профили кои го пресекуваат

Со цел да се види влијанието на површинските квартални седименти анализирани се 12 репрезентативни модели на алувијалниот депозит со дебелина од 5 до 250 m, кој е застапен на поширокото градско подрачје од Горче Петров до Горно Лисиче /4/. За дефинирање на моделите се користени податоци од извршените геолошки дупчења, геофизичките мерења на сеизмичките брзини V_p и V_s , мерењата на преобладавањето на границите меѓу кварталните и неогените седименти и регистрирање на тектонските дислокации.

Врз основа на податоците од овие истражувања, а со цел да се оценат резонансните карактеристики на кварталниот депозит, воспоставени се следните корелативни релации меѓу дебелината H (m) на водозаситените алувијални песоци и чакали, вредностите на сеизмичките брзини V_s (m/s) и преобладавањето на периодите T (s) на теренот од осцилирањето на алувијалните депозити /4/:

-за еластично подрачје:

$$H \approx 161 T^{1.333}$$

$$V_s \approx 182 H^{0.25}$$

$$V_s \approx 644 T^{0.333}$$

-за услови на забрзувањата (a_0) на очекуваните земјотреси:

$$T(a_0)/T = V_s/V_s(a_0) = k a_0^{0.25}$$

каде k-претставува коефициент кој зависи од литолошкиот состав и од нелинеарните особини на

материјалите во земјотресни услови. Во зависност од литолошкиот состав се одредува со следните корелативни изрази, за глина: $k \approx 3.3 + \log 0.25$, и за песок и чакал: $k \approx 2.8 \log 0.25$. Средната вредност на коефициентот изнесува $k \approx 2.42$.

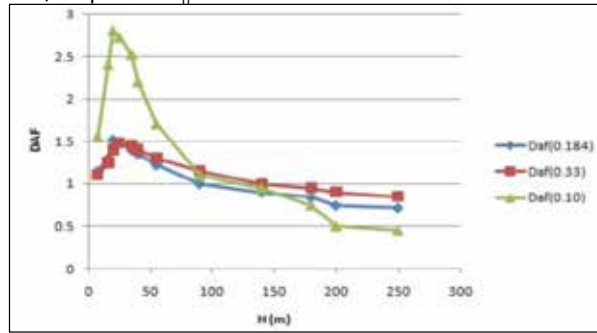
Придрушувањето на материјалите зависи од нивото на побудата и се одредува во процесот на анализите.

Временските истории и нивоата на забрзување (a_0) на одбраните земјотреси се одредени врз основа на постојните правилници за градење на градежните објекти во сеизмички активни подрачја, во зависност од категоријата и експлоатациониот период на објектите и повратниот период на појавата на земјотресите (види табела 1).

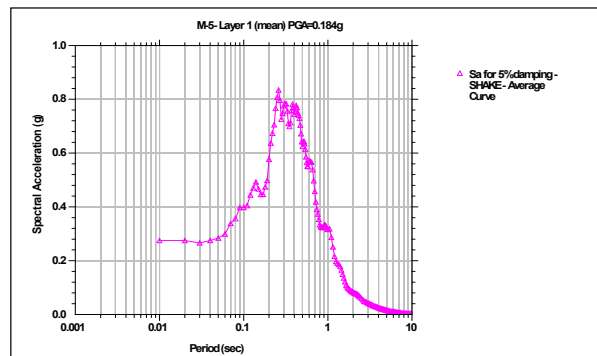
Од прикажаните корелативни релации се гледа дека вредностите на преобладавањето на периодите на кварталните депозити зависат од дебелината на депозитите и од нивото на земјотресната побуда и може да предизвикаат различни сеизмички дејства од различни земјотреси во различни делови на градот. Така, на пример, во делови на градот со $H_{aj} = 10-30$ m критични ќе бидат локалните, во делови со $H_{aj} = 30-100$ m средно оддалечените, а во најдлабоките депозити со $H_{aj} > 100$ m далечните земјотреси. Како ќе биде сеизмичкото дејство на земјотресите врз објектите најмногу ќе зависи од амплитудно-фреквентниот состав на земјотресите, преобладавањето на периодите на побудениот депозит во земјотресни услови и од периодите на осцилирањето на објектите.

За да се видат влијанијата на дебелината на кварталниот депозит, на сл. 4 се прикажани вредностите на динамичкиот фактор на амплификација (DAF) на локалните почвени материјали во зависност од дебелината (H) и нивото на побудата на земјотресите за повратни периоди од 50 год. ($a_0 = 0.12$ g), 200 год. ($a_0 = 0.185$ g) и 500-1000 год. ($a_0 = 0.33$ g). Како критичен земјотрес за анализите е одбрана временската историја на забрзување на черногорскиот земјотрес во 1979 година регистрирана на локација со слични геолошки услови во Улцињ, хотел Олимпик, која има максимални амплитуди во доменот на периодите 0.25-0.45 s. Од сл. 4 се гледа дека максималните зголемувања од локалните влијанија за време на скопскиот земјотрес се случиле на терените со дебелина на алувијалните депозити од 15 до 25 m, кои во земјотресни услови

($a_0=0,185-0,33$ g) имаат преобладајќи периоди на осцилирање $T_{a_0}=0,25-0,45$ сек.



Сл. 4. Влијание на дебелината на алувијалниот депозит врз динамичката амплификација на дејството на скопскиот земјотрес од 1963 год.



Сл. 5. Среден амплитудно-фреквентен спектар на земјотресот користен во анализите на динамичката амплификација

Скопскиот земјотрес од 1963 година не е регистран и не е познат неговиот амплитудно-фреквентен спектар.

На сл. 5 даден е пресметаниот среден спектар, кој може да биде сличен на скопскиот земјотрес.

Поради малата дебелина на кварталниот депозит во централното подрачје, присуството на раседите можело да предизвика дополнителни неповолни ефекти: зголемено ослободување на сеизмичката енергија во раседните зони, нерамномерни слегнувања, различни сеизмички забрзувања - сили во темелите на градежните објекти, слабеење на јакосните параметри на материјалите и предизвикување динамичка нестабилност на теренот, кои придонесуваат за максимално оштетување или уривање на градежните објекти. Во случајот на длабоките депозити овие ефекти се занемарливи, бидејќи почвените материјали се компактни и поголемо е придрушувањето на сеизмичката енергија.

ЗАКЛУЧОЦИ

Максималниот неповолен ефект на скопскиот земјотрес во 1963 година во централното градско подрачје

е условен од влијанија на регионални и локални сеизмогеолошки карактеристики на теренот.

Регионалните сеизмогеолошки карактеристики на теренот условиле поголеми хоризонтални сеизмички сили на земјотресните бранови, со неповолно дејствување врз градежните објекти. Регионалните раседи кои поминуваат низ градското подрачје дополнително ги зголемиле неповолните ефекти на земјотресот.

Локалните сеизмогеолошки карактеристики условиле појава на резонанса помеѓу периодите на кварталниот депозит, периодите на земјотресните бранови и периодите на 3 и 4 катните објекти. Поради тоа, максималните уривачки ефекти на скопскиот земјотрес биле на терените изградени од алувијални депозити со дебелина од 15 до 25 m, како што е случајот со централното градско подрачје, подрачјето на Злокуќани и др.

За поуспешна заштита на градежните објекти во централното градско подрачје потребно е да се избегнат резонансните услови и да не се градат објекти врз раседните дислокации. Доколку се градат потребно е да се преземаат соодветни заштитни мерки.

Денес, со плитките рефлективни сеизмички истражувања може да се проверат и попрецизно да се дефинираат раседните дислокации и врз основа на нив да се проектираат идните градежни објекти. Посебно е важно да се дефинираат раседите P1 поради неговата сеизмичка активност и поголемото ослободување на сеизмичката енергија по неговата должина и P9 поради неговото можно влијание врз стабилноста на урбанизираните падини на Водно.

Литература

Алексовски Д., Горѓеска И., Пешачки мост „Око“ преку р. Вардар, геофизички истражувања, ИЗИИС 2010-1, Скопје.
 Арсовски м., Грујиќ Н., Гојѓиќ, Д., Сеизмогеолошка и инжењерскогеолошка истражувања скопске котлине и градско подрачје Скопља, Скопје-Београд, 1964.
 Гојѓиќ Д., и др. Инжењерскогеолошка и хидрогеолошка истражувања широк урбанистичког подрачје града Скопља, Инжењерскогеолошка карта и Геолошки профили, Геолошки завод Скопје-Завод за геолошка и геофизичка истражувања Београд, 1963-1964.
 Ефремова Е., Влијание на локалните геолошки услови врз спектарот на одговор на почвените слоеви во Скопскиот регион, Магистерска теза, ИЗИИС-Скопје, 2008.
 Мираковски Г., Стоматовска С., Мицајков С., Мирчевска В., и др. Геолошка и сеизмолошка основа за генерален урбанистички план на град Скопје за широкото урбанистичко подрачје на градот, ИЗИИС 2011-31. Скопје.
 Стојковиќ М., Корелација на динамичките карактеристики на згради и тло и оштетувањата од земјотресот во Скопје 1963, ИЗИИС, 1974

Вера Чејковска,
 Лазо Пекевски,
 Драгана Черних-Анастасовска,
 Катерина Дрогрешка и
 Јасмина Најдовска

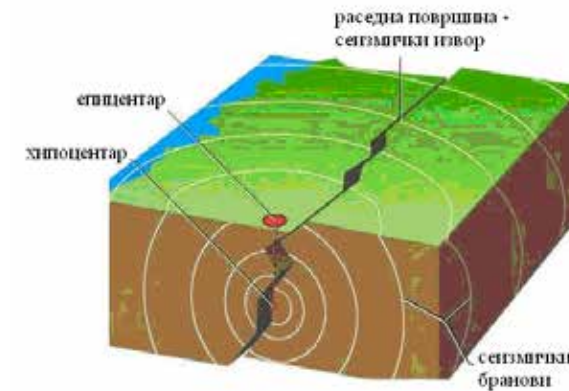
Сеизмолошка опсерваторија при Природно-математичкиот факултет во Скопје,
 Универзитет „Св. Кирил и Методиј“

СЕИЗМИЧНОСТ НА МАКЕДОНИЈА, СКОПСКО ЕПИЦЕНТРАЛНО ПОДРАЧЈЕ

**СЕИЗМОЛОШКАТА ОПСЕРВАТОРИЈА ПРИ ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИОТ
 ФАКУЛТЕТ (ПМФ) ВО СКОПЈЕ Е ЕДИНСТВЕНА ИНСТИТУЦИЈА ВО
 РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА КОЈА Е ЗАДОЛЖЕНА И ОВЛАСТЕНА ДА ЈА
 ОДРЖУВА СЕИЗМОЛОШКАТА МРЕЖА НА РЕПУБЛИКАТА, ДА ВРШИ
 ПОСТОЈАНО НАБЉУДУВАЊЕ И НАУЧНА АНАЛИЗА НА ЦЕЛОКУПНАТА
 СЕИЗМИЧКА АКТИВНОСТ НА ТЕРИТОРИЈАТА НА РЕПУБЛИКАТА
 И ПОГРАНИЧНИТЕ ПОДРАЧЈА, КАКО И ДА ВРШИ МЕЃУНАРОДНА
 РАЗМЕНА НА ПОДАТОЦИ ЗА СЛУЧЕНИТЕ ЗЕМЈОТРЕСИ**

Како што е познато, наједноставната искуствена дефиниција за земјотресот е ненадејно тресење на тлото, кое трае одредено време, а потоа престанува. Во сеизмологијата земјотресот се толкува и анализира на два начина: 1) ненадејна појава и ширење на механички (сеизмички) бранови од еден извор (жариште) во внатрешноста на Земјата; 2) ненадејни принудни осцилации на Земјата во целина, кои се одвиваат под дејство на одредени физички процеси во одредено место (жариште) во внатрешноста на Земјата. Сите сеизмички бранови/Земјини осцилации регистрирани досега го покриваат широкиот интервал на периоди од помалку од 10^{-2} s до 3200 s (53 min). Нивната класификација е следната: ултра-микро и микро бранови/осцилации, со периоди до 10^{-2} s, обични бранови/осцилации, со периоди од 10^{-2} s до 10 s (имаат бранови должини до 10 km, а се единствените што можат да бидат осетени од луѓето), долго-периодични (или телесеизмички) бранови/осцилации, со периоди од 10 s до 3200 s (\gg 53 min); последната периода одговара на периодата на основниот сфероидален мод на осцилации на Земјата како целина. Обичните бранови/осцилации се делат натаму на кратко-периодични (периоди од 10^{-2} s до 3 s) и средно-периодични (периоди од 3 s до 10 s). Најосновен сеизмолошки инструмент е сеизмичкиот сензор – инструмент со осетливост кон некој параметар на движењето на тлото за време на земјотрес. Кон овој инструмент се приклучува регистраторот, кој ги бележи промените на параметарот на движењето на тлото за време на земјотрес одразени кај сеизмичкиот сензор. Најприменуван сеизмички сензор е инерцијалниот, кој ги одразува параметрите на релативното движење на тлото во однос на инертен референтен систем, врзан за неговото куќиште (нишало со голема маса). Најосновните параметри на земјотресот се: хипоцентар (просторен почеток на сеизмичкиот извор), хипоцентрално време (време на почетокот на активирањето на сеизмичкиот извор), хипоцентрална длабочина, епицентар (вертикална проекција на хипоцентарот на површината на Земјата), епицентрално растојание (оддалеченост од епицентарот до точката на набљудување), локација на хипоцентарот (која се добива преку географските координати на епицентарот и

хипоцентралната длабочина), магнитуда (величина која е пропорционална со декадниот логаритам на ослободената енергија при земјотресот), интензитет (манифестацијата на земјотресот на површината на Земјата – ефектите на земјотресот врз луѓето и животните, објектите и природната околина, т.н. макросеизмички ефекти на земјотресот). Најосновната поделба на земјотресите е според причинителот. Така постојат природни земјотреси, предизвикани од природни процеси, и вештачки земјотреси, предизвикани од човековите активности (хемиски и нуклеарни експлозии и др.). Природните земјотреси натаму се класифицираат според начинот на постанок: тектонски (резултат на динамичко кршење на карпи или динамичко релативно поместување на блоковите на веќе скршени карпи, а под дејство на тектонските напрегања во внатрешноста на Земјата), вулкански (последница на вулканската активност), урвински (резултат на уривање на подземни пештери и големи одрони на стени), метеорски (предизвикани од удари на метеори и астероиди на Земјината површина). Според оддалеченоста на сеизмичкиот извор од точката на набљудување, земјотресите се делат на локални и блиски (оддалеченост до 150–160 km), регионални (оддалеченост од 150–160 km до околу 1.400 km) и далечни или телесеизмички (оддалеченост повеќе од околу 1.400 km). Согласно со длабочината на хипоцентарот, земјотресите се класифицираат како: плитки (длабочина до 70 km), средно длабоки (длабочина помеѓу 70 km и 300 km) и длабоки (длабочина над 700 km). Според магнитудата (M), земјотресите можат да бидат микро (M до 2.0), минорни (M до 3.9), слаби (M од 4 до 4.9), умерени (M од 5 до 5.9), силни (M од 6 до 6.9), многу силни (M од 7 до 7.9) и најсилни (M еднакво на 8 или повеќе). Земјотресите настанати пред 1900 година се нарекуваат историски, а оние настанати по оваа година – современи. Постојат различни видови магнитуди, зависно од тоа преку кој параметар се изразува ослободената енергија при земјотресот. За локалните и блиските слаби до средно силни земјотреси, најприменувана е Рихтеровата (локална) магнитуда M (максимална можна вредност 9), која се одредува преку максималниот однос на амплитудата и периодот на кратко-периодичните сеизмички бранови со периода до околу 1s, измерен на записот на земјотресот (сеизмограмот). За силните и многу



Слика 1. Основни параметри на тектонски земјотрес настанат со динамичко раседување (динамичко создавање лом со релативно лизгање на блоковите или динамичко релативно лизгање на блоковите на веќе скршени карпи)



Слика 2. Зградата на Сеизмолошката опсерваторија при Природно-математичкиот факултет во Скопје во 1957 г. и денес. Локацијата е на падините на Водно во населбата Кисела Вода

силните земјотреси, Рихтеровата магнитуда се заситува (не ја одразува вистинската јачина на земјотресот), па се применуваат магнитуди дефинирани според параметрите на средно-периодичните и долго-периодичните сеизмички бранови или според други величини (сеизмички момент, интеграл на спектарот на енергијата на сите ослободени сеизмички бранови, максимален

набљудуван интензитет и др.). Интензитетот (I) се оценува квалитативно според разни макросеизмички скали. Ваквите скали имаат квалитативни описи на разните степени на макросеизмичките ефекти на земјотресот. Последната официјално прифатена ваква скала во Европа и пошироко е Европската макросеизмичка скала од 1998 г. Сеизмолошката опсерваторија при Природно-математичкиот факултет (ПМФ) во Скопје, согласно со Законот за учество на Републиката во финансирањето на сеизмолошката и инженерско-сеизмолошката дејност (Службен весник на СРМ, бр. 18 од 10 октомври 1983, стр. 330-331), е единствена институција во Република Македонија која е задолжена и овластена да ја одржува сеизмолошката мрежа на Републиката, да врши постојано набљудување и научна анализа на целокупната сеизмичка активност на територијата на Републиката и пограничните подрачја, да ги одржува соодветните архиви, да ги објавува податоците за сеизмичките појави (вклучувајќи го и известувањето на јавноста за осетените земјотреси), да врши анализи за одредување на сеизмичкиот ризик во одделни подрачја на Републиката и на целата нејзина територија, да ја изработува и постојано дополнува картата на земјотресна реонизација на целата територија на Републиката, како и да врши меѓународна размена на податоци за случените земјотреси. Оваа институција е носител и на образовните активности од областа на сеизмологијата и целата геофизика, а има и сопствена издавачка дејност. Согласно со горенаведениот закон, регистрацијата само на најсилните земјотреси на територијата на Република Македонија, изготвувањето технички прописи за проектирање и градење асеизмички објекти во земјотресните подрачја согласно со картата на земјотресна реонизација на територијата на Републиката, давањето стручна помош за извршување класификација за степенот на оштетување и употребливоста на објектите по најсилните земјотреси, како и изготвувањето на општи и технички нормативи за уривање, расчистување и санација на оштетените објекти по најсилните земјотреси, се обврски на Институтот за земјотресно инженерство и инженерска сеизмологија (ИЗИИС) на Универзитетот „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје.



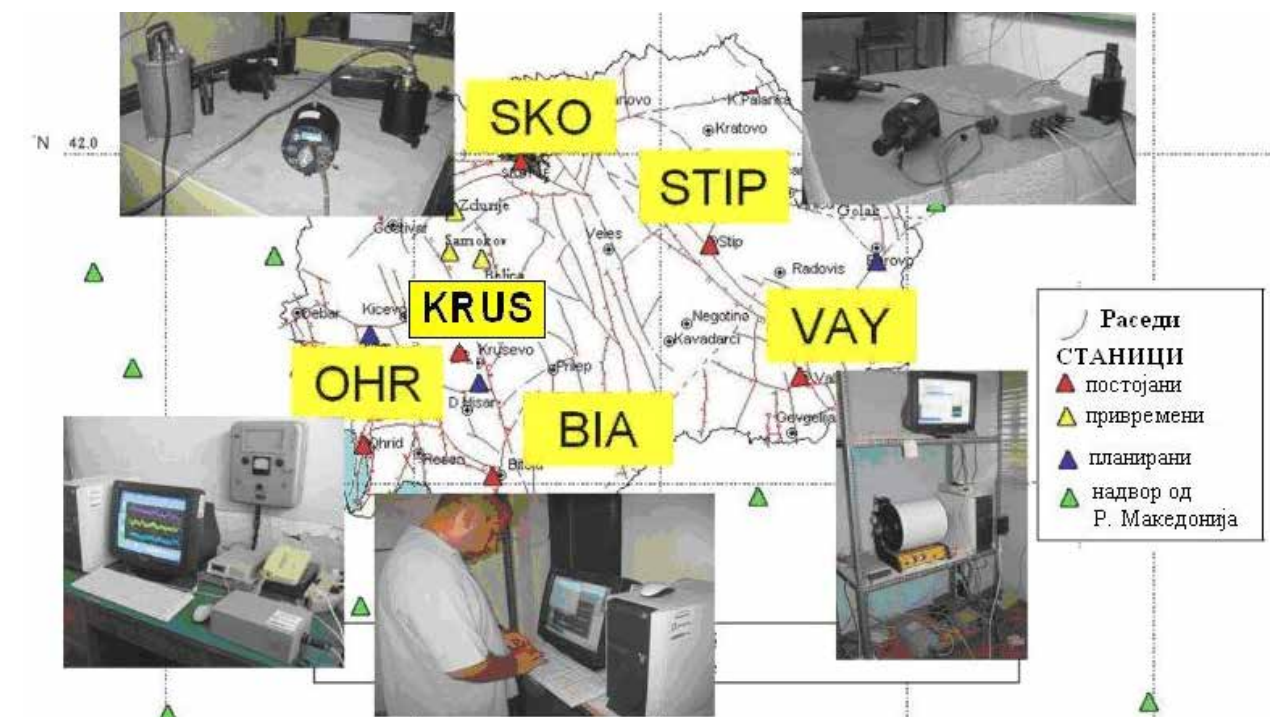
Слика 3. Инструменти во Сеизмолошката опсерваторија при ПМФ во Скопје: (лево) механичкиот сеизмограф MAINKA, монтиран во 1957 г. (регистрација со игла на начадена хартија поставена на цилиндар што ротира; (десно) појасно-ограничени електромагнетни сеизмометри (горе), кои во својата редовна работа, од средината на 1960-тите години до раните 1990-ти години, се користени со галванометриска регистрација на фотографска хартија поставена на цилиндар што ротира (долу)

За жал, јавноста многу често не ги разграничува основните дејности на Сеизмолошката опсерваторија при ПМФ во Скопје и ИЗИИС во Скопје, при што Опсерваторијата останува во извесна перцептивна и медиумска сенка. Сеизмолошката опсерваторија во Скопје е и првата сеизмолошка институција во Република Македонија. Таа е основана од Владата на Републиката во 1957 г., во тоа време, како Сеизмолошка станица на Универзитетот во Скопје. Оваа станица е единствената сеизмолошка станица која работела во времето на скопскиот катастрофален земјотрес од 26.7.1963 г. По овој земјотрес, Станицата е многу често домаќин на светски познати сеизмолози и институции, учествува во значајни национални и меѓународни научни проекти, а извршува и многу апликативни проекти при градењето на значајни објекти во Републиката. При тоа, Станицата постојано ги осовременува опремата и методите на научна анализа на сеизмолошките податоци, отвора нови сеизмолошки станици (во Валандово,

1966, во Охрид, 1967), поради што во 1966 г. го добива називот Сеизмолошка опсерваторија при Универзитетот „Св. Кирил и Методиј“ во Скопје. Во 1976, оваа опсерваторија станува дел од Факултетот за физика на истиот универзитет, а во 1984 г. го добива сегашниот статус – засебна организациона единица на Природно-математичкиот факултет при истиот универзитет. Во текот на својот развој, Сеизмолошката опсерваторија при ПМФ во Скопје ги има користено сите три досегашни генерации на сеизмолошки инструменти: механички сеизмометри со механичка регистрација на хартија поставена на цилиндар што ротира (овие биле инструментите што работеле за време на скопскиот катастрофален земјотрес од 26.7.1963 г.); појасно-ограничени (кратко-, средно- и долго-периодични) електромагнетни сеизмометри со галванометриска регистрација на фотографска хартија поставена на цилиндар што ротира; широко-појасни електромагнетни сеизмометри со дигитална регистрација. Сеизмолошката



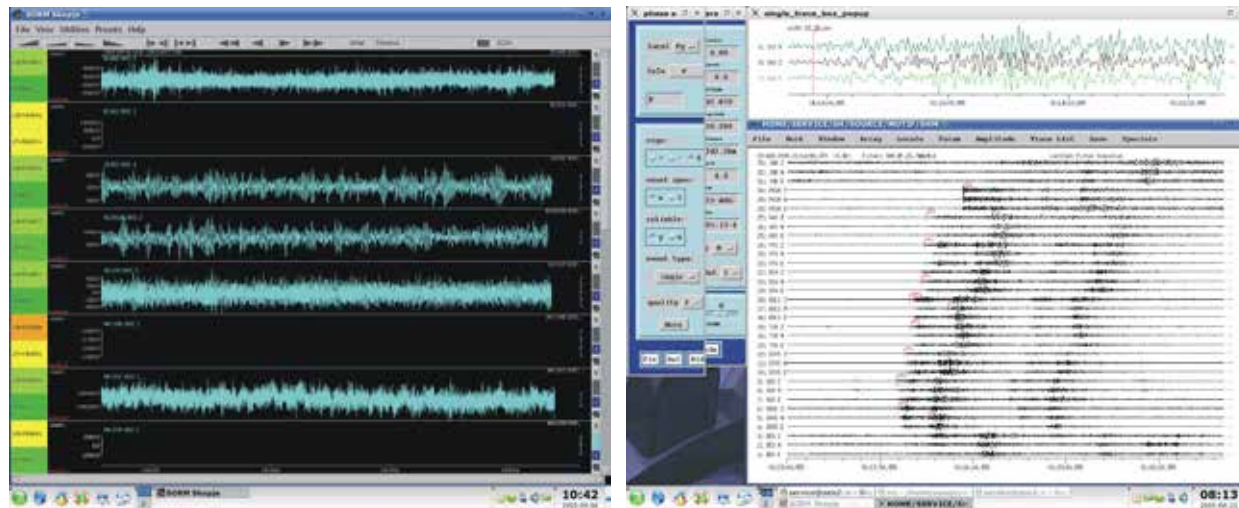
Слика 4. Модерни инструменти во Сеизмолошката опсерваторија при ПМФ во Скопје: (лево) кратко-периодични и широко-појасни електромагнетни сеизмометри; (десно) еден од типовите дигитајзери што се користат со овие сеизмометри, заедно со добиената дигитална регистрација на компјутерски монитор



Слика 5. Мрежата на постојани и привремени сеизмолошки станици во Република Македонија што ја одржува Сеизмолошката опсерваторија при ПМФ во Скопје. Означени се и планираните станици, како и некои станици надвор од територијата на Републиката

опсерваторија при ПМФ во Скопје денес одржува шест постојани сеизмолошки станици (во Скопје, Штип, Валандово, Охрид, Битола и Крушево), во кои се поставени широко-појасни или кратко-периодични електромагнетни сеизмометри со дигитална регистрација. Врската меѓу овие станици со седиштето на Опсерваторијата во Скопје се изведува телеметриски, преку интернет. Целата оваа мрежа на сеизмолошки станици е вклучена во регионална интернет-телеметриска мрежа на

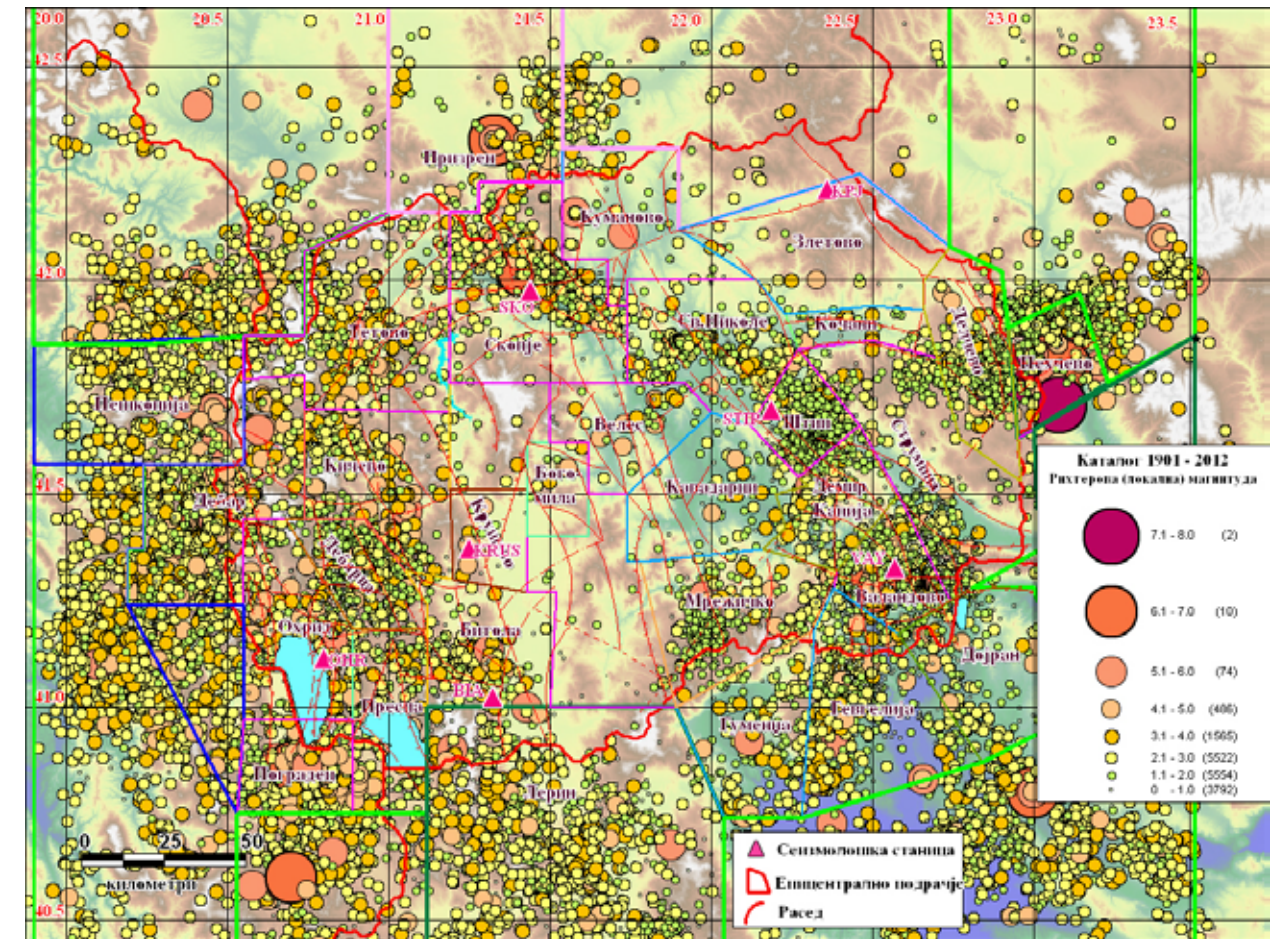
станции со договорена размена на податоци, така што во седиштето на Опсерваторијата во Скопје се добиваат и анализираат податоци од поголем број станици. Покрај постојаните, Опсерваторијата одржува и привремени сеизмолошки станици, во рамките на разни апликативни проекти при изградбата на големи објекти од општа важност за населението (брани, железници и сл.). Со своето основање, Сеизмолошката опсерваторија во Скопје успева да ги добие макросеизмичките



Слика 6. Сеизмолошка опсерваторија при ПМФ во Скопје: размена на податоци во реално време од повеќе балкански станици (лево) и анализа на земјотресите со современиот сеизмолошки софтвер Seismic Handler (десно)

податоци за земјотресите од територијата на Република Македонија и околните подрачја што биле порано собирани од странските сеизмолошки институции и истражувачи. Така ваквите податоци во Фондот на Опсерваторијата опфаќаат период од повеќе од 1.500 години наназад. Во својот развој, Опсерваторијата секогаш ги применувала актуелните макросеизмички скали и методи. За собирање на макросеизмичките податоци според ваквите скали, применувани се прашалници изработени во самата Опсерваторија. Така, во периодот 1957–1966 г. употребувана е Меркалиевата скала (MCS), во периодот 1967–2000 г. применувана е Медведев-Шпонхоер-Карниковата скала од 1964 г. (MSK-1964) и нејзините модификации, а од 2000 г. се користи Европската макросеизмичка скала од 1998 г. (EMS-1998). Како што е познато, сите овие макросеизмички скали имаат распон од I до XII степени, со тоа што првата (Меркалиевата) скала во описите на степените на интензитетот не ги зема предвид типовите на конструкции на градбите и нивната изведба, за разлика од другите две скали. Според истражувањата на Сеизмолошката опсерваторија при ПМФ во Скопје, досега набљудуваната историска и современа сеизмичка активност на територијата на Република Македонија и пограничните подрачја, со исклучок на извесен број слаби урвински земјотреси, е тектонска, а е условена од припадноста на оваа територија на Медитеранската област на Алпско-хималајскиот ороген појас. Оваа активност е една од најсилните на копнениот дел на Балканскиот Полуостров,

а се одвива во 30-ина епицентрални подрачја во рамките на три главни сеизмогени зони, кои се поклопуваат со главните неотектонски области: Западномакедонска, Вардарска и Источномакедонска зона. Хипоцентрите на земјотресите се во Земјината кора (плитки земјотреси), чија долна граница во Вардарската зона е на длабочина од 32 km до 35 km, а во другите две зони до 45 km и повеќе. Распонот на Рихтеровите магнитуди M_L на земјотресите е од 0 до 7.8, а на максималните набљудувани интензитети I_{max} – од II до X степени според EMS-1998 скалата. Сеизмичките извори во најголемиот број на случаи на земјотреси се динамички раседувања (динамичко создавање лом со релативно лизгање на блоковите или динамичко релативно лизгање на блоковите на веќе постојни раседи). Најсилните земјотреси се јавуваат на местата на пресек на постојните раседи ориентирани долж правецот северозапад–југоисток (лонгитудинални, надолжни раседи) и приближно долж правецот исток–запад (трансверзални, попречни раседи). Епицентралните подрачја со најсилни земјотреси, и тоа со земјотреси со Рихтерови магнитуди M_L поголеми од 6.0, а со периоди на повторување од околу 500 до околу 1000 години, се дадени во Табелата. Најслаба активност покажуваат Злетовското и Кочанското епицентрално подрачје (делови од Источномакедонската сеизмогена зона), Кумановското епицентрално подрачје (дел од Вардарската сеизмогена зона), како и подрачјата што ги опфаќа Пелагонискиот антиклинориум (кој е дел од Западномакедонска сеизмогена зона).



Слика 7. Епицентрална карта на земјотресите од територијата на Република Македонија и пограничните подрачја за периодот 1901–2012 г.

Епицентрално подрачје	Датум	M_L	I_{max} (EMS-1998)
Пехчево-Кресна	4.9.896 г.	6.1	IX
	4.4.1904 г.	7.8	X
Валандово	антички времиња	6.1	IX
	8.3.1931 г.	6.6	X
Скопје	518 г.	6.1	IX
	1555 г.	6.1	IX
	26.7.1963 г.	6.1	IX
Дебар	30.11.1967 г.	6.5	IX
Градско (Стоби)	веројатно околу 400 г.	6.1	IX
Јужен дел на Охридското Езеро	527 г.	6.1	IX
	18.2.1911 г.	6.7	IX
Урошевац–Витина	10.8.1921 г.	6.1	IX

Причината за слабата сеизмичка активност на овој антиклинориум е тоа што тој се однесува како консолидиран блок опфатен претежно со долготрајни осцилаторни движења уште од времето на прекамбриумот (од 800 до 1.000 милиони години назазад), и што тој сè уште ја задржува градбата од реликти на Земјината кора од времето на прекамбриумот. Оваа градба се разликува прилично од градбата на соседните подрачја.

Во сите најактивни и средно активни епицентрални подрачја, периодите на повторување на земјотресите со Рихтерови магнитуди помеѓу 5.0 и 6.0 се од 2–3 децении до околу 100 години, а на оние со Рихтерови магнитуди помеѓу 4.0 и 4.9 – од околу една до пет децении. Послабите земјотреси во овие епицентрални подрачја се јавуваат почесто. Сеизмичноста на Скопското епицентрално подрачје се должи на тектонската активност на сите раседи во Скопската Котлина и околината. Овие раседи се ориентирани долж правецот северозапад–југоисток и приближно долж правецот исток–запад, а некои од нив се целосно или во делови изразени во релјефот. Најактивен од сите овие раседи е регионалниот Скопско-кустендилски расед (Бр. 26-2, 26-1/2 и 26-1/1 на епицентралната карта на земјотресите во Скопското епицентрално подрачје за периодот 1901–2012 г.). Овој расед на подрачјето на Скопската Котлина се протега приближно долж правецот исток–запад, има наклон во насока север–североисток (кон Скопска Црна Гора), а е контрастно изразен во релјефот во западниот дел на Котлината (деловите Бр. 26-1/2 и Бр. 26-1/1 на картата), каде претставува северен раб на планините Водно и Осој. Според тектонските податоци, северното крило на истиот расед покажува движење во насока запад–северозапад и вертикално движење надолу. Ова е потврдено и со анализите на инструменталните податоци за скопскиот катастрофален земјотрес од 26.7.1963 г.: локацијата на жариштето на земјотресот е на северното крило на овој расед, на длабочина од 5 km, а жаришниот механизам покажува дека извор на земјотресот е динамичко раседување во насока запад–северозапад и вертикално надолу, долж рамнина наклонета во насока север–североисток. Инаку, и најголемиот број на последователните

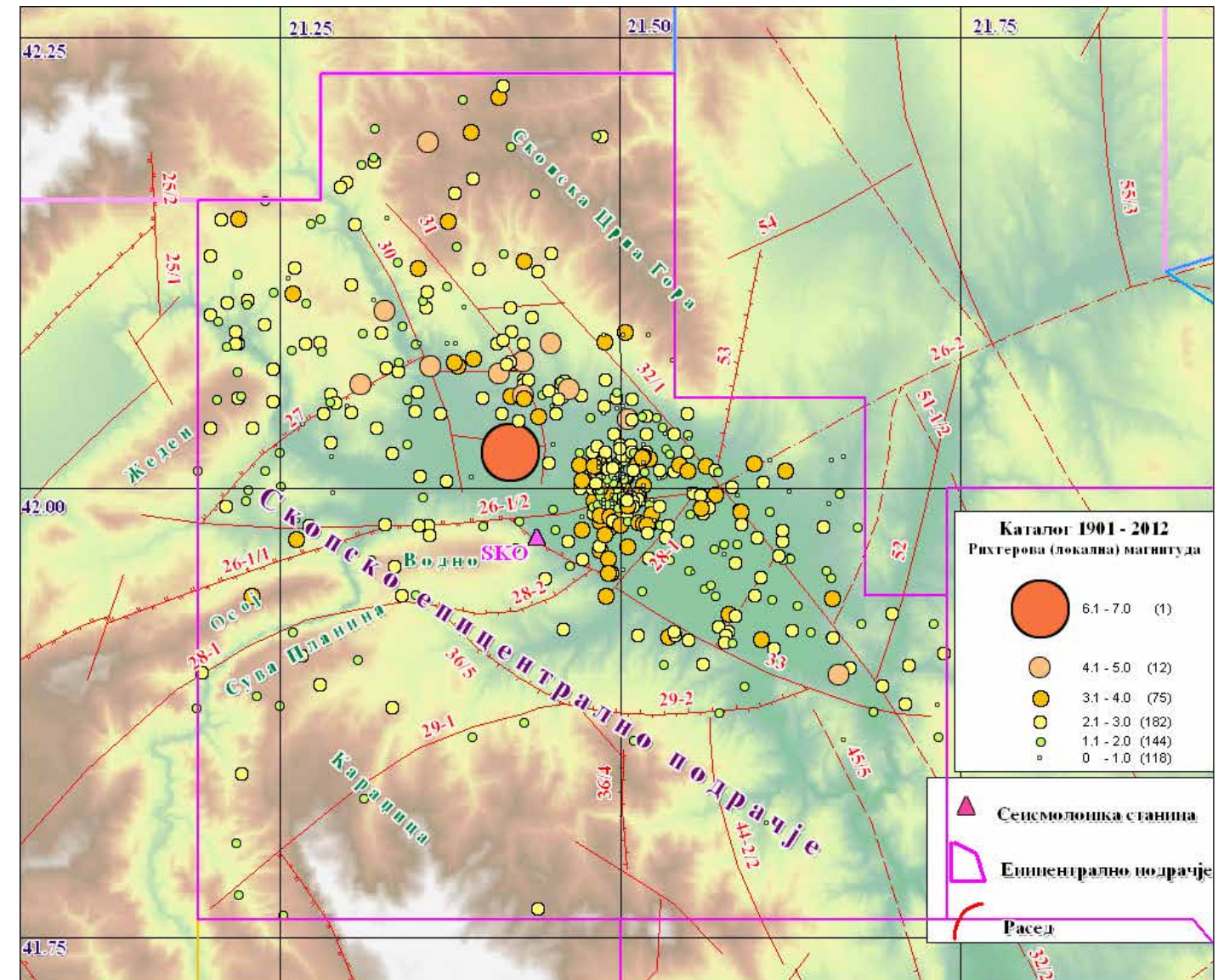
земјотреси за скопскиот катастрофален земјотрес од 26.7.1963 г., како и најголемиот број од сите набљудувани земјотреси во Скопското епицентрално подрачје во периодот 1901–2012 г., се со локации на северното крило на Скопско-кустендилски расед.

Анализите на макросеизмичките податоци за скопскиот катастрофален земјотрес од 26.7.1963 г. покажуваат дека овој земјотрес имал ефекти од IX EMC-1998 во три зони: пошироко околу ридот Зајчев Рид, во близина на селото Петровец и северно од градот Скопје. Од земјотресот се разурнати 43% од градбите во Скопје и околината, а предизвикани се тешки оштетувања на многу други градби. Загинати се 1.070 луѓе, а повредени многу други. Се појавиле нови извори на вода, промени во текот на проточните води, заматувања на стоечките води, лизгања на земјиште, одрони на камења, како и пукнатини на тлото.

Интересно е да се споменат и макросеизмичките податоци за силните скопски земјотреси од 518 г. и 1555 г., според кои се пресметани и параметрите на овие земјотреси (локации, магнитуди и максимални интензитети).

Ефектите на земјотресот од 518 г. се опишани во ракопис на Марцелинус Комес, секретар и хроничар на тогашниот император на Источното Римско Царство, Јустинијан I. Имено, земјотресот разурнал голем број од тврдините и градбите во античкиот град Скупи, кој во тоа време бил еден од најубавите градови на Источното Римско Царство, како и главен град на провинцијата Дарданија. Скупи, како што е познато, денес е во делот на Скопје лоциран помеѓу ридот Зајчев Рид и р. Вардар, неколку километри од центарот. Земјотресот предизвикал и многу смртни случаи, лизгања на земјиште, одрони на камења, како и пукнатини на тлото од кои излегувала врела вода. Ефектите на земјотресот од 1555 г. се опишани во некои историски списи. Градот Скопје тогаш, исто како и Скупи, бил лоциран на левиот брег на р. Вардар, како и на двата брега на р. Сервава. Земјотресот разурнал многу градби, храмови и цркви.

Годините на појава на трите силни земјотреси од Скопското епицентрално подрачје се користени во статистичките истражувања во Сеизмолошката опсерваторија при ПМФ во Скопје за одредување на повратниот период за појава на земјотрес со



Слика 8. Епицентрална карта на земјотресите во Скопското епицентрално подрачје за периодот 1901–2012 г. Неотектонските раседи имаат ознаки според: Арсовски, М., 1997, Тектоника на Македонија, Штип, Рударско-геолошки факултет

Рихтерова (локална) магнитуда $M_L=6.1$ во ова подрачје. Овој период е евалуиран со 500 години. Инаку, споредбата на локациите на најсилните макросеизмички ефекти на земјотресите од 518 г. и 1555 г. со оние на земјотресот од 26.7.1963 г. укажува дека сите три земјотреса се генерирани долж ист расед, а тоа е Скопско-кустендилскиот расед.

Тлото на Скопската Котлина е составено од неконсолидирани седименти (поради денудацијата на околните планини) и од алувијални наслојки (поради активностите на реките). Ваквото тло вообичаено придонесува за засилување на сеизмичките ефекти (во споредба со тло составено од консолидирани карпи). Од

друга страна, силните скопски земјотреси се генерираат на мала длабочина, што придонесува нивните макросеизмички ефекти да се значајни. Согласно со кажаното, позиционираноста на градот Скопје во самата Скопска Котлина, како и можноста од појава на силни земјотреси со мала длабочина, укажуваат на тоа дека при градењето во овој град треба да се земаат предвид техничките карактеристики на тлото, како и неопходноста од проекти со асеизмички дизајн за IX EMC-1998, при што треба да се обрне особено внимание на самата изведба на овие проекти. Треба да се нагласи дека и нестручно изведените доградби се своевидна опасност за самите градби и жителите.

Проф. Елена Думова-Јованоска
Градежен факултет
Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје

НАЦИОНАЛНИ ПАРАМЕТРИ ЗА ЕВРОКОД 8 - ДЕЛ 3:

ПРОЦЕНА НА СЕИЗМИЧКА ОТПОРНОСТ И РЕТРОФИТ НА ЗГРАДИ

МЕТОДОЛОГИЈАТА ЗА ДЕФИНИРАЊЕ НА НДП ОПИШАНА ВО ОВОЈ ТЕКСТ ПРЕТСТАВУВА ЕДЕН МОЖЕН ПРИСТАП, СПОРЕДБА НА ДОСЕГАШНА ПРАКТИКА СО РЕШЕНИЈА ДАДЕНИ ВО ЕВРОКОДОВИ. ОВАА МЕТОДОЛОГИЈА МОЖЕ ДА БИДЕ ПРИМЕНУВАНА ВО СИТЕ СИТУАЦИИ ВО КОИ ВО НАШАТА АКТУЕЛНА ПРОЕКТАНТСКА ПРАКТИКА ПОСТОЈАТ СООДВЕТНИ ПРОЦЕДУРИ. ОВАА ПОСТАПКА НИ ПОМАГА ПРАВИЛНО ДА ЈА РАЗБЕРЕМЕ ФИЛОЗОФИЈАТА НА НОВИТЕ КОДОВИ И ДА ВОСПОСТАВИМЕ ПАРАЛЕЛА СО ОНА ШТО Е ДОСЕГАШНА ПРАКТИКА. СЕ РАЗБИРА, ПРИ ВОВЕДУВАЊЕ НА НОВИ ПРОЦЕДУРИ И ПАРАМЕТРИ ПОТРЕБЕН Е ПОИНАКОВ ПРИСТАП И МЕТОДОЛОГИЈА ЗА УСВОЈУВАЊЕ НА НДП

Во еден од минатите броеви на „Пресинг“ читателите имаа можност да се запознаат со содржината на еврокодските кои претставуваат правила за проектирање на земјите од Европската Унија. Овие документи се подготвувани со децении, цел била да се антиципираат најновите научни достигнувања, но не бил помал ни предизвикот да се вклучат дотогашните проектантски искуства. Токму овој елемент претставувал вистински предизвик ако се има предвид дека секоја од земјите-членки на Унијата до тогаш имала своја регулатива и сигурно никој не бил подготвен лесно да се откаже од дотогашната практика. Компромисот бил најден на тој начин што во еврокодските се определени таканаречени национално дефинирани параметри НДП, чии вредности секоја земја може самостојно да ги одреди. При тоа, за да се обезбеди потребното ниво на безбедност при примена на еврокодските, дефинирани се препорачани вредности на НДП. Секое отстапување од тие препорачани вредности потребно е сериозно да се проучи и образложи со релевантни податоци. Токму ова е задачата која е исправена пред македонските проектанти во овој момент. Имено, откако ги прифативме еврокодските како национални стандарди за проектирање, неопходно е да ги усвоиме нашите (македонски) вредности за националните параметри за да можеме да проектираме во согласност со еврокодските. Бројот на овие параметри е навистина сериозен, а сериозен треба да биде и пристапот при нивно дефинирање имајќи го предвид фактот дека некои од нив може сериозно да ја променат досегашната практика во градежништвото, додека други, ако внимателно не се проанализираат, можат да ја погодат особено индустријата на производство на одредени градежни материјали. Сепак можеби најзначајни се националните параметри кои треба да ги отсликаат карактеристиките на регионот со цел да се обезбеди посакуваната сигурност на градбите.

Еден од еврокодските кој без сомнение се однесува на сите видови градби и градежни материјали е Еврокод 8, кој го регулира проектирањето на сеизмички отпорни конструкции. Станува збор за обемен документ за чијашто примена неопходно е да се усвојат вредности на неколку стотини НДП. Значаен дел од овие

параметри треба да ја отсликаат сеизмичноста на регионот, одреден дел значи воведување на нови процедури, но сепак сериозен дел од параметрите даваат можност да се отслика досегашната практика. За остварување на оваа цел неопходно е да се спроведе сериозна и обемен истражувачка активност.

Делот 3 од Еврокод 8 кој се однесува на процена на сеизмичка отпорност и ретрофит на постојни објекти претставува една релативно мала по обем, но извонредно значајна заокружена целина со оглед на бројот на објекти на кои се однесува. Имено, со усвојување на еврокодските при каква било интервенција на конструктивни елементи на постојни конструкции ќе биде неопходно да се испочитуваат овие одредби. Со оглед на фактот дека во овој дел од Еврокод 8 има осум НДП, Табела 1, во рамките на проектот за европска помош на ИСРМ изработен е елаборат за дефинирање на национален анекс за EN 1998-3*. Во овој труд презентирани се дел од истражувањата извршени при определување на предлог-вредностите на овие параметри.

Годинава кога одбележуваме 50 години од разорниот скопски земјотрес (1963 година) неспорен факт е ако кажеме дека Македонија има сериозно искуство во процена на сеизмичката отпорност, но исто така и во избор на мерки за санација и зајакнување на конструкциите. Значајно е да се посочи дека Македонија во рамките на поранешна Југославија е една од првите европски земји кои во 1964 година донеле правилник за проектирање на сеизмички отпорни конструкции. Југославија била и прва европска земја која во 1985 година донела правилник за санација и зајакнување на конструкции во сеизмички активни региони. Токму тоа беше предизвик исправен пред тимот составен од претставници на ИЗИИС1** и Градежниот

* „Technical assistance for capacity building of the Institute of Standardization (ISRM)“, Assignment: Preparation & drafting of EC8: „Annex for EN 1998-3 Design of Structures for earthquake resistance – Part 3“, EuropeAid/129223/C/SER/MK, AFNOR Ref.: E4074 – M1022002, Elena Dumova-Jovanoska et al., May 2011.

** Голубка Нечевска-Цветановска, Роберта Апостолска

Табела 1. Национално определени параметри пропишани во EN 1998-3

Клаузула	Национално определени параметри	Препорака на Еврокод		
1.1(4)	Информативни анекси А, Б и В	[Нема]		
2.1(2)P	Број на гранични состојби што се разгледуваат	ГС близу колапс (БК) ГС значителна штета (ЗШ) ГС ограничена штета (ОШ)		
2.1(3)P	Повратен период на сеизмичкото дејство за кој не треба да бидат надминати граничните состојби	ГС близу колапс (БК): 2.475 години , што соодветствува на веројатност за надминување од 2% во период од 50 години ГС значителна штета (ЗШ): 475 години , што соодветствува на веројатност за надминување од 10% во период од 50 години ГС ограничена штета (ОШ): 225 години , што соодветствува на веројатност за надминување од 20% во период од 50 години		
2.2.1(7)P	Парцијални фактори за материјали.	Парцијалните фактори за материјали γ_c и γ_s при проектирање за постојани и краткотрајни случаи, како и при проектирање за случајни случаи кои се користат во земјата може да се најдат во националниот анекс на EN 1992-1-1:2004. Препорачаната вредност за γ_m е 2/3 од вредноста дефинирана во националниот анекс на EN 1996-1-1:2004, но не помала од 1.5. Препорачаната вредност за γ_s е 1.0.		
Клаузула	Национално определени параметри	Препорака на еврокод		
3.3.1(4)	Фактори на доверливост	$CF_{KL1} = 1.35.$ $CF_{KL2} = 1.20.$ $CF_{KL3} = 1.00.$		
3.4.4(1)P	Нивоа на преглед и испитување	Преглед (на детали)	Испитување (на материјали)	
		За секој тип примарен елемент (греда, столб, сид):		
		Ниво на преглед и испитување	Процент на елементи кои се контролираат за детали	Примероци од материјалот за секој кат
		Ограничено	20	1
		Проширено	50	2
Детално	80	3		
4.4.2(1)P	Максимална вредност на односот ρ_{max} / ρ_{min}	$\rho_{max} / \rho_{min} = 2.5$		
4.4.4.5(2)	Дополнителна, непротивречна информација за постапки за нелинеарна статичка анализа кои може да ги вклучат ефектите од повисоките тонови			

факултет2***, да направат компаративна анализа на решенијата дадени во Еврокод 8 и нашата досегашна практика.

Со цел да се направи преглед на досегашните искуства во оваа област беше избрана следната методологија за определување на предлог-вредностите на НДП:

прв чекор: Направен е избор на репрезентативни објекти за кои постои соодветна проектна документација, направен е избор на 19 објекти, нивната структура според локација и конструктивен материјал дадена е во Табела 2. втор чекор: Изготвен е референтен лист за секој објект во кој се селектирани релевантни информации. Како релевантни избрани се следните информации: конструктивен материјал, конструктивен систем, достапност

*** Елена Думова-Јованоска, Сергеј Чурилов

на проектна документација, геометрија, детали од конструктивни елементи, механички карактеристики на материјали, математички модел на конструктивниот систем, динамички карактеристики, сеизмичко дејство, тип на анализа, верификација на сеизмичка отпорност и расположливи информации за избраните мерки за санација и зајакнување (ретрофит). На Слика 1 прикажан е референтниот лист на еден од репрезентативните објекти.
трет чекор: Изработена е сумарна табела во која се селектирани информациите според нивната релевантност за одредени НДП. На Слика 2 даден е дел од сумарната табела.
четврти чекор: Спроведена е компаративна анализа на податоци од сумарната табела и дефинирање на предлог-вредности на НДП. Најкритичен за обезбедување на податоци за правилна компаративна анализа беше третиот чекор од анализата, односно избор на постапки и информации од досегашната практика кои одговараат на НДП од Еврокод 8-3, даден на Слика 2.

Табела 2. Избрани репрезентативни објекти, според локација и конструктивен систем

Град	Број на објекти	
	Сидани	Армирано- бетонски
Скопје	2	5
Битола	5	1
Гевгелија	1	2
Тетово	1	/
Кичево	/	1
Штип	1	/

Број на гранични состојби и повратен период на сеизмичкото дејство за кој не треба да бидат надминати граничните состојби
Досегашните искуства во однос на дефинирањето на вредностите на НДП гранична состојба и повратен период разгледани се интегрално. Од досегашната практика на процена на сеизмичката повредливост на конструкциите во Македонија можат да се генерализираат два пристапа. Првиот подразбира линеарна анализа со еквивалентна хоризонтална сила во согласност со актуелниот правилник за асеизмичко проектирање, што во однос на граничната состојба значи второ ниво на

значителна штета, додека во однос на повратниот период на соодветното сеизмичко дејство, повратен период од 500 години. Ваквиот пристап дава можност да се користи детален математички модел (со примена на различни софтверски пакети) со точна геометрија на конструктивните елементи и прецизна дистрибуција на крутоста и масата, што претставува негова предност. Од друга страна, пак, слабост на овој пристап е недостигот на информации за однесувањето на конструкциите во нееластичниот дел.
Вториот пристап вклучува time-history анализа, и тоа најчесто под дејство на земјотрес со две нивоа на вредности на максималното Земјино забрзување. Овие вредности варираат во релативно широк појас од 0.03 g до 0.40 g. Основната цел при овие анализи е да се детектира интензитетот при кој започнува пластичното однесување на конструкцијата (што може да се доведе во релација со појава на умерени штети) и вредност при која се достигнува гранична носивост (што одговара на штета помеѓу сериозни штети и близу колапс). Најчесто добиените вредности се околу 0.10 g за првата состојба и околу 0.25 g за втората за објекти изградени пред постоење на прописи за асеизмичко проектирање во 1964 година. Предност на овој пристап е фактот што се спроведува нелинеарна анализа која дава информации за однесувањето на конструкцијата во пластичниот дел каде и можат да се очекуваат штети. Не е за потценување ни фактот што time-history анализата се спроведува со директно нумеричко решавање на динамичката равенка, со што е вклучено и влијанието на повисоките тонови форми. Од друга страна, како слабост на овој пристап мора да се посочи дека анализата се спроведува на упростен математички модел, конзола со концентрирани маси на ниво на меѓукатните конструкции. Секој кат е моделиран како макроелемент со крутост добиена како сума од крутостите на поедините конструктивни елементи. Ваквиот модел бара присуство на крута меѓукатна конструкција, што не е секогаш исполнето, особено не кај постарите сидани конструкции. Недостаток на макроелементите е неможноста да се согледа однесувањето на поедините елементи од еден кат.
Уште еден елемент е значаен во овие информации, а тоа е типот на конструктивен материјал и

ASSESSMENT
 Parameters and procedures adopted in project for assessment:

Project:	Geoloski zavod
Available design project	No
Geometry	In-situ geometry measurements and drafting of drawing plans for the structural system
Detailing	1 beam cross-section, 1 slab cross-section
Materials	6 brick samples from wall on ground floor, 6 brick samples from wall on first floor. Compression tests on bricks according MKS B.08.011/1987, $f_k=5.7 \text{ N/mm}^2$. Mortar quality $f_k = 2.0 \text{ N/mm}^2$ by engineering judgment (available experimental results $f_{k,concrete}=27 \text{ N/mm}^2$, $f_{k,mortar}=0.6 \text{ N/mm}^2$, $f_k=14 \text{ kN/m}^2$ from brick samples. 3D FEM models. Two software packages Robot Millennium, Fedra
Numerical model	– elastic analysis. Material mechanical properties acc. EC6. $f_k=2.29 \text{ N/mm}^2$, $E=2290 \text{ N/mm}^2$, $G=920 \text{ N/mm}^2$. Walls and slabs with shell FE, columns and beams elements with linear FE. All walls with thickness $\geq 19 \text{ cm}$ are taken into account.
Dynamic properties (sec)	T Robot Millennium – Distributed masses in node points, modal analysis with 20 modes. $T_1=0.08 \text{ sec}$ (66% mass), $T_2=0.09 \text{ sec}$ (25% mass), $T_{wp}=0.08 \text{ sec}$ (42% mass) Fedra – Approximate fundamental period, (EC8, eq.4.6), $T_1=0.22 \text{ sec}$
Seismic action	Robot Millennium – Equivalent static force method acc. P10VSP81. Spectral analysis with horizontal design spectrum acc. EC8. $a=0.32g$, soil B, $q=1.5$. Fedra – Lateral force method acc. EC8
Type of analysis	Linear static, multi-modal, spectral analysis
Verification	
Force	1. Comparison of tensile stresses from design seismic loads to allowable tensile stresses $\sigma_n = \sqrt{\frac{\sigma_0^2}{4} + (1.5 \cdot \sigma_0)^2} - \frac{\sigma_0}{2} \geq \sigma_{n, \text{diaz}} = 0.06 \text{ N/mm}^2$. 2. Ultimate limit state design approach acc. EC6 §6, vertical loading $N_{Ed} \text{ and}$ shear loading $V_{Ed} \leq N_{Ed}$ for load combinations 1.35g+1.5q and 1.0g+0.3q
Displacement	

Project:	Geoloski zavod
Material type:	Brickwork str. No. 6, 1000 Skopje, Macedonia
Structural type:	Masonry
Date of construction:	Unreinforced brick masonry
Reference:	1930
Information selected by:	Студија за носивооста и стабилноста на постојниот објект на ул. „Бикалка“ бр.6 (поранешен објект на Геолошки завод) во Скопје, мај 2010, Градски факултет-Скопје, Г. Марковски, Е. Думова-Јованоска, С. Чурилов Elena Dumova-Jovanoska, Sergey Churilov
Photo:	
Geometry: Layout	
Sections	

Сл. 1. Референтен лист за еден објект

систем на конструкцијата што се директно поврзани со периодот на проектирање и изградба на разгледуваните објекти. Имено кај објекти од неармирана сидарија состојбите на течење и лом се достигнуваат при значително помали вредности на максималното забрзување, а следствено и при пократок повратен период на појавување, за разлика од армиранобетонските конструкции изградени во последните децении. Се наметна впечатокот дека е неопходна анализа на поголем број конструкции (од различни типови) со цел да се добие појасна слика за оваа појава и тоа од аспект на конструктивен материјал, конструктивен систем, период на градба; пред постоење на прописи за асейзничко проектирање во 1964 година, период од 1964-1981 година кога се ревидираат прописите и период по 1981 година. Сепак, со оглед на ограничената временска рамка, во ова истражување беше предложено при контрола на состојбата на ограничени штети објектите да бидат поделени во две категории; објекти изградени пред постоење на прописи за асейзничко проектирање во 1964 година и објекти изградени по 1964 година. Парцијални фактори за материјали Кога станува збор за тестови на материјалите и употреба на парцијални фактори на материјалот, од анализирани објекти може да се види дека во ситуации кога постоела достапна проектна документација се користат вредности на механичките карактеристики на материјалите дадени во документацијата, додека во отсуство на документација можни се два пристапа, првиот најчесто е применуван за објекти од сидарија каде по визуелна инспекција се земаат вредности на механичките карактеристики од претходно искуство. Вториот пристап е актуелен во случаи кога се земаат тестови, во тој случај се користи директно средната вредност од експериментално добиените податоци, при тоа не се користел парцијален фактор на материјалот. При тоа заслужува да се посочи дека според актуелната регулатива за бетонски конструкции, јакоста на притисок на бетон со одредена МБ се редуира за 30% од вредностите добиени од пробни тела. Тоа практично значи дека според ПБАБ87, за бетонот се користи парцијален фактор чија вредност варира во граници од 1,5 до 1,75 во зависност од бројот на испитани пробни тела. Поаѓајќи од ова сознание

беше предложено за потребите на процената на сеизмичката повредливост на конструкциите **за бетон да се користи парцијален фактор со вредност 1,5**. Кога станува збор за сидарија, искуството покажува дека поради изразената нехомогеност на материјалот вредностите на експериментално определените вредности на механичките карактеристики на две пробни тела од ист сид можат толку многу да се разликуваат што не можат да се покријат со парцијален фактор на материјалот. Од друга страна, поради релативно ниските вредности на механичките карактеристики на вообичаените материјали на сиданите конструкции во Македонија, врз точноста на процената на носивооста на конструкцијата многу повеќе влијае изборот на математичкиот модел на конструктивниот систем и методата на анализа. Имајќи ги предвид овие размислувања беше предложено **парцијалниот фактор за сидарија да биде 1.0**. Фактори на доверливост и нивоа на преглед и испитување Следната група на НДП кои претставуваат логична целина се фактор на доверливост и ниво на истраги. Од податоците за разгледаните објекти произлегува дека нивото на инспекција, како и бројот на ин-ситу тестови варира значително од проект до проект, на тоа влијае и значењето на објектот, расположливата документација, како и расположливите финансиски средства. Притоа, независно од нивото и обемот на истрагите, не се применувал фактор на доверливост кој би го покривал нивото на несигурност на добиените податоци. Сепак, анализирајќи ги препорачаните вредности на факторот на сигурност и споредбата на предложениот обем на истраги во EN 1998-3 укажува дека со таквиот пристап се зголемува нивото на доверливост на процената на сеизмичката повредливост, така што беше предложено **користење на препорачаните вредности за обемот на истраги за трите нивоа и соодветните вредности на факторот на доверливост**. Максимална вредност на односот $\rho_{\text{max}}/\rho_{\text{min}}$ Како што е посочено во Точка 3.1, при процена на сеизмичката повредливост на конструкциите во Македонија можат да се генерализираат два пристапа. Првиот подразбира линеарна анализа со еквивалентна хоризонтална сила во

Project	Limit state	Return period	Partial factor for materials	Confidence factors	Inspection and testing	Maximum ρ_{max}/ρ_{min}	Higher modes
Static and seismic analysis of the existing state of the structure Geoloshki zavod-Skopje	PIOVSP Code design	From seismological map for RM of 500 years, MCS – VIII, (acc. to PIOVS'81)	1.0	1.0	Full survey. Limited in-situ testing. KL1: Limited knowledge	RMI: $\rho_{min}=0.43$, $\rho_{max}=1.85$ $\rho/\rho =4.30$ Fedra: $\rho_{min}=0.65$, $\rho_{max}=6.13$ $\rho/\rho =9.43$	N/A
Srengthening and analysis of the Hotel "Epinal" Bitola	PIOVSP Code design	From seismological map for RM of 500 years, MCS – VIII, (acc. to PIOVS'81)	1.0	1.0	Original documentation. KL2: Normal knowledge	N/A	N/A
Srengthening and analysis of the Hotel "Trudbenik" Bitola	PIOVSP Code design	From seismological map for RM of 500 years, MCS – VIII, (acc. to PIOVS'81)	1.0	1.0	Full survey. Limited in-situ testing. KL1: Limited knowledge	N/A	N/A

Сл. 2. Извадок од сумарната табела со релевантни податоци за секој објект

согласност со актуелниот правилник за асейзичко проектирање и вториот пристап подразбира time-history нелинеарна анализа. При тоа изборот на пристапот не бил правен според карактеристиките на конструкциите, како симетрија или несиметрија, туку пред сè во зависност од експертизата и искуството на кадарот кој ја вршел анализата. Во обид од расположливите информации за избраните репрезентативни објекти да се изберат податоци соодветни на овој параметар, верификацијата на зајакнатите конструкции е најблиску. Од разгледаните случаи евидентно е дека при линеарна анализа, дури и при детектирана висока вредност на ρ_{max}/ρ_{min} , не се спроведувала дополнителна нелинеарна анализа. При нелинеарна анализа како резултат на користење на макроелементи, определување на ρ_{max}/ρ_{min} на ниво на елемент воопшто не било можно. Неопходно е да се посочи дека контрола на односот ρ_{max}/ρ_{min} во EN 1998-3 е предложена со цел во случај на сериозна нерегуларност на конструкцијата, анализата на повредливоста да се спроведе со нелинеарна статичка анализа. Претходното искуство од разгледаните конструкции укажува дека соодветни мерки за зајакнување на конструкцијата можат да бидат дефинирани и при користење на линеарна статичка анализа. Сепак со цел да се обезбеди избор на што е можно посоодветни мерки за зајакнување, но и да се испочитува досегашното искуство, беше предложено да се усвои **Максимална вредност на односот $\rho_{max}/\rho_{min} = 3$** . Дополнителна, непротивречна информација за постапки за нелинеарна статичка анализа кои може да ги вклучат ефектите од повисоките тонови Кога станува збор за вклучување во анализата на повисоките тонови форми може да се констатира

дека при еквивалентната статичка анализа во согласност со правилникот се зема само со задавање на 15% од вкупната сеизмичка сила на најгорниот кат за објекти повисоки од 5 ката. Додека при примена на нелинеарна time-history анализа, со решавањето на динамичката равенка се обезбедува и вклучување на влијанието на повисоките тонови форми. Сепак последнава деценија се зголеми интересот за користење на нелинеарната статичка анализа (push-over), што резултираше и со неколку магистерски тези на таа тема. Во националниот анекс посочени се неколку релевантни референци кои упатуваат на начин на примена на овој тип на анализа вклучувајќи и учество на повисоките тонови форми.

Методологијата за дефинирање на НДП опишана во овој текст претставува еден можен пристап, споредба на досегашната практика со решенија дадени во еврокодвите. Оваа методологија може да биде применувана во сите ситуации во кои во нашата актуелна проектантска практика постојат соодветни процедури. Оваа постапка ни помага правилно да ја разбереме филозофијата на новите кодови и да воспоставиме паралела со она што е досегашна практика. Се разбира, при воведување на нови процедури и параметри потребен е поинаков пристап и методологија за усвојување на НДП.

На крај заслужува да се посочи дека Националниот анекс - МКС EN 1998-3:2011/НА:2011, **Еврокод 8 – Проектирање конструкции отпорни на земјотрес – Дел 3: Процена и ретрофит на згради** е веќе усвоен од Институтот за стандардизација на РМ (ИСРМ) според законски предвидената процедура.

Проф. во пензија Љубомир Томиќ

ЕТИКА ВО АРХИТЕКТУРАТА



„Уметноста - особено архитектурата - вклучува во себе и подрачја не само естетски туку и етички. Основна парадигма на модерната е идејата за напредок“

арх. Јоже Плечник

Во секоја професија и активност, освен соодветна едукација која се добива на факултетите по архитектура, како примарно правило се поставува и почитување на непипан закон за архитектот – **етика**. Еден од советите на таткото на Андреј Дамјанов беше: „Синко, кога ќе изградиш храм или куќа, мери го и премери го местото (мисли на локација). Храмот треба да легне стамено на земја и да не го изеде местото. Еднаш направена грешка не мојт да ја попраиш и ќе ти останит како грев на душата.“ Филозофијата на овој совет е универзална. Со други зборови, од денешен аспект: вклопи се во амбиентот и теренот, а сепак биди современ (или амбиентална архитектура плус ново).

Етичкиот авторитет е непипан закон за архитектот. Тоа се однесува на подрачјето на техниката, како и на современата наука.

За една година во дневниот печат имаше бројни реагирања во врска со проектот и реализацијата на комплексот „Скопје 2014“, како на пример:

- Скопје живее во урбанистички хаос
- Избрана интервенција и редизајнирање на НАМА и МЕТРОПОЛ
- Нема идеи за барокната фасада на зградата ПЕЛАГОНИЈА
- Втор обид за реконструкција на зградата на Владата – Илинденска
- МЕПСО влегува во 2014-та
- И ЕВН стаса на ред да се стилизира
- Пропаднат конкурс за интервенција на Градскиот трговски центар
- Нова фасада за Инвест-банка
- ГТЦ ја крие новата фасада од медиумите
- За фасадата на ГТЦ ќе се избира меѓу еден странски и 3 домашни труда
- Управата не се откажува од барокниот стил
- Владината фасада ќе стаса по изборите
- Барокна осумкатица ќе никне до „Бристол“

Очигледно нешто се затајува. Станува збор за инсистирање на примена на историски преживевани стилови како за новите објекти, така и за интервенција на постојните објекти изградени пред 50 години. Со стилско насочување и редизајнирање на објектите се нарушува интегритетот на авторот и неговите авторски права. Право е на учесниците да го знаат составот на оценувачката комисија. Во архитектурата се стреми да се допре до идеалот, кој никогаш не може да се достигне. Сепак, тоа е мотивот на движењето да се оди напред и да се



Херинов храм во Пестум, 5 век
Употребен е природен камен кој не дозволува поголеми распони и отсликува строгост, масивност, монументалност и вечност



Оскар Нимаер, Седиште на претседателот на Бразил, 1950 г.
Користена е методата на моделирање со армиран бетон, на совршен начин применувајќи ги кривите линии на парабола и хипербола со што се постигнува динамичност. Тој и со своите 90 години дава свежи идеи кои се во чекор со времето



Заха Хадид, Библиотека во Монтпелиер–Франција, 2013 г.
Проектот е добиен на конкурс и се одликува со применети динамични кубуси со скулптурална присутност потенцирани со косини. Тоа претставува нов и смел потег во архитектурата наспроти примената на ортогонален конструктивен систем



Марина Каунти во Калифорнија, Ф.Л. Рајт, 1962 г.
Имав шанса да го посетам овој објект и да уживам во просторните квалитети кои ги има како надвор, така и внатре



П.Л. Нерви, Палата на спортови во Рим, 1958-1959 г.



Ерих Менделсон, Ајнштајнова кула во Потсдам, 1920 г.
Тој се смета за пионер во динамичната архитектура

афирмира движечката сила и авангарда. Конкурсот како институција е патот до квалитетно решение како се елиминираат стереотипите. Во сите распишани конкурси е присутен условот проектот да биде во стилот на барок. Со ваква деградација на конкурсот се објаснува недоволниот број на учесници. Втората грешка е таинственоста на изборот на членови на комисијата. Причина за успешната реализација на новиот мост во Белград беше квалитетно распишан конкурс. Идејата беше со помош на меѓународен конкурс да се дојде до најоригинално архитектонско решение. За тоа е најзаслужен распишувачот, кој не постави никакви финансиски ограничувања со цел да се добие врвно архитектонско остварување. Добитник на конкурсот е Виктор Маркел, кој редовно го преиспитува своето знаење и инвентивност во проектирањето на мостови. Овој проект претставува едно од најголемите градежни остварувања во Европа во последните неколку години. Засега тој е единствен мост во светот со кабловска конструкција обесена на еден пилон, па затоа служи како икона на градот и туристичка атракција. Тоа е резултат на добро осмислени правила на конкурсот. (разговорот со авторот на мостот во Белград го водеше проф. Горан Марковски – „Граѓански“ бр. 40)

СТОЛБ

Основната функција на столбот како линеарен конструктивен носач е да ги прими, носи и предава товарите до темелот. Зависно од материјалот тој добива соодветни димензии и обликување, како и едноставна и чиста форма во: камен, дрво, челик и армиран бетон. Во модерната тој почнува да добива карактеристични и променливи димензии и профилации како резултат на очекувана мускулатура и профилација. Како извонредни архитекти и конструктори се сметаат Пјер Луизи Нерви и Оскар Нимаер. Тие одлично ги решаваат деталите во армиран бетон. Интервенцијата која се предлага за објектите: Владата, ГТЦ, Мепсо и Инвест-банка може да се смета како бесмислена со вметнати нови неносиви столбови, што се оценува како крајна нелогична примена. Сите наведени објекти имаат свој карактеристичен конструктивен систем. Тоа особено важи за објектот на Владата, како единствен во Македонија. Конструкцијата е решена со централно армирано бетонско јадро, каде се лоцирани

сите помошни простории, санитарии, остави и комуникации. Надворешните фасадни челични столбови имаат улога на затеги кои го носат товарот нагоре сè до јаките покривни челични решетки и го предаваат на јадрото. Предложените надворешни антички столбови се без функција на носење и без логика, и како такви се непотребни.

Етиката во архитектурата се оценува во процесот на:

- Почитување на иновација и авторство
- Почитување и стимулација на конкурси, особено за деликатни објекти и урбанистички комплекси
- Деликатност во интервенција и санација кај постари и успешни објекти
- Внимателно и професионално вреднување на новото бидејќи и новото застарува

Позитивен резултат се постигнува со активирање на креативниот потенцијал, постигнат со вклучување на техниката и расположливиот материјал.

„Безидејноста оди кон враќање во историјата, практикувајќи ги копиите од антиката.

Авангардистите како пионери бараат прогрес со иновации.“

(Гидеон, теоретичар)

Институциите меродавни за пласирање на парадигми во архитектурата како репери на една епоха со позитивна идентификација со цел да се елиминираат сурогати кои се наметнуваат се:

- конкурси
- светски изложба во архитектура
- светски конгреси
- школите за архитектура

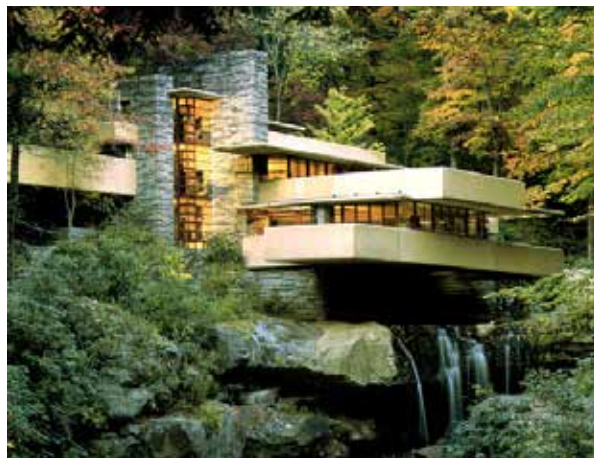
Во спротивно на патот сме да создадеме кич.



Слика 12. Куќа во Велес, 19 век
Неправилната форма на основата на приземје е диктирана од урбанистичките и теренските услови. На катот е исправена со помош на исфрлување на триаголни еркери за да се формираат прави одаи и чардак



П.Л. Нерви, УНЕСКО-центар во Париз, 1957 г
На фотографиите се дадени сите важни конструктивни детали: посебно профилирани столбови, брановидни меѓукатни конструкции и армирано-бетонска лушпеста конструкција на влезот. Тој совршено владее со слободна и лесна игра на сили, правејќи го исто така и успешен конструктор. Познат е и како архитект-конструктор на неколку спортски хали



Ф.Л. Рајт, Куќата на водопадите во Калифорнија, 1937 г
Овој објект се носи на огромни конзоли и се добива впечаток дека лебди во просторот. Со своите дела архитектот се вклопува во природата, а истовремено како и да се инаети со неа

Д-р Владимир Б. Ладински, архитект
Имоти и проектирање при Советот на Гејтсхед
Универзитет Американ колеџ - Скопје

ПЕДЕСЕТ ГОДИНИ ПО СКОПСКИОТ ЗЕМЈОТРЕС ОД 26 ЈУЛИ 1963 ГОДИНА:

СЕЌАВАЊА НА МИНАТОТО И ПОУКИ ЗА ИДНИНАТА



ПЕДЕСЕТ ГОДИНИ ПОДОЦНА, СКОПСКИОТ ЗЕМЈОТРЕС ОД 26 ЈУЛИ 1963 ГОДИНА СÈ УШТЕ Е ЕДЕН ОД НАЈДЕСТРУКТИВНИТЕ ЕВРОПСКИ ЗЕМЈОТРЕСИ НА МИНАТИОТ ВЕК КОЈ ОСОБЕНО ЌЕ ОСТАНЕ ЗАПАМЕТЕН СПОРЕД ИСКЛУЧИТЕЛНОТО НИВО НА УКАЖАНА МЕЃУНАРОДНА СОРАБОТКА И ПОМОШ, А ВРЗ ОСНОВА НА КОЈА СО ПРАВО ГРАДОТ СКОПЈЕ СЕ НАРЕКУВА И ГРАД НА СОЛИДАРНОСТА. ВО ИЗМИНАТИТЕ ПЕТ ДЕЦЕНИИ, ГРАДОТ СКОПЈЕ СЕ ИМА ТРАНСФОРМИРАНО ВО ДОЛГ ЛИНЕАРЕН ГРАД СО НАД ПОЛОВИНА МИЛИОН ЖИТЕЛИ, ВО КОЈ Е КОНЦЕНТРИРАН ГОЛЕМ ДЕЛ ОД НАСЕЛЕНИЕТО И ПРОИЗВОДСТВОТО ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА

Овој труд е базиран на истражување на историски материјал за скопскиот земјотрес од 1963 година, а со цел да се идентифицираат одредени клучни аспекти врзани за овој земјотрес и тоа со особен фокус на периодот веднаш по земјотресот, како и да се оцени успешноста на одбраните пристапи и да се укаже на можни поуки за во иднина.

ЗЕМЈОТРЕС

На 26 јули 1963 година Скопје беше разурнато од земјотрес со магнитуда 6,2 и интензитет IX MCS (Mercalli-Capacani-Seiberg). Првиот земјотрес од 05:17 часот по локално време бил проследен со два значителни последователни земјотреси во 05:32 и 05:53 часот по локално време со магнитуда 4,2 и интензитет VII MCS и многубројни последователни помали земјотреси (Mihailov and Talaganov, 1985).

ПОСЛЕДИЦИ

Во овој земјотрес 1.070 лица загинале, а 3.300 биле повредени од кои половината биле со трајни последици коишто довеле до инвалидитет. Седумдесет и пет проценти од населението кое броело околу 200.000 жители останале без дом со оглед дека како резултат од земјотресот 80,7 проценти од севкупната изградена површина во градот била или разурната или тешко оштетена, вклучително со 75,1 процент од изградената станбена површина во градот и 67,4 проценти од станбените единици. Меѓу другите, 8 основни и 11 средни училишта, 32 спортски објекти, 9 поликлиники, 3 амбуланти и аптеки, 12 социјални установи и градинки биле разурнати или тешко оштетени во земјотресот (Milutinovic et al. 1995). Директните материјални загуби од земјотресот се проценуваат на 1 милијарда американски долари (Јордановски, 1993).

КАРАКТЕРИСТИКИ

Скопскиот регион е еден од сеизмички најактивните реони во Република Македонија и на Балканскиот Полуостров карактеризиран со земјотреси со интензитет до IX MCS. Првиот земјотрес за којшто постои запис е оној од 518 година, кога биле разурнати 24 града, вклучително со Скупи. Земјотресот предизвикал 24 километри долг и 4 метри широк расед. Како резултат на ова, преживаните жители на Скупи се преселиле неколку километри југоисточно за да ги воспостават

основите на нова населба којашто низ историјата ќе се развие во градот Скопје. Градот повторно бил погоден од разорни земјотреси во 1555 година (за што нема многу пишани податоци) и во 1921 година пред последниот катастрофален земјотрес од 1963 година. По 1963 година сеизмичката активност во Скопје се сведува на приближно еден земјотрес со интензитет од V MCS годишно (Mihailov and Talaganov, 1985).

Со четири разорни земјотреси во период од 518 година до денес (2013 година), просечниот повратен период на разорен земјотрес со интензитет од IX MCS е приближно 374 години, под претпоставка дека земјотресот од 1555 година бил со приближно ист интензитет. Големиот просечен повратен период на разорни земјотреси со интензитет од IX MCS во градот Скопје во принцип е добар показател со оглед дека тоа го намалува ризикот од почести разорни земјотреси и барем теоретски овозможува доволно време преку превентивни активности да се намали повредливоста при евентуалните идни разорни земјотреси. Несаканата последица од ваква релативно позитивна карактеристика е дека истовремено просечниот период е доволно долг за да се подзаборави дека се живее во сеизмички активен регион и со време да се намали ригорозната имплементација на мерките за заштита од земјотреси коишто во иднина може да резултираат во несакани последици. За жал во наредните неколку декади бројот на активни учесници во процесот на обнова на Скопје по земјотресот од 1963 година значително ќе се намали, а во текот на последователните неколку декади значително ќе се намали и бројот на оние што ја преживеале оваа катастрофа. Од тука пожелно е сознанијата и здобиените искуства за земјотресот од 1963 година што поскоро да се соберат и систематизираат за да ги информираат идните генерации.

Износот на директните материјални загуби од скопскиот земјотрес од 26 јули 1963 година бил приближно еднаков на вкупниот годишен буџет на СФРЈ (Verney, 1979) или 15 проценти од бруто националниот доход за таа година на СФРЈ (Petrovski and Milutinovic, 1988), со што го надминал не само економскиот потенцијал на градот туку и на тогашната СР Македонија (Mihailov and Talaganov, 1985).



СПАСУВАЊЕ, ЗГРИЖУВАЊЕ И ЕВАКУАЦИЈА

Според Verney(1979), најголемата дотогаш преземена меѓународна акција за спасување и ублажување на последиците од земјотресот започнала речиси веднаш. Организираните операции за пребарување на преживеаните, нивното спасување и расчистување на урнатините започнале по само 20 до 60 минути од првиот, најголемиот земјотрес, предводени од органите на Цивилната заштита потпомогнати од гарнизонот на ЈНА во Скопје, Милицијата и локалното население. Благодарение на нивните напори, од 16.000 лица затрупани во урнатините биле извлечени 6.000 во рок од само неколку часа по земјотресот. Последното преживеано лице било извлечено од урнатините по 80 часа од земјотресот (Јордановски, 1993). Дополнително, во рок од само четири часа по земјотресот станала оперативна првата временна воена болница, проследена од уште неколку други до крајот на денот, а на коишто, само два дена подоцна, на 28 јули им се придружила и привремената Воена болница на Армијата на САД која била лоцирана на скопскиот аеродром (Milutinovic et al. 1995 и Verney 1979). Во рок од 24 часа, 25 илјади жители на Скопје биле сместени под шатори (Davies, 1975), 40 илјади семејства биле сместени во текот на август и септември 1963 година во 5 илјади шатори и 1.711 временни засолништа (Alexander, 1995 и

Јордановски, 1993). Од овие 40 илјади семејства само 104 сè уште живееле под шатор на 1 јануари 1964 година (Јордановски, 1963).

Откога операциите за пребарување и спасување биле завршени и лицата без домови биле сместени под шатори започнала масовната евакуација на сите оние кои не биле вклучени во активностите за обновата на градот. Со евакуацијата 140 илјади лица вклучително со мајки со деца помали од 18 години и лицата постари од 60 години биле евакуирани за период од 6 до 9 месеци, оставајќи околу 60 илјади лица да се вклучат во обновата на градот (Milutinovic et al. 1995).

СОЛИДАРНОСТ

Ублажувањето на последиците од земјотресот било потпомогнато со појдовната материјална и финансиска (во износ од над 30 милиони долари) помош добиена од сојузната влада, другите републики, 82 земји низ светот и интернационални организации и агенции. Дополнително, САД, СССР, Полска, Чешка, Обединетото Кралство, Франција и СР Германија понудиле кредити за обнова во вкупна вредност од 95,8 милиони долари коишто делумно биле искористени. И покрај исклучително големото ниво на меѓународна помош, обновата на разурнатото Скопје во најголема мера била финансирана од граѓаните на тогашна СФРЈ. 82,1 процент од вкупната цена на реконструкцијата од над 1 милијарда долари биле покриени преку

дополнителни сојузни даноци, 7,5 проценти од сојузните резерви, а останатите 10,4 проценти биле покриени преку издавање на државни обврзници (Јордановски, 1993).

ОКОЛНОСТИ

Релативно ниското ниво на човечки загуби од 0,5 проценти од вкупното население во споредба со високото ниво на разурнување од 80,7 проценти од севкупно изградената површина во градот и високото ниво на материјални штети од околу 935.000 долари по загинат, веројатно во најголема мера се резултат на среќна околност што земјотресот се случил во сезоната на годишни одмори кога добар дел на жителите на Скопје биле надвор од градот на одмор. Незамисливо е какви би биле последиците доколку земјотресот се случел во друг период на годината, да речеме во текот на учебната година, и тоа во работно време, особено ако се земе предвид дека 8 основни и 11 средни училишта биле разурнати или тешко оштетени во катастрофалниот земјотрес од 26 јули 1963 година. Фактот дека во 1963 година СР Македонија била дел од СФРЈ несомнено има придонесено во однос на ублажувањето на последиците од оваа катастрофа и на последователната обнова и изградба на Скопје. И покрај ограничените економски можности, големината на тогашна СФРЈ овозможила полесно да се апсорбираат последиците од катастрофалниот земјотрес со оглед дека 20 милиони жители на тогашна СФРЈ го поднеле товарот на потребите за обнова и изградба на нивните 200 илјади сограѓани од Скопје. Се разбира, работите од тогаш значително се променети и денес суверената Република Македонија треба интензивно да работи на изградба на својот капацитет за да одолее на искушенијата пред коишто природата може да ја изложи во иднина.

Дополнителна среќна околност во скопскиот земјотрес од 1963 година веројатно била и можноста гарнизонот на ЈНА да може скоро веднаш да се вклучи во активностите за ублажување на последиците од земјотресот, со оглед дека најголемиот број на припадниците се наоѓале надвор од касарните за изведување на утринските физкултурни вежби со што ефективно се спасиле од уривањето и тешкото оштетување на голем број од воените згради на гарнизонот. Ова овозможило во голема мера да се активира воената логистика што



сигурно значително придонело за ублажување на последиците од оваа катастрофа. При ова не треба да се заборава и фактот дека дел од населението на Скопје во тоа време биле ветерани од Втората светска војна, што веројатно дополнително помогнало при ублажувањето на последиците со оглед на нивното воено искуство.

ВИЗИОНЕРСТВО

Локалните власти потпомогнати од републичката и сојузната влада, како и од врвни меѓународни



експерти покажале големо ниво на визионерство во однос на одлуките што ги донеле во периодот по земјотресот. Според Јордановски (1993), во 1962 година 35 проценти од севкупната индустрија во тогашна СР Македонија била лоцирана во Скопје и истата придонесувала со 43 проценти во приходот на републиката. Ова во комбинација со фактот дека 80 проценти од социјалниот и финансискиот капитал на Скопје сè уште бил оперативен придонело фокусот

на активности по земјотресот да се насочи кон диспропорционално оштетениот станбен фонд (Арсовски, 1989; Davies, 1975; Lagorio, 1990). Во оваа смисла било одлучено Скопје да се обнови на истата локација при што би се презеле мерки преку процесот на реконструкција да се ублажат сеизмичките ризици. Привремената евакуација на населението овозможила 150 градежни фирми со над 25 илјади градежни работници да се вклучат во изградбата на 14.095 нови станбени единици



и санација на 16 илјади оштетени станбени единици. Во текот на 1963 и 1964 година, 18 нови станбени населби биле изградени со станбени единици со проектиран оперативен век од 20 до 30 години (Coburn and Spence, 1992 и Јордановски, 1993).

Така, во текот на првите 3 до 5 години, фокусот на обновата и реконструкцијата на градот Скопје бил концентриран на обезбедување на потребните станбени единици за граѓаните, со што истовремено се овозможило да се развие Урбанистички план за централно градско подрачје на Скопје базиран на анализа на почвата, истражувања на локалните сеизмички услови и меѓународниот урбанистичко-архитектонски конкурс на кој првата награда ја споделиле бирото на прочуениот јапонски архитект Кензо Танге (60 проценти) и Хрватскиот институт за урбанистичко планирање од Загреб (40 проценти) (Davies, 1975; Greene, 1987; Kultermann, 1970; Lagorio, 1990;).

ПОУКИ

За Lagorio (1990) обновата на Скопје по земјотресот од 1963 година е еден од најдраматичните обиди за реконструкција во дваесеттиот век. Градот имал голема среќа што катастрофалниот земјотрес се случил во период на годишни одмори кога најголемиот дел од населението било надвор од градот и во период кога СР Македонија била во рамките на СФРЈ, со оглед дека пошироката заедница во соработка и веројатно неповторена помош од меѓународната заедница овозможила подобро и полесно ублажување на последиците од оваа катастрофа, којашто ја надминувала економската моќ не само на градот Скопје туку и на тогашната СР Македонија. Визионерството на оние вклучени во обновата и реконструкцијата на Скопје овозможило да се зацртаат принципите на современ град во коишто се вградени принципите за заштита од земјотреси и коишто во голема мера го воделе развојот на градот во последователниот период. Од удобноста на 2013 година и сознанијата што денес ги имаме лесно може да се идентифицираат аспекти врзани

за обновата и реконструкцијата на Скопје по катастрофалниот земјотрес, коишто можеби можеле и подобро да се решат. Истовремено, веројатно уште полесно е да се укаже на евентуалните пропусти во спроведувањето на зацртаното во изминатите 50 години.

Педесетгодишнината од земјотресот е повод да се потсетиме на оние коишто го загубија својот живот во оваа катастрофа и да им оддадеме почит на сите оние коишто со своите несекојдневни напори го помогнале ублажувањето на последиците од земјотресот и ги зацртале плановите за идната обнова и реконструкција на градот во којшто 80,7 проценти од севкупната изградена површина била или разурната или тешко оштетена, 16 илјади сограѓани биле затрупани под урнатините, над 4 илјади сограѓани биле загинати или повредени, а 150 илјади останати без својот дом.

Според Lewis (2010), урбанистичкото планирање и реконструкцијата на Скопје е најголемото достигнување на професорот Adolf Ciborowski, кој бил раководител на мешаниот меѓународен и домашен експертен тим за изработка на Урбанистичкиот план на град Скопје од 1965 година. Коментирајќи ги постигнувањата на професорот Adolf Ciborowski и неговиот тим во однос на обновата и реконструкцијата на разурнатото Скопје, бившиот директор на Одделот за природни науки на УНЕСКО, Michael Fournier d'Albe (Lewis, 2010) истакнал дека најголемото достигнување во рамките на обновата на Скопје било создавањето на еден од само неколкуте градови во светот коишто се изградени како директен одговор на критериумите за земјотресен ризик.

БЛАГОДАРНОСТ

Овој текст во голема мера е базиран врз истражување спроведено во рамките на студискиот престој на авторот во Martin Centre for Architectural and Urban Studies, University of Cambridge, Cambridge и последователните истражувања во оваа област. Авторот ја користи оваа можност да му се заблагодари на Dr Robin Spence, Professor Emeritus, University of Cambridge, за укажаната можност и поддршка да го спроведе ова истражување. Трудот е посветен на Павлина-Пале Ќирчановска, братучетката на авторот, и на сите оние кои трагично го загубија својот живот во скопскиот земјотрес од 26 јули 1963 година.

Литература

- Alexander, D (1995): Natural Disasters, UCL Press: London.
 Арсовски, Т (1989): Скопје: Урбанистичко планирање и архитектура: 1945-1985, Книга 3, Собрание на град Скопје: Скопје.
 Coburn A and Spence R (1992): Earthquake Protection, John Wiley and Sons: Chichester.
 Davis I (1975): 'Skopje Rebuilt: Reconstruction Following the 1963 Earthquake', Architectural Design, No.11, pp. 660-663.
 Greene, MR (1987): 'Skopje, Yugoslavia: Seismic Concerns and Land Use Issues During the First Twenty Years of Reconstruction Following a Devastating Earthquake', Earthquake Spectra, No.1, pp. 10-19.
 Јордановски, К (1993): Скопје: Катастрофа – Реконструкција – Искуство, Матица македонска, Скопје.
 Kultermann, U (1970): KenzoTange – 1946-1969 – Architecture and Urban Design, Pall Mall Press: London.
 Ladinski V (1989): '26 Years of Earthquake Mitigation Programmes in Skopje, Yugoslavia', Disaster Management Course - Earthquakes and Related Hazards: Mitigation and Preparedness Planning, Cambridge Architectural Research Limited and the Martin Centre for Architectural and Urban Studies: Cambridge.
 Ladinski V (1997): 'Post 1963 Skopje Earthquake Reconstruction: Long Term Effects', in Awotona A (Ed.): Reconstruction after Disaster: Issues and Practices, Ashgate: Aldershot, pp. 73-107.
 Lagorio, HJ (1990): Earthquakes: An Architect's Guide to Nonstructural Seismic Hazard, John Wiley and Sons: New York.
 Lewis, J. (2010): Some Precedents for Post-Earthquake Reconstruction: A bibliography of the Work of Adolf Ciborowski. Radical Interpretations of Disaster: Radix. Online (03.07.2013)
<http://wzeu.ask.com/r?t=p&d=eu&s=uk&c=a&p=a16&dqi=&askid=&l=dir&o=0&oo=0&sv=0a6d0045&ip=5b7d2855&id=BB6B606B429AF4900F865CB4682C52E2&q=adlof+ciborowski+--+james+lewis+20&p=1&q=0&ac=650&g=2a28UZ6qEqNq2q&cu.wz=0&en=te&io=0&ep=&eo=&b=a003&bc=&br=&tp=d&ec=1&pt=Ciborowski%2C%20Adolf%20-%20Radical%20Interpretations%20of%20Disaster&ex=tsrc%3Dtled&url=&u=http://www.radixonline.org/resources/Adolf%20Ciborowski%20--%20James%20Lewis%2020%20Feb%202010.doc>
 Milutinovic Z, Trendafilovski G and Olumceva T (1995): 'Disaster Preparedness Planning for Small and Medium Size Hospitals in Based on Structural, Nonstructural and Functional Vulnerability Assessment', Report IZIIZ 95-68, Institute of Earthquake Engineering and Engineering Seismology, University St Cyril and Methodius, Skopje and World Health Organisation, Regional Office for Europe, Copenhagen: Skopje.
 Mihailov V and Talaganov K (1985): 'Seismic Hazard of Skopje Area', Edilizia Popolare, No.187, pp. 11-17.
 Petrovski J and Milutinovic Z (1988): 'Vulnerability and Seismic Risk Assessment of Old Towns', in Proceedings of the 1st International Seminar on Modern Principles in Conservation and Restoration of Urban and Rural Cultural Heritage in Seismic-Prone Regions, RZZSK – IZIIIS – ICCROM: Skopje, pp. 153-164.
 Verney, P (1979): The Earthquake Handbook, Paddington Press: New York.

Проф. д-р Златко СРБИНОСКИ
Асист. м-р Златко БОГДАНОВСКИ
Градежен факултет
Универзитет „Св.Кирил и Методиј“, Скопје

ПРИМЕНА НА САТЕЛИТСКОТО ПОЗИЦИОНИРАЊЕ ЗА ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА ГЕОДИНАМИКАТА НА СКОПСКАТА КОТЛИНА

ПОСТОЈАТ ПОВЕЌЕ МЕТОДИ ЗА ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА ДЕФОРМАЦИИТЕ НА ЗЕМЈИНАТА КОРА, А СИТЕ ТИЕ СЕ БАЗИРААТ НА СПОРЕДБА НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОД МЕРЕЊАТА КОИ ВО РАЗЛИЧНИ ВРЕМЕНСКИ ИНТЕРВАЛИ СЕ ИЗВЕДУВААТ НА ОДНАПРЕД ДЕФИНИРАНА ГЕОДЕТСКА ОСНОВА. АКО СТАНУВА ЗБОР ЗА ОПРЕДЕЛУВАЊЕ ГЛОБАЛНИ ГЕОДИНАМИЧКИ ФЕНОМЕНИ (НА ТЕРИТОРИЈАТА НА ЕДНА ДРЖАВА ИЛИ ПОШИРОКО), ТОГАШ ВООБИЧАЕНО СЕ КОРИСТАТ МЕРЕЊА НА ДЕЛОВИ ОД ТРИГОНОМЕТРИСКАТА МРЕЖА, КОЈА Е ПРАВИЛНО РАСПОРЕДЕНА НА ЦЕЛАТА ДРЖАВНА ТЕРИТОРИЈА. АКО СТАНУВА ЗБОР ЗА ПРИМЕНА НА GNSS-ТЕХНОЛОГИЈАТА, ТОГАШ НАВЕДЕНАТА УЛОГА ЈА ПРЕЗЕМААТ АКТИВНИТЕ ИЛИ ДЕЛ ОД ПАСИВНИТЕ GNSS-МРЕЖИ

Со развојот на новите средства за проучување на обликот на Земјата и нејзиното гравитациско поле, потоа со зголемување на точноста на мерењата и добивањето на доволно точни повторливи мерења во определени временски интервали, се отвораат можности за определување на временски корелираните варијации во обликот и димензиите на Земјата. Со тие проучувања се занимаваат новите гранки на физичката геодезија:

- **Кинематичката геодезија** која ги проучува промените на положбата на точките и елементите на гравитациското поле со текот на времето и
- **Динамичката геодезија** која ги проучува силите кои ги предизвикуваат промените во обликот и гравитациското поле на Земјата.

Овие две релативно нови научни дисциплини се обединети во едно интердисциплинарно подрачје кое претставува сублимат на делови од геодезијата, геофизиката, сеизмологијата, океанографијата и астрономијата и се нарекува геодинамика. Во суштина, геодинамиката како дисциплина има за задача да ги проучува поместувањата предизвикани со внатрешни и надворешни сили и нивното влијание на површината на Земјата и литосферата, потоа запознавањето на геодинамичките процеси, поточно влијанието на внатрешните и надворешните сили чиј краен резултат е обликувањето на Земјината површина итн. Кога станува збор за аквизициските методи потребни за следење на геодинамиката, треба да се истакне дека во суштина тие претставуваат методи кои во голема мера се идентификуваат со методите за определување на деформации на специфични инженерски објекти, како и за определување на поместувања на земјени маси. Во согласност со начинот и постапките за аквизиција на податоците, геодетските методи може да се поделат во две групи и тоа:

- Класични методи за аквизиција на податоци, и
- Современи методи за аквизиција на податоци.

Во класичните методи за аквизиција на податоци потребни за следење на геодинамиката спаѓаат:

- Триангулацијата
- Трилатерацијата, и
- Прецизниот геометриски нивелман.

Во современите методи спаѓаат:

- GNSS¹ системите и
- Далечинската детекција.

Современата геодетска мерна технологија (особено GNSS-технологијата) овозможува добивање на посакуваната точност при дефинирањето на деформациите, а таа точност кај положбените деформации вообичаено се движи во границите од ± 1 до ± 3 мм, додека точноста на определувањето на висинските деформации (особено на релативно ограничени мали подрачја) е уште подобра и се движи во границите од 0.5 до 0.9 mm/km. Притоа, од клучно значење е дефинирањето на стабилна геодетска основа на која ќе се изведуваат сериите од геодетски мерења, со чија споредба се доаѓа до податоците за деформациите на Земјината кора. Со појава на современата GNSS-технологија, истата има тенденција во целост да ја истисне класичната геодетска мерна технологија на полето на геодинамиката, особено ако станува збор за мерење на страни подолги од 10 км. Современите двофреквентни GNSS-приемници ги определуваат базните вектори (со користење на релативната статичка метода) со висока прецизност, која е сосема соодветна кога станува збор за дефинирање на положбените деформации.

Постојат повеќе методи за определување на деформациите на Земјината кора, а сите тие се базираат на споредба на резултатите од мерењата кои во различни временски интервали се изведуваат на однапред дефинирана геодетска основа. Ако станува збор за определување на глобални геодинамички феномени (на територијата на една држава или пошироко), тогаш вообичаено се користат мерења на делови од тригонометриската мрежа, која е правилно распоредена на целата државна територија. Ако станува збор за примена на GNSS-технологијата, тогаш наведената улога ја преземаат активните или дел од пасивните GNSS-мрежи.

Од друга страна, за дефинирање на локални геодинамички феномени, најчесто се користат делови од градските микротригонометриски

1 Глобални навигациски сателитски системи - системи за сателитско позиционирање. Во овој момент активни се два системи за сателитско позиционирање: американскиот GPS (Global Positioning System) и рускиот GLONASS (GLObalna NAvigaciska Sputnikova Sistema).

мрежи. Начинот на стабилизација на точките од овие микро мрежи гарантира изведување на квалитетни и прецизни GNSS-мерења. Во рамките на овој труд, за определување на геодинамиката на Скопската Котлина, искористени се точки од микро тригонометриската мрежа на градот Скопје.

ГЕОГРАФСКА ПОЛОЖБА НА СКОПСКАТА КОТЛИНА

На територијата од Република Македонија е констатирана мрежа на поголем број котлински просторни целини кои се разликуваат меѓу себе според територијалниот опфат, морфогенезата, географското протегање и топоположба во рамките на Р. Македонија. На северниот дел од територијата на нашата држава е распослана Скопската Котлина. Во нејзиниот централен дел се наоѓа главниот град Скопје, кој претставува урбана средина околу која гравитираат голем број рурални средини. Скопската Котлина ја зафаќа територијата која е ограничена со водоразделната линија по планините Голешница, Караџица, Сува Планина, делови од Сува Гора и Жеден (границата го сече кањонот Матка на реката Треска во близина на браната Козјак) од десната страна на Вардар, а потоа

преку Дервенската Клисура на Вардар преку водоразделот на Шар Планина (преку клисурата на реката Пчиња), Скопска Црна Гора и Градиштанска Планина се спојува со водоразделот по планината Голешница во близина на вливот на реката Пчиња во Вардар во Таорската Клисура. Во овие рамки котлината зафаќа 1924 km², од кои 344 km² се рамничарски простор кој се наоѓа во границите од 150 до 300 m надморска височина.

Просторната локација на Скопската Котлина е дефинирана со географските координати:
 $\varphi = 42^{\circ} 00'$ $\lambda = 21^{\circ} 26'$

ГЕОТЕКТОНСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА СКОПСКАТА КОТЛИНА

Скопската Котлина како тектонски поим претставува неотектонска и современа вметната депресија, која е оформена како резултат на слегнувањето на овој регион во неогенкватерниот период.

Неогените таложенија кои се широко застапени во котлината, сега излегуваат на површината во оние делови на депресија кои во најновиот квартален

период се подложни на издигнување. Областа јужно од градот Скопје, па сè до Катланово и Таор кои денес имаат тенденција на тонење изградена е од дебели, поголеми од 200 метри квартални талози. Постојните податоци за геолошката градба на Скопската Котлина и геоморфолошките проучувања ни укажуваат дека неогените талози се езерски седименти. Неогени седименти се среќаваат на надморска височина од околу 900 m, што значи дека во периодот на максималната езерска трансгресија, планината Водно претставувала остров кој се издигал над неогеното езеро во висина од 150 метри.

Второ место по интензитет на издигнување зазема пределот на планината Скопска Црна Гора. Тој претставува засебен тектонски блок кој на југозапад и исток има тенденција за релативно брзо издигнување од соседните релјефни форми. Врз база на определени анализи е дојдено до заклучок дека на источниот крај од овој масив, поточно кај селото Никуштак се јавува карактеристичен расед. Во целина, раседите кои ја ограничуваат Скопска Црна Гора покажуваат високо ниво на сеизмичност, на што укажуваат и најновите сеизмолошки податоци добиени од Сеизмолошката опсерваторија во Скопје. Едно засебно и сеизмички активно подрачје со јака дислоцирана раседна зона претставува подрачјето од Катланово на северозапад, па сè до селото Бразда во југозападните падини на Скопска Црна Гора. Ова подрачје во споредба со другите подрачја не само што интензивно се издига, туку трпи и хоризонтални поместувања во северозападен правец. Во ова подрачје се констатирани епицентри на земјотреси кои се на длабочина од 210 km.

Изложените факти за геолошката структура на Скопската Котлина и за нејзината тектонска состојба ни даваат низа од параметри кои покажуваат дека Скопскиот земјотрес од 26 јули 1963 година е во тесна врска со положбата на котлината во однос на тектонските основни структурни елементи на територијата на Македонија и нивната еволуција, како и положбата и правецот на спуштање, односно издигнување на поедини блокови во внатрешноста на котлината.

ПРОЕКТИРАЊЕ НА GNSS-МРЕЖАТА ЗА СЛЕДЕЊЕ НА ГЕОДИНАМИКАТА НА СКОПСКАТА КОТЛИНА

Земајќи ги предвид сите геотектонски и геоморфолошки сознанија за територијата на

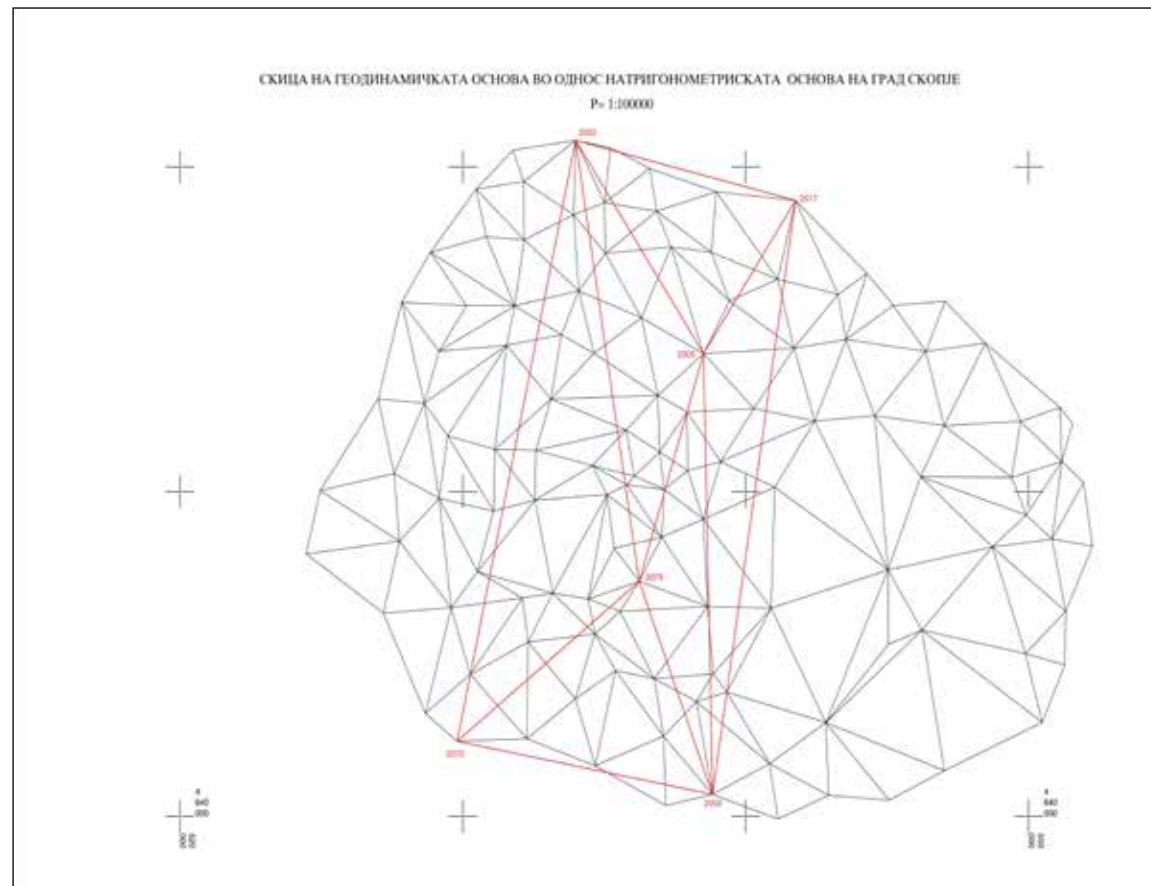
Скопското епицентрално подрачје и Скопската Котлина како дел од него, се доаѓа до заклучок дека воспоставувањето на мрежа од точки за кои ќе се определуваат координати во различни временски периоди и дефинирањето на поместувањата на овој регион во зависност од геодинамичките случувања е повеќе од неопходна.

Со оглед на денешните техничко-технолошки достигнувања на мерната технологија, како најдобар избор за вршење на мерења за определување на координати на точки се издвојува системот за глобално позиционирање. При воспоставување на основа за GNSS-мерење со цел да се определат геодинамичките поместувања, потребно е точките на кои ќе се врши мерење да бидат стабилизирани соодветно и фундирани на стабилно тло (гледано во микро простор).

Аналогно на претходното, столбовите од градската тригонометриска мрежа на градот Скопје претставуваат адекватен избор за оваа намена. Имено, градската тригонометриска мрежа се карактеризира и со други важни карактеристики од аспект на искористување на дел од неа како геодинамичка основа, односно основа за определување на геодинамички поместувања. Една од овие важни карактеристики претставува и распространетоста на мрежата по целата Скопска Котлина и на планинските масиви околу неа. Ова доведува до можност за избор на точки за воспоставување на основата за геодинамичко набљудување.

Самото проектирање за распоредот на точки и оформувањето на мрежата за геодинамички набљудувања се темелеше врз практичната сеопфатност на карактеристичните релјефни структури кои имаат геодинамичка активност. Изборот на точки од градската тригонометриска мрежа кои ја формираат основата за определување на геодинамиката на Скопската Котлина се базирале врз неколку услови. Како основен услов поставен при проектирањето беше поставеноста на точките и нивниот распоред во однос на Скопската Котлина, како и во однос на масивите Скопска Црна Гора и Водно. Исто така, воспоставен беше услов од геометриски аспект да се формира рационална геометриска форма од каде мрежата ќе ги задоволи стандардите при проектирање на геодетските мрежи. Заради задоволување на условот на пристапност на точките се избраа точки до кои може релативно лесно





Слика 3. Геодинамичка основа

да се пристигне (со возило). Според сето претходно, изборот падна на следните 6 тригонометриски точки:

- Тригонометриската точка \$ 2003 која се наоѓа на падините на Скопска Црна Гора, во близината на селото Мирковци и која претставува најсеверната точка од тригонометриската мрежа на градот Скопје;
- Тригонометриската точка \$ 2017 која се наоѓа во селото Булачани на југоисточните падини на Скопска Црна Гора;
- Тригонометриската точка \$ 2009 која се наоѓа во централниот дел на Скопската Котлина, поточно во населбата Бутел;
- Тригонометриската точка \$ 2079 која е поставена во месноста Марково Кале на централниот дел од планинскиот масив Водно;
- Тригонометриската точка \$ 2059 која се наоѓа на територијата на селото Батинци, во југоисточниот дел на падините на Водно, и
- Тригонометриската точка \$ 2070 која е поставена на југозападните падини од планината Водно, поточно во близина на селото Говрлево.

Распоредот на точките и оформената мрежа, како и нивната локација во однос на градската тригонометриска мрежа е прикажан на слика 3. Основните карактеристики на мрежата за определување на геодинамиката на Скопската Котлина се:

- Таа е составена од 6 точки;
- Точките претставуваат бетонски столбови, прописно фундирани и со облик на пресечени четири страни пирамиди;
- Мрежата којашто ја формираат овие точки зафаќа правец од североисток кон југозапад и практично ги поврзува планинските масиви Водно и Скопска Црна Гора.
- Максималното растојание во мрежата е помеѓу точките \$ 2003 и \$ 2059 и изнесува 20.7 km;
- Минималното растојание во мрежата е помеѓу точките \$ 2017 и \$ 2009 и изнесува 5.7 km.

На слика 4 е прикажан описот на една од точките од геодинамичката основа.

Име на точката: 2009 Лозарство Бутел						
сигнал	Облик: Пирамида Боја:Бела	Растојание	Од точката	Над точката	Над земјата 1.20 м	Оператор: Златко Богдановски

КООРДИНАТИ НА ТОЧКАТА

WGS 84

ϕ =	42° 01' 52.88602" N
λ =	21° 27' 35.11145" E
h=	362.592 m

Координати во државниот систем

Y=	538509.423 m
X=	4654249.245 m
H=	317.190 m

Слики за точката



Приближна скица



Слика 4. Опис на стабилизацијата на точка од геодинамичката основа

ИНСТРУМЕНТИ ЗА ИЗВЕДУВАЊЕ НА ТЕРЕНСКИТЕ GNSS-МЕРЕЊА

Самото мерење во рамките на системот за глобално позиционирање се врши со соодветна мерна технологија и соодветна опрема. Инструментите со коишто се вршат мерењата за геодинамички цели треба да поседуваат одредени карактеристики и да задоволат определени стандарди, коишто доведуваат до посакуваната точност на мерените базни вектори.

Основната опрема за GNSS-мерењата ја сочинуваат GNSS-приемникот (GNSS-ресивер), антената и контролерот (контролната единица).

Денес постојат голем број реномирани производители на инструменти и опрема за глобално позиционирање. Меѓу најпознатите се Leica Geosystems и Trimble.

Во мерните кампањи спроведени за воспоставување на геодинамичката основа за Скопската Котлина, беа користени 4 инструменти од реномираната швајцарска компанија Leica Geosystems и 2 приемника од американската компанија Trimble.

Од производителот Leica Geosystems беа користени два приемника од типот Leica GX1230 и два приемника од типот Leica ATX1230

На следните слики се прикажани двата типа приемници.



Слика 5. Приемник Leica GX1230 (лево)
Слика 6. Приемник Leica ATX1230 (десно)

Во табелата што следува се прикажани точностите

Табела 1. Точност на GNSS-мерењата според мерната метода

Начин на мерење	Тип на приемник			
	Leica GX1230		Leica ATX1230	
	Хоризонтална точност	Вертикална точност	Хоризонтална точност	Вертикална точност
Статика	±3mm+0.5 ppm	±6mm+0.5ppm	±3mm+0.5 ppm	±6mm+0.5ppm
Брза статика	±5mm+0.5ppm	±10mm+0.5ppm	±5mm+0.5ppm	±10mm+0.5ppm
Кинематика	±10mm+1ppm	±20mm+1ppm	±10mm+1ppm	±20mm+1ppm
Кодно мерење	Околу 25 cm		Околу 25 cm	

на мерење според начинот на мерење за овие два приемника.

Двата приемника Trimble R6 коишто беа користени за изведување на GNSS-кампањите, спаѓаат во групата на двофреквентни приемници со интегрирани антени.



Слика 7. Приказ на приемник со антена Trimble R6

Овие приемници се контролираат со Trimble TSC2-контролери или со Trimble CU-контролери.

Во табела 2 се прикажани декларираниите точности од производителот за инструментот во зависност од начинот на мерење.

Табела 2. Точност на GNSS-мерењата според мерната метода

Начин на мерење	Хоризонтална точност	Вертикална точност
Статика и брза статика	±5mm+0.5ppm	±5mm+1ppm
Кинематика	±10mm+1ppm	±20mm+1ppm
Кодно ГПС позиционирање	±25 cm+1ppm	±50 cm+1ppm

По завршување на мерењата во статичкиот мод, потребно е да се изврши нивна обработка. За таа цел се употребуваат најразлични софтверски програми.

Обработката на податоците од мерењата е извршена со софтверските продукти Leica Geo Office и Trimble Geomatics Office.

АНАЛИЗА НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОД GNSS-МЕРЕЊАТА НА ГЕОДИНАМИЧКАТА ОСНОВА НА СКОПСКАТА КОТЛИНА

Анализата на геодинамичките феномени може да се врши од различни аспекти и истата претставува мултидисциплинарно подрачје на истражувања. Во тој склоп на истражувања, задачата на геодезијата се сведува на утврдување на хоризонталните и вертикалните поместувања на Земјината кора, во рамките на геодинамичките основи кои ја покриваат определена територија. За утврдување на поместувањата (деформациите) на Земјината кора, потребно е да се извршат повеќе серии мерења, за потоа да се изврши споредување на нивните резултати.

Во трудот се анализирани резултатите од GNSS-мерењата на геодинамичката основа на Скопската Котлина. Од споредбата на две или повеќе серии GNSS-мерења можат да се извлечат заклучоци за хоризонталните (плошните) поместувања на Земјината кора, додека за определување на вертикалните деформации потребно е да извршат обемни нивелмански мерења.

Како што веќе беше нагласено, проектираната геодинамичка основа на Скопската Котлина се состои од 6 точки, чишто позиции се дефинирани врз основа на активните раседни структури.

На така дефинираната основа се извршени две серии мерења:

- Првата серија е извршена во октомври 2008 година, во рамките на магистерскиот труд „Воспоставување на ГПС-основа за определување на геодинамиката на Скопската Котлина“ од м-р Златко Богдановски.
- Втората серија мерења е извршена во септември 2012 година, во рамките на научниот проект „Употреба на GNSS-референтните станици за добивање на реални временски атмосферски модели за временска прогноза и мониторинг на тектонските поместувања“.

Двете серии мерења се карактеризираат со стандардни параметри кои се користат за геодинамички потреби:

- Во мерењата се користени двофреквентни GNSS-приемници;
- Минимална должина на набљудувачка сесија на секоја мерна точка е 8 часа;
- Регистрација на податоците е вршена во временски интервали од 15";
- При обработката на податоците се користени прецизни ефемериди.

Двете серии мерења се обработени со софтверскиот пакет Leica Geo Office.

Резултатите од израмнувањето на базните вектори и пресметувањето на координатите за точките од

Табела 3. Геоцентрични координати на точките во првата серија (2008 г.)

Точка	Координати (WGS 84)				Точност
	X	Y	Z	m _p	
2003 Мирковци	4413633.8708	1730176.2492	4253435.9154	0.0012	0.0022
2009 Бутел	4415994.0400	1735923.9510	4248434.4742	0.0011	0.0020
2017 Булачани	4412038.3425	1737888.5576	4252091.9738	0.0010	0.0019
2059 Батинци	4424433.4789	1739503.3525	4238416.9017	0.0011	0.0020
2070 Говрлево	4426812.5409	1730750.6561	4239793.4217	0.0012	0.0022
2079 Марково Кале	4421374.3783	1735554.9321	4243399.5917	0.0008	0.0015

Табела 4. Геоцентрични координати на точките во втората серија (2012 г.)

Точка	Координати (WGS 84)				Точност
	X	Y	Z	m _p	
2003 Мирковци	4413631.8634	1730175.9734	4253434.8726	0.0020	0.0038
2009 Бутел	4415992.0008	1735923.6636	4248433.3820	0.0018	0.0035
2017 Булачани	4412036.3520	1737888.2920	4252090.9418	0.0018	0.0035
2059 Батинци	4424431.4916	1739503.0819	4238415.8632	0.0020	0.0039
2070 Говрлево	4426810.5567	1730750.3876	4239792.3850	0.0019	0.0038
2079 Марково Кале	4421372.3615	1735554.6535	4243398.5235	0.0014	0.0027

геодинамичката основа во првата и втората серија укажуваат дека истите се определени со висока положбена прецизност, која се движи помеѓу ± 12 mm.

Геоцентричните координати на точките, како и нивната точност во првата серија се прикажани во табела 3, додека координатите и точноста на позиционирањето на точките во втората серија се прикажани во табела 4.

Заради природата на GNSS-мерењата, резултатите од израмнувањата на слободните мрежи (каков што е и нашиот случај) не се директно споредливи меѓу себе. Затоа е потребно трансформирање на мерењата од двете серии во ист геодетски датум. Еден од начините за таква трансформација, кој се користи во делот на геодинамиката е усвојување на заеднички координати за една точка во мрежата во двата система (серији). Во нашиов случај, за таа цел е искористена точката 2070 Говрлево, за која се усвоени координатите од првата серија, а сите останати точки од втората серија се транслаторно поместени.

Како што веќе беше нагласено на почетокот, постојат повеќе начини на анализа на мерените големини, а во рамките на трудот ќе биде извршена анализата на површинските деформации, добиени врз основа на двете серии мерења. Таквата анализа се темели на споредбата на израмнетите базни вектори, а за таа цел е потребно елипсоидните координати на точките да се трансформираат во правоаголни координати во некоја од познатите картографски проекции.

Со помош на првата картографска задача, елипсоидните координати на точките од двете серии (добиени врз основа на геоцентричните координати) се трансформирани во правоаголни координати во попречна цилиндрична конформна картографска проекција. Притоа, со оглед на карактеристиките на површинските анализи, во трансформацијата се вклучени само елипсоидните координати (B, L), додека елипсоидната висина (h) не е предмет на наведените анализи, а со тоа ни на самата трансформација.

Правоаголните координати на точките од геодинамичката основа во првата серија се прикажани во табела 5, додека правоаголните координати на точките во втората серија се прикажани во табела 6.

Врз основа на правоаголните координати на точките

Табела 5. Правоаголни координати на точките во првата серија (2008 г.)

Точка	Координати	
	Y	X
2003 Мирковци	498251.8742	4661711.1838
2009 Бутел	502739.8363	4655119.9332
2017 Булачани	506013.2963	4659821.1125
2059 Батинци	502988.7711	4641544.6331
2070 Говрлево	493972.7656	4643225.3418
2079 Марково Кале	500430.9441	4648117.7000

Табела 6. Правоаголни координати на точките во втората серија (2012 г.)

Точка	Координати	
	Y	X
2003 Мирковци	498251.8758	4661711.1955
2009 Бутел	502739.8387	4655119.9308
2017 Булачани	506013.3012	4659821.1192
2059 Батинци	502988.7702	4641544.6343
2070 Говрлево	493972.7656	4643225.3418
2079 Марково Кале	500430.9465	4648117.6993

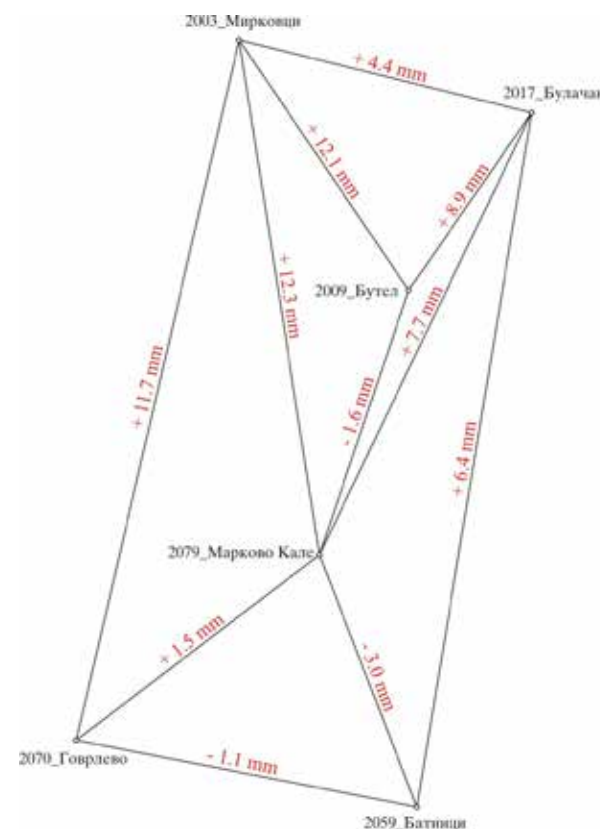
Табела 7. Споредба на базните вектори во двете серии

Базен вектор	Вредности		Разлики (мм)
	2008	2012	
2070 2003	18974.6443	18974.6560	11.7
2070 2079	8102.0515	8102.0530	1.5
2070 2059	9171.3214	9171.3203	1.1
2059 2079	7053.2041	7053.2011	3.0
2059 2017	18525.0493	18525.0557	6.4
2079 2003	13767.0312	13767.0435	12.3
2079 2009	7373.0762	7373.0746	1.6
2079 2017	12966.5925	12966.6002	7.7
2009 2003	7974.1074	7974.1195	12.1
2009 2017	5728.5799	5728.5888	8.9
2003 2017	7988.2440	7988.2484	4.4

се пресметани дефинитивните вредности на базните вектори во двете серии кои потоа се споредени меѓу себе. Резултатите од анализата се прикажани во табела 7 и на слика 8.

Од податоците во табелата 7 и слика 8, може да се забележи дека максималните разлики на базните вектори се јавуваат кон точката 2003_Мирковци и истите изнесуваат од 11.7 mm до 12.3 mm. Тоа укажува на фактот дека таа точка е сигнификантно поместена.

Слични резултати, само со нешто помал интензитет



Слика 8. Споредба на базните вектори во двете серии

се регистрираат и на точката 2017_Булачани. Деформациите на базните вектори кон оваа точка имаат интензитет од 6.4 mm до 8.9 mm, што исто така укажува на сигнификантно поместување на оваа точка.

Поместувањата на точките 2003 и 2017 укажуваат на можен активен расед кој минува помеѓу нив и останатите точки, како и на расед помеѓу точките 2003 и 2017.

За разлика од споменатите точки, кај останатите базни вектори не се забележани сигнификантни разлики кои би упатувале на констатации за поместување на тие точки од геодинамичката основа. Имено, резултатите од табелата укажуваат на деформации кои се речиси во границите на точноста на мерењето, од што се наметнува заклучок за релативната стабилност на точките од централниот и јужниот дел од мрежата.

ЗАКЛУЧОК

При анализирањето на геодинамиката на Скопската Котлина треба да се имаат предвид следните заклучоци и препораки:

- Современата геодетска GNSS-технологија, заради предностите кои ги нуди,

како и заради високата точност на позиционирањето, може да се користи при определувањето на површинските деформации на Земјината кора.

- Временската разлика помеѓу двете серии GNSS-мерења од околу 4 години, овозможува да се добијат квалитетни и сигнификантни резултати за деформациите на Земјината кора во делот на Скопската Котлина.
- За утврдување на евентуални трендови во деформациите на Земјината кора, неопходно е извршување на повеќе серии GNSS-мерења (со определена периодика), чии резултати би се споредувале со нултата серија.
- За посеопфатни анализи на геодинамичките феномени на подрачјето на Скопската Котлина, неопходно е проширување на геодинамичката мрежа со нови столбови од микротригонометриската мрежа на градот Скопје. Тие точки би требало да бидат избрани по консултација со соодветни стручни лица од областа на геологијата и сеизмиката. На тој начин би се формирала посеопфатна и поквалитетна основа за следење на геодинамиката на Скопската Котлина.

ИЗВОРИ

- Богдановски З. (2008):** Воспоставување на ГПС-основа за определување на геодинамиката на Скопската Котлина, магистерска работа, Градежен факултет, Скопје.
- Bogdanovski Z., Srbinoski Z. (2009):** Establishing of GNSS frame for geodynamics determination of Skopje Valley, BALGEOS meeting, Sarajevo, Bosnia & Hercegovina.
- Господинов С. (2011):** Определяне на блоково обусловени равнинни деформации на земната кора посредством измерени просторствени хорди, Военно-географска служба, Софија.
- Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., Wasle, E. (2008):** GNSS – Global Navigation Satellite System. GPS, GLONASS, Galileo, and more, SpringerWien-NewYork, 1st edn.
- Leick A. (2004):** GPS satellite surveying - third edition, John Wiley & Sons, USA.
- Plag H. P. (2009):** The Global Geodetic Observing System (GGOS), a Key Component in the Global Earth Observation System of Systems, University of Nevada, Reno.
- Srbinoski Z., Jovanov J., Bogdanovski Z., Gorgiev G., Dimeski S. (2013):** Use of GNSS station networks to provide close to real time atmospheric models for weather forecast and monitoring of tectonic movements, Scientific project, TU Wien - Vienna, University of St Cyril and Methodius - Skopje.

НОВИ СИСТЕМИ ЗА СЕИЗМИЧКА ИЗОЛАЦИЈА НА МОСТОВИ СО ПРИМЕНЕТИ ЕФИКАСНИ УРЕДИ ЗА МОДИФИКАЦИЈА НА СЕИЗМИЧКИОТ ОДГОВОР

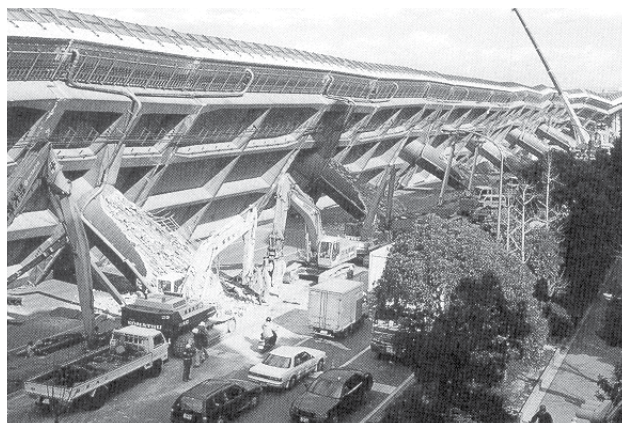
**КРАЈНИОТ ЦЕЛ ОД ПРОЕКТОТ Е СОЗДАВАЊЕ НА НОВИ
ИНОВАТИВНИ СИСТЕМИ ЗА СЕИЗМИЧКА ЗАШТИТА НА МОСТОВИ
СО ВОВЕДУВАЊЕ ВО ПРИМЕНА НА УНАПРЕДЕНИ ТЕХНОЛОГИИ ЗА
СЕИЗМИЧКА ИЗОЛАЦИЈА КОИ ИМААТ СПОСОБНОСТ ДА ОБЕЗБЕДАТ
ЕФИКАСНА ЗАШТИТА НА ПОСТОЈНИ И НОВИ МОСТОВИ ОД
СЕИЗМИЧКИ ОШТЕТУВАЊА**

ИНОВАТИВЕН НАТО-ПРОЕКТ: Во Институтот за земјотресно инженерство и инженерска сеизмологија (ИЗИИС) се вршат интегрални експериментални и аналитички истражувања кои се фокусирани на развојот на иновативна технологија за сеизмичка изолација и сеизмичка заштита на мостови во рамките на тригодишниот проект од НАТО-програмата „Наука за мир“ под наслов „Сеизмичко унапредување на мостови во Југоисточна Европа со примена на иновативни технологии“. Крајниот производ од проектот претставува создавање на нови иновативни системи за сеизмичка заштита на мостови со воведување во примена на унапредени технологии за сеизмичка изолација кои имаат способност да обезбедат ефикасна заштита на постојни и нови мостови од сеизмички оштетувања. Во овој текст накратко е презентиран проектот и само селектирани резултати од тестирањето на иновативен модел на мост во голем размер изграден со новиот ML-MD-H систем за сеизмичка изолација, контрола на вибрации и модификација на одговор (RM). Развиениот и изграден модел на мост во голем размер со оптимизираниот RM-систем од типот ML-MD-H беше тестиран на вибро-платформата во ИЗИИС од влијание на симулирани реални сеизмички движења на тлото. Истражувањето резултираше во развој на нов систем за сеизмичка изолација и сеизмичка заштита на мостови од типот ML-MD-H кој технолошки ги поддржува сите земји од југоисточна Европа во настојувањата нивната инфраструктура да ја усогласат со европските стандарди.

ОСНОВНИ ЦЕЛИ: Основните цели на проектот се широки и повеќекратни: (1) Развој на унапреден метод за дијагноза на состојбата на конструкцијата (SSD-метод), кој ќе обезбеди ефикасна евалуација на сигурноста на постојните мостови при експлоатациони товари и екстремни сеизмички влијанија; (2) Развој на напреден метод за избор на оптимална технологија за унапредување на мостови (BSU-метод), кој ќе претставува основна алатка од суштинско значење при донесување на значајни одлуки; (3) Развој и тестирање на прототипи на нови хистерезисни компоненти за дисипација на сеизмичка енергија (EDC) и уреди за дисипација на сеизмичка енергија (EDD); (4) Развој и тестирање на нов систем за изолација на мостови во кој е интегриран иновативниот концепт на дисипација

на сеизмичка енергија на повеќе нивоа и во повеќе правци, како и на систем на глобално оптимизиран баланс на сеизмичката енергија (ML-GOSEB-систем); (5) Воспоставување на напредни сеизмички процедури на проектирање со примена на ML-GOSEB системот за сеизмичка заштита на нови и постојни мостови; (6) Објавување на значајните сознанија кои резултираат од Проектот, за да се стимулира примената на напредните технологии на сеизмичка заштита; (7) Мотивација на крајните корисници кон примена на иновативни технологии за сеизмичка заштита; (8) Мобилизирање на научниот потенцијал во регионот за напредно решавање на комплексни проблеми поврзани со сеизмичката сигурност на постојни и нови мостови и промоција на трајна и плодна меѓународна соработка; (9) Воспоставување на нова регионална мрежа за сеизмичка изолација (ReSIN) за развој и промоција на напредни технологии за сеизмичка заштита на конструкции (како долгорочна придобивка во регионот на југоисточна Европа од НАТО-проектот).

ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА НА РЕЗУЛТАТИТЕ: Крајните корисници на крајниот производ и иновативните резултати кои произлегуваат од реализацијата на овој научен проект, се надлежни владини институции (соодветни министерства) кои работат во областите на проектот и/или се одговорни за функционалноста на патните мрежи во секоја земја-учесник, одделно. Кодиректорите на овој иновативен проект од програмата „Наука за мир“ на НАТО, успешно воспоставија соработка со соодветните институции во нивните матични земји. Крајни корисници во Р. Македонија се: 1) Владата на Република Македонија, 2) Министерството за животна средина и просторно планирање и 3) Министерството за транспорт и врски; во Албанија: 1) Министерството за односи со јавност, транспорт и телекомуникација и 2) Министерството за животна средина и раководење со шуми и водни ресурси; во Босна и Херцеговина: 1) Федералното министерство за транспорт и телекомуникации и 2) Министерството за животна средина и туризам и во Србија: 1) Владата на Република Србија и 2) Провинциски секретаријат за архитектура, урбанизам и градежништво, Војводина, Србија. Поради големото значење на проектот, меѓународната соработката е успешно иницирана во повеќе специфични области.



Слика 1.1. Кобе, Јапонија, $M=7.2$, 1995, целосно уривање на линијата Hanshin



Слика 1.2. Целосно уривање, земјотрес во Чиле, магнитуда $M=8.8$, 27 февруари 2010

ОСТВАРЕНА СОРАБОТКА: Во Република Македонија, градоначалникот на Скопје, г. Коце Трајановски, директно го поддржа овој иновативен и во иднина апликативен проект и придонесе за успешната реализација на динамичкото тестирање (во октомври 2011 година) на двата моста-близнаци „Гоце Делчев“ во Скопје со примена на методот на мерење на амбиент-вибрации со набавената нова опрема од НАТО-проектот. За овој придонес и соработка ја изразувам мојата благодарност.

МЕЃУНАРОДНА ДИМЕНЗИЈА НА ПРОЕКТОТ:

Проектот вклучува истражувачи од пет држави: (1) Директор на проектот од земја-партнер на НАТО (PPD): проф. д-р Данило Ристик, редовен професор по земјотресно инженерство, Институт за земјотресно инженерство и инженерска сеизмологија (УКИМ-ИЗИИС), Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, Република Македонија; (2) Директор на проектот од земја-членка на НАТО (NPD): проф. д-р Уве Дорка, раководител на катедра за челични и композитни конструкции, Градежен факултет, Универзитет во Касел, Германија; (3) Кодиректор на проектот: проф. Ариан Лако, продекан, Градежен факултет, Политехнички универзитет во Тирана, Албанија; (4) Кодиректор на проектот: проф. д-р Дамир Зенуновиќ, Факултет за рударство, геологија и градежништво, Универзитет во Тузла, Босна и Херцеговина; (5) Кодиректор на проектот: проф. д-р Радомир Фолик, Факултет за технички науки, Универзитет во Нови Сад, Србија.

ДОКТОРАНТИ-СТИПЕНДИСТИ НА НАТО: По пат на прибирање на доставените пријави на јавен конкурс објавен во дневниот печат на Република

Македонија, а врз основа на остварениот највисок успех од претходното академско образование, раководството на НАТО-програмата „Наука за мир“ од Брисел, додели две стипендии на следните одбрани млади истражувачи-докторанти за да бидат активно вклучени во реализацијата на НАТО-проектот: (1) на м-р Исак Идризи, дипл. град. инж., студент на докторски студии во Институтот за земјотресно инженерство и инженерска сеизмологија (УКИМ-ИЗИИС), и (2) на м-р Јелена Ристик, дипл. град. инж., редовен студент на докторски студии, студиска програма: земјотресно инженерство, Институт за земјотресно инженерство и инженерска сеизмологија (УКИМ-ИЗИИС), Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, Република Македонија.

ВОВЕДНИ НАПОМЕНИ

Високиот сеизмички ризик кој се однесува на транспортните мрежи во југоисточна Европа претставува сериозна закана за безбедноста на луѓето, одржувањето на економскиот и општествениот развој, како и за сигурноста на регионот. Овој ризик до денес не е квантифициран, а не постојат ниту соодветни прецизни концепти за негово намалување. Повеќето од постојните мостови не се асеизмички проектирани и се постари од 40 години така што денес истите се високо повредливи од сеизмички товари и се јавува потреба за нивно брзо, доверливо и економично сеизмичко подобрување. Тешките оштетувања и целосните рушења на мостовски конструкции за време на земјотресите кои се случуваат во многу земји во светот во поново време (Јапонија, Чиле, Турција, САД, Кина, итн.), сл. 1.1 и сл. 1.2, јасно укажаа на итната потреба од усвојување на напредна технологија за



Слика 2.1. Мостот Кингдао Хаиван, Кина, претставува најдолг мост преку вода во светот (42.5 km)



Слика 2.2. Мостот Инчеон Гранд, Јужна Кореја (долг 12.3 km) беше отворен во 2009 год. и претставува втора врска меѓу островот Јеонгјонг и копното Инчеон

квалитативно подобрување на сеизмичката сигурност на традиционалните постојни и новите мостовски системи.

МОДЕРЕН ПРЕДИЗВИК ЗА СВЕТСКАТА ИНЖЕНЕРСКА ИНДУСТРИЈА ЗА МОСТОВИ

Конструктивното земјотресно инженерство кое посебно се однесува на стратешки мостовски конструкции, се идентификува и издвојува како централна и карактеристична експертска активност во модерната светска инженерска индустрија за мостови. Светските експерти, во улогата на главни проектантите на најважните светски конструкции, сè повеќе се организираат во тесно специјализирани експертски тимови кои се фокусираат на реализација на специфични проекти во полето на конструктивното земјотресно инженерство. Насакаде во светот сè повеќе се градат мостови со исклучително големи димензии (сл. 2.1 и сл. 2.2). Овие проминентни мостовски конструкции со својот изглед и конструкторска сложеност го одразуваат, на најтранспарентен начин, значајниот прогрес и високите достигнувања во модерното конструктивно земјотресно инженерство. Развојот и примената на успешни системи за сеизмичка заштита на изразито долги и големи мостови претставува најголем предизвик за научниците и експертите во полето на конструктивното земјотресно инженерство. Поради уникатноста на новите применети конструктивни системи и можните големи „изненадувања“, кои се однесуваат на интензитетот на идните сеизмички влијанија, неопходно е да се развијат нови напредни системи кои ќе бидат применливи за ефикасна сеизмичка заштита на модерните и уникатни мостовски конструкции.

ФУНДАМЕНТАЛНИ ИСТРАЖУВАЧКИ ЦЕЛИ НА ИНОВАТИВНИОТ ПРОЕКТ ВО РАМКИТЕ НА НАТО-ПРОГРАМАТА „НАУКА ЗА МИР“

Фундаменталните истражувачки цели на предметниот иновативен проект финансиран од НАТО-програмата „Наука за мир“ се фокусирани на оригинален развој (креирање) и експериментално докажување на новиот високоефикасен систем за сеизмичка изолација и сеизмичка заштита на мостови: ML-MD GOSEB-системот. Овој нов систем е развиен врз основа на оптимизирана интеграција на иновативните концепти за дисипација на сеизмичка енергија на повеќе нивоа (ML) и во повеќе правци (MD), како и остварување на глобално оптимизирана рамнотежа на дисипација на сеизмичката енергија (GOSEB). Новиот систем со високи перформанси за сеизмичка изолација и сеизмичко унапредување на мостови „ML-MD GOSEB-систем“ всушност претставува техничка иновација од големо значење која интегрира три многу важни предности: сеизмичка изолација, дисипација на сеизмичка енергија и ефективна контрола на поместувања. Со постигнатите напредни перформанси на сеизмичка изолација и сеизмичка заштита со создадениот ML-MD GOSEB-систем во согласност со тековната влезна сеизмичка енергија, се обезбедува целосна сеизмичка заштита на мостовските конструкции дури и од најсилни земјотреси. Во овој текст даден е краток приказ на завршените четири обемни програми за тестирање: Програма за тестирање-1: Тестирање на модели на четири системи за сеизмичка изолација (SIS); Програма за тестирање-2: Тестирање на шест нови типови на компоненти за дисипација на сеизмичка енергија (EDC); Програма за тестирање-3: Тестирање

на шест нови типови на уреди за дисипација на сеизмичка енергија (EDD); Програма за тестирање-4: Тестирање на вибро-платформа на шест иновативни типови на модели на мостови во голем размер, како и релевантни заклучоци од експерименталните и почетните аналитички истражувања. Крајниот резултат од овој иновативен проект во рамките на НАТО-програмата „Наука за мир“ претставува нова технологија која ги интегрира модификацијата на одговорот и сеизмичката изолација во ефикасен систем за сеизмичка заштита на мостови. Јасно е дека овој проект технолошки ги поддржува, на најдобар начин, сите инволвирани земји од југоисточна Европа во нивните напори да ја усогласат својата инфраструктура со ЕУ-стандардите.

ПРОГРАМА ЗА ТЕСТИРАЊЕ -1: ТЕСТИРАЊЕ НА МОДЕЛИ НА СИСТЕМИ ЗА СЕИЗМИЧКА ИЗОЛАЦИЈА (SIS)

Во состав на спроведената обемна експериментална програма-1 беше реализирана изведба и лабораториско тестирање на репрезентативни модели на четири најсоодветни уреди за сеизмичка изолација (SID) и системи за сеизмичка изолација (SIS), така што за време на тестовите беше симулирано повратно циклично товарење слично на дејство од сеизмички сили со постепено зголемување на амплитудите на поместувањето до граничниот капацитет на поместување (табела 4.1 и сл. 4.1).

ПРОГРАМА ЗА ТЕСТИРАЊЕ-2: ТЕСТИРАЊЕ НА НОВИ КОМПОНЕНТИ ЗА ДИСИПАЦИЈА НА ЕНЕРГИЈА (EDC)

Со експерименталната програма-2 беа реализирани нелинеарни квази-статички тестови на конструирани шест нови карактеристични типови на имплементирани компоненти за дисипација на

Табела 4.1. Експериментална програма-1: Прототипови на конструирани уреди за сеизмичка изолација (SID) на четири тестирани типови на системи за сеизмичка изолација (SIS) од влијание симулирани повратни циклични товари слични на дејство од земјотрес

Бр.	Конструирани модели за тестирање на четири типови на системи за сеизмичка изолација на мостови (SIS)	Проектирани прототипови	Произведени уреди	Реализирани тестови
1	Квадратни ламинирани гумени сеизмички лежишта (SIS тип 1: SQ-LRSB)	1	16	4
2	Кружни ламинирани гумени сеизмички лежишта (SIS тип 2: CI-LRSB)	1	16	4
3	Двојни сферични сеизмички лежишта на лизгање (SIS тип 3: DSSSB)	1	8	2
4	Двојни сферични сеизмички лежишта - ролери (SIS Type 4: DSRSB)	1	8	4
ВКУПНО		4	48	14

сеизмичка енергија (EDC). Сите EDC-прототипови се тестирани до голема нелинеарност од влијание на циклични товари (Табела 5.1) бидејќи истите ги претставуваат најосновните делови на развиените шест нови типови на уреди за дисипација на енергија (EDD).

ПРОГРАМА ЗА ТЕСТИРАЊЕ-3: ТЕСТИРАЊЕ НА НОВИ УРЕДИ ЗА ДИСИПАЦИЈА НА ЕНЕРГИЈА (EDD)

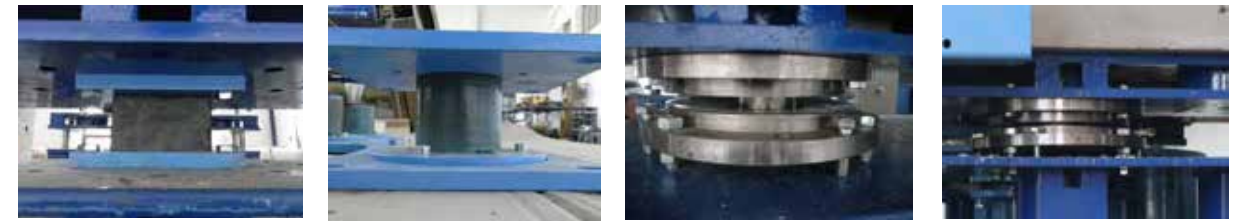
Развиените шест нови ML-MD GOSEB-системи можат успешно да се применуваат за сеизмичко унапредување на доминантен број на АБ-мостови изградени со неопренски и/или слични лежишта во Македонија и генерално во југоисточна Европа, сл. 6.1.

Со експерименталната програма-3 беше опфатена изведба и тестирање на шесте нови типови на уреди за дисипација на енергија (EDD) од влијание на симулирани повратни циклични товари, Табела 6.1.

Основната конструкција на новите ML-MD уреди за дисипација на енергија од хоризонтален Н-тип е прикажана на сл. 6.2. На сл. 6.3 се прикажани оригинални хистерезисни зависности сила-поместување кои се дефинирани по експериментален пат за тестираните два карактеристични иновативни типови на уреди за дисипација на енергија (EDD) од хоризонтален Н-тип.

ПРОГРАМА ЗА ТЕСТИРАЊЕ-4: ТЕСТИРАЊЕ НА МОДЕЛИ НА МОСТОВИ ВО ГОЛЕМ РАЗМЕР НА СЕИЗМИЧКА ВИБРО-ПЛАТФОРМА

Реализираната обемна експериментална програма-4 се состоеше од проектирање, градење и тестирање на иновативни модели на мост во голем размер



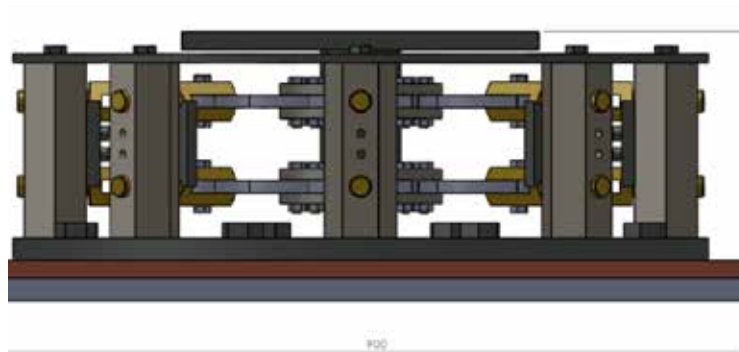
Слика 4.1. Конструирани модели на лежишта за сеизмичка изолација: Тип 1:SQ-LRSB; Тип 2: CI-LRSB; Тип 3: DSSSB и Тип 4: DSRSB тестирани од влијание на симулирано повратно циклично товарење

Табела 5.1. Експериментална програма-2: Тестирани прототипови на компоненти за дисипација на сеизмичка енергија (EDC) на шест нови уреди за дисипација на енергија (EDD) од влијание на симулирани повратни циклични товари слични на дејство од земјотрес

Бр.	Тестирани типови на компоненти за дисипација на енергија EDC на креирани шест нови уреди за дисипација на енергија EDD	Проектирани EDC-прототипови	Произведени EDC-примероци	Реализирани EDC-тестови
1	ED-компоненти на уреди за дисипација на енергија (EDD) од хоризонтален Н-тип	18	220	12
2	ED-компоненти на уреди за дисипација на енергија (EDD) од вертикален V-тип	12	92	13
3	ED-компоненти на уреди за дисипација на енергија (EDD) од комплексен С-тип	6	116	12
4	ED-компоненти на уреди за дисипација на енергија (EDD), тип: просторни фланши SF	2	40	5
5	ED-компоненти на уреди за дисипација на енергија (EDD), тип: просторни прачки SB	2	40	5
6	ED-компоненти на уреди за дисипација на енергија (EDD), тип: вертикален фиксен VF	2	36	5
ВКУПНО		42	544	52

Табела 6.1. Експериментална програма-3: Прототипови на конструирани и тестирани шест нови типови на уреди за дисипација на енергија (EDD) од влијание на симулирани повратни циклични товари слични на дејство од земјотрес

Бр.	Прототипови на иновативни уреди за дисипација на енергија (EDD)	Број на проектирани EDD	Број на произведени EDD	Реализирани експериментални тестови
1	ML-MD компоненти на уреди за дисипација на енергија (EDD) од хоризонтален Н-тип	6	6	6
2	ML-MD компоненти на уреди за дисипација на енергија (EDD) од вертикален V-тип	2	2	2
3	ML-MD компоненти на уреди за дисипација на енергија (EDD) од комплексен С-тип	2	2	2
4	ML-MD компоненти на уреди за дисипација на енергија (EDD), тип: просторни фланши SF	2	2	2
5	ML-MD компоненти на уреди за дисипација на енергија (EDD), тип: просторни прачки SB	2	2	2
6	ML-MD компоненти на уреди за дисипација на енергија (EDD), тип: вертикален фиксен VF	4	2	4
ВКУПНО		18	18	18



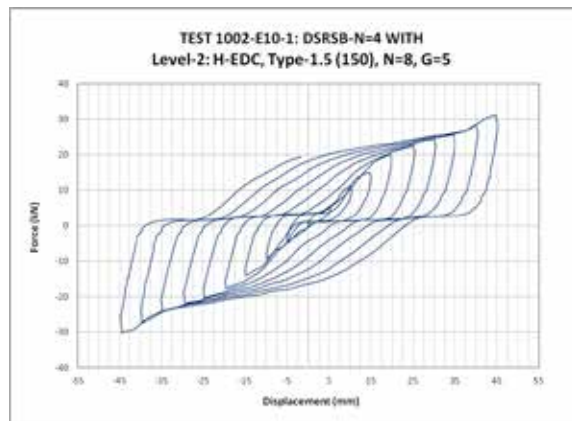
Слика 6.2. Проектирани иновативни ML-MD уреди за дисипација на енергија од хоризонтален Н-тип



Слика 6.1. Типична конструкција на класична мостовска конструкција. Мост преку реката Вардар (автопат во Македонија)

на вибро-платформа со вклучени шест варијанти на моделот на новите ML-MD GOSEB-системи за сеизмичка заштита (Табела 7.1. и сл. 7.1.). Резултатите добиени од реализираните обемни експериментални тестови на вибро-платформа може да се користат како реални податоци за експериментално потврдување на перформансите на модифицираниот реален одговор и генерираната ефикасност на создадените различни варијанти на

иновативните ML-MD GOSEB-мостовски системи за сеизмичко подобрување на класичните постојни мостови и сеизмичка заштита на нови важни и големи мостовски конструкции. Проектираниот основен модел на мост (BM) беше исклучително успешно прилагоден за специфичната и повеќекратна намена, при што истиот обезбеди многу реални резултати за целосно експериментално потврдување на предложените



Слика 6.3. Експериментално дефинирана оригинална хистерезисна зависност сила-поместување на два развиени карактеристични иновативни типа на уреди за дисипација на енергија (EDD) од хоризонтален Н-тип



Слика 7.1. Конструирани иновативни модели на мост во голем размер на вибро-платформа со вклучени шест варијанти на моделот на новите ML-MD GOSEB-системи за сеизмичка заштита: BM1, BM2, BM3, BM4, BM5 & BM6

Табела 7.1. Експериментална програма-4: Иновативни модели на мост тестирани на вибро-платформа со инкорпорирани шест варијанти на новите ML-MD GOSEB-системи за сеизмичка заштита

Бр.	Тестирани модели на мост (BM) со иновативниот ML-MD GOSEB-систем и нови категории на уреди за дисипација на енергија EDD	Број на тестирани варијанти на мост	Број на тестови реализирани за секоја варијанта на мост	Број на сеизмички тестови реализирани за секој модел на мост
1	Модел на мост-1 (BM1) со уреди за дисипација на енергија (EDD) од хоризонтален Н-тип: Под-проект-1 (G4-P1)	4	10	40
2	Модел на мост-2 (BM2) со уреди за дисипација на енергија (EDD) од вертикален V-тип: Под-проект-2 (G4-P2)	2	10	20
3	Модел на мост-3 (BM3) со уреди за дисипација на енергија (EDD) од комплексен C-тип: Под-проект-3 (G4-P3)	2	10	20
4	Модел на мост-4 (BM4) со уреди за дисипација на енергија (EDD), тип: просторна фланша SF: Под-проект МК-SRB-2	2	10	20
5	Модел на мост-5 (BM5) со уреди за дисипација на енергија (EDD), тип: просторна прачка SB: Под-проект МК-SRB-1	2	10	20
6	Модел на мост-6 (BM6) со уреди за дисипација на енергија (EDD), тип: вертикален фиксен VF: Под-проект МК-ALB	2	10	20
ВКУПНО		14	10	140



Слика 7.2. Моменти од денот на отворена демонстрација на лабораториските тестови: Објаснување на концептот на тестовите на вибро-платформа пред присутните посетители (а), вклучени млади истражувачи од Германија и Македонија (б)

различни ML-MD GOSEB-технологии за сеизмичка заштита на мостови. На сл. 7.4 прикажан е типичен пример на експериментално регистрирано поместување и временски одговор на забрзување на тестиралиот нов систем за сеизмичка заштита на мостови со вградени уреди за дисипација на енергија (EDD) од хоризонтален Н-тип (H-BM1) од влијание на симулиран реален земјотрес со многу голем интензитет. Моделот беше изведен во

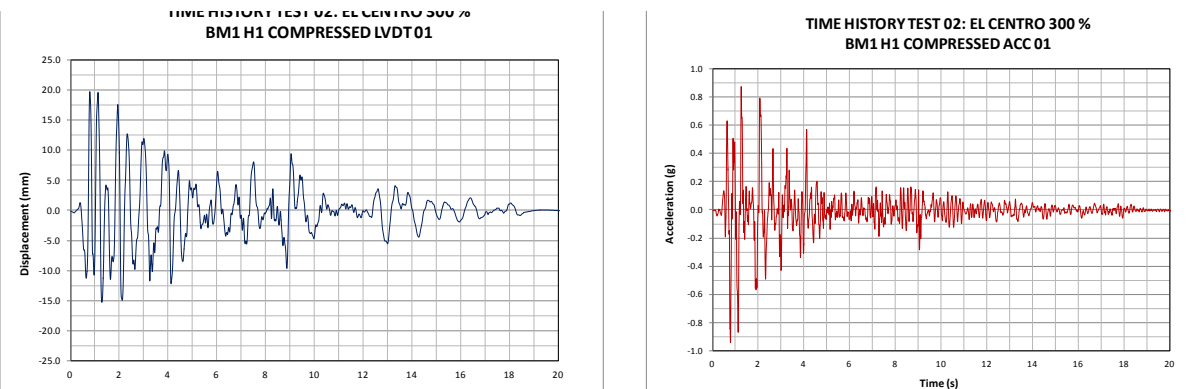
размер 1:9, така што записите на земјотресите беа временски збиени со фактор 1/3. На сл. 7.2 и сл. 7.3 се прикажани моменти од демонстрирањето на лабораториското тестирање во ИЗИИС.

МОДЕЛИРАЊЕ НА МОСТОВИ СО НОВИОТ ML-MD GOSEB-СИСТЕМ ОД Н-ТИП

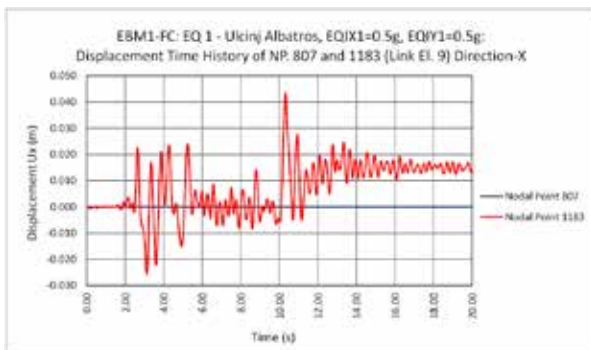
За да се добијат резултати за основна верификација и евалуација на системот, беа извршени обемни



Слика 7.3. Моменти од денот на отворена демонстрација на лабораториските тестови: прикажување на предностите на развиените нови системи за сеизмичка изолација кај сеизмичка заштита на мостови



Слика 7.4. Пример за експериментално регистрирано поместување и временски одговор на забрзување на тестираните нов систем за сеизмичка заштита на мостови со уреди за дисипација на енергија (EDD) од хоризонтална Н-категија (Н-BM1)



Слика 8.1. BM1-FC: Одговор на поместување DX(m) на NP=807 & NP=1183 (LS). EQ: ULC-AL, EQI-0.7g

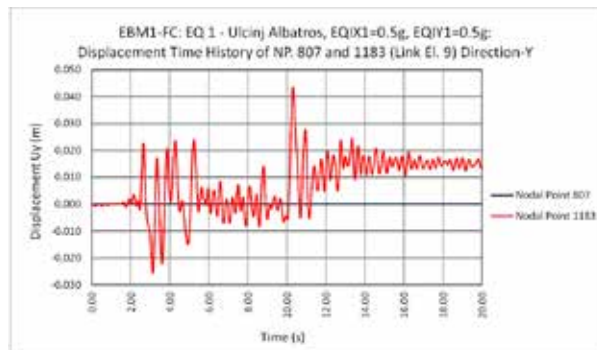


Fig. 8.2. BM1-FC: Одговор на поместување DY(m) на NP=807 & NP=1183 (LS). EQ: ULC-AL, EQI-0.7g

аналитички истражувања на сеизмичкиот одговор со примена на проектираниот иновативен лабораториски модел на прототип на мост со вклучен оптимизиран ML-MD GOSEB-систем за сеизмичка изолација и сеизмичка заштита од хоризонталниот тип Н. Изградениот експериментален модел на мост во голем размер има три распони, а неговата вкупна должина изнесува $L=7.40+2 \times 0.20+2 \times 0.25=8.30\text{m}$, (слика 7.1). Горната конструкција е проектирана како крут континуиран систем кој се состои од

АБ-плоча со дебелина $d=30\text{cm}$, ширина $b=150\text{cm}$ и должина $l=740\text{cm}$. Долната конструкција се состои од два специјално проектирани АБ-крајни столбови и два средни челични столбови со различна висина. Овде се прикажани само селектирани дијаграми на нелинеарниот сеизмички одговор на мостовската конструкција од дејство на регистрацијата на земјотресот Улциљ-Албатрос користена како влез. Влезното забрзување беше скалирано на ниво на екстремно висок

интензитет ($PGA=0.9g$), што дејствува под агол од 45 степени во однос на подолжната оска на мостот. За овој случај, презентирани се само селектирани типични резултати на одговор на поместување за левиот краен столб на мостот (LS), (сл. 8.1. и сл. 8.2.).

ЗАКЛУЧОЦИ

Имајќи ги предвид резултатите од истражувањата извршени во рамките на погоре прикажаните обемни експериментални и теоретски истражувања со примена на иновативната конструкција на модел на прототип на мост, се изведуваат следните заклучоци: (1) Оптимизираните сеизмички изолатори се многу ефективни за контрола на сеизмички вибрации кај мостови. Сепак, за секој посебен мост, сеизмичките изолатори треба да се проектираат врз основа на напреден процес на оптимизација. Со примена на потребното експертско знаење, проектантите ќе бидат во состојба да постигнат успешна селекција на сеизмички изолатори; (2) Новите апсорбери на сеизмичка енергија на повеќе нивоа и во повеќе правци ML-MD GOSEB од тип-Н поседуваат единствени карактеристики на апсорпција на енергија бидејќи се во состојба да го адаптираат нивното однесување на реалниот интензитет на влезната сеизмичка енергија. Всушност, новите апсорбери на сеизмичка енергија ML-MD GOSEB од тип-Н покажуваат најиновативни и напредни карактеристики на одговор на земјотрес на повеќе нивоа и во сите правци; (3) Оптимизираните уреди за ограничување на поместувањата (DBD) се многу ефективни за контрола на прекумерно големите поместувања на горната конструкција на мостовите. Јасно е дека GOSEB DBD претставуваат високо ефикасни уреди кои обезбедуваат специфичен дополнителен придонес кон сеизмичката сигурност на мостовите, особено во случај на многу силни земјотреси; (4) Новиот ML-MD GOSEB-систем за сеизмичка изолација на мостови со високи перформанси, создаден врз основа на оптимизиран баланс на сеизмичката енергија, претставува навистина многу ефективна техничка иновација која ги интегрира предностите на сеизмичката изолација, дисипација на сеизмичка енергија и ефективна контрола на поместувањата; (5) Новиот ML-MD GOSEB-систем за сеизмичка изолација на мостови кој се заснова на апсорпција на сеизмичка

енергија на повеќе нивоа и оптимизиран баланс на сеизмичка енергија покажува високи перформанси на сеизмичка контрола и може да се користи за целосна сеизмичка заштита на мостови во подолжен и попречен правец од дејство на многу силни земјотреси.

RESIN: НОВА ИНОВАТИВНА ИСТРАЖУВАЧКА МРЕЖА НА МЛАДИ НАУЧНИЦИ

Врз основа на иницираната соработка помеѓу одговорните институции од земјите-учеснички (Р. Македонија, Германија, Албанија, Босна и Херцеговина и Србија), како резултат на овој иновативен проект, формирана е нова регионална мрежа за сеизмичка изолација ReSIN. Таа претставува единствен иновативен ланец во кој се инволвирани млади научници кои се фокусирани на развој на иновативни технологии за сеизмичка изолација кои можат да обезбедат ефикасна сеизмичка заштита на постојни и нови мостовски конструкции, други сложени инфраструктурни објекти и најразновидни комплексни инженерски системи во текот на идните деструктивни и изненадувачки земјотреси.

БЛАГОДАРНОСТ



Во моментот, во ИЗИИС, Скопје, продолжуваат обемни експериментални и аналитички истражувања во рамките на иновативниот тригодишен НАТО-проект „Наука за мир“: Сеизмичко унапредување на мостови во југоисточна Европа со примена на иновативни технологии (SFP: 983828), фокусиран на основни истражувања и развој на иновативна технологија за сеизмичка изолација и сеизмичка заштита на мостови (интензивна развојна научноистражувачка активност со учество на пет земји). Авторот изразува голема благодарност за поддршката добиена во рамките на НАТО-програмата „Наука за мир“ за реализацијата на експериментално-аналитичките истражувања од овој иновативен проект.

МИГ НА СОВЕСТА

ПОМОШ НА СКОПЈЕ ВО ПОЗЕМЈОТРЕСНИТЕ ДНИ

Свртувањето кон светот во моментот на одбележувањето на педесетте години од земјотресот кој се случи на 26 јули 1963 година, на Скопје му овозможува да го потврди достоинствено сознанието за својата морална обврска кон заедницата и да ги покаже сите добиени високи етички вредности. Без преседан во современата историја е сето она што во поземјотресните дни и години дојде до израз како меѓународна солидарност. Помошта беше дотолку подрагоцена затоа што дојде во вистинскиот миг и затоа што сите тие напори за отстранување на последиците на несреќата ќе се пресоздадат во еден грандиозен потфат. Во тој потфат на обновата и изградбата на градот, не само во смисла на меѓународниот придонес за остварување на идејните претпоставки и конкретните задачи, акцентот беше на чувството и сознанието за неделивоста на судбината на сите луѓе и народи во светот. Моралните аспекти и содржини на помошта, димензиите на меѓучовечката солидарност, говорат со силата на вербата во една поубава иднина

на современиот свет, во меѓусебно разбирање и соработка. Скопје, до тогаш, беше како и многу други, а стана општо познат, за жал, по несреќа, но како град кој најмногу се задржа како актуелен, град кој со право го задржа симболот на светската хуманост, човечката благородност, град на сите луѓе од светот, град на меѓународната солидарност. Така здобиената особеност се почитува и се негува и ден-денес. Се памети дека последиците од катастрофалниот земјотрес наидоа на голем одсив кај сите луѓе во светот и како никогаш дотогаш, од првиот ден почна да се потврдува напишаната човечка солидарност и хуманост. Од сите страни на светот уште во првите денови на катастрофата почна да пристигнува помош, која се манифестираше во сите видови лекови, пари, материјали, работна сила, но она најважното беше моралната помош и сознанието дека сите се со настраданите граѓани на Скопје, готови да помогнат.

ПРЕГЛЕД НА ДАДЕНАТА ПОМОШ НА СКОПЈЕ ВО ПОЗЕМЈОТРЕСНИТЕ ДЕНОВИ

ПРЕГЛЕД на земјите - дарители на помош			
ДАРИТЕЛИ	ДЕВИЗНИ	МАТЕРИЈАЛНИ	ВКУПНО ДИН.
Аден	630	-	630
Албанија	3.735	122.000	125.735
Алжир	791.795	40.000	831.795
Аргентина	97.438	-	97.438
Австралија	173.120	-	173.120
Австрија	466.207	1.067.838	1.534.045
Авганистан	26.813	-	26.813
Белгија	563.430	217.500	780.930
Боливија	35.225	-	35.225
Бразил	15.338	124.000	139.338
Бугарија	6.293	5.501.000	5.507.294
Бурма	63.152	5.000	68.152
Чехословачка	14.478	3.548.678	3.563.156
Чиле	36.741	440.000	476.741
Данска	10.686	1.178.030	1.188.716
Египет	51.082	227.045	750
Еквадор	750	-	750
Етиопија	303.375	60.000	363.375
Финска	6.797	501.030	507.827
Франција	1.819.746	1.184.500	3.004.246
Гана	78.619	1.000	79.619
Грција	1.304.602	638.200	1.924.802
Гвинеја	13.570	-	13.570
Холандија	917.836	378.000	1.295.836
Индија	83.864	132.000	214.864
Индонезија	20.685	2.000	22.685
Ирак	102.361	-	102.361
Иран	14.575	10.000	24.575
Ирска	1.050	35.000	36.050
Исланд	1.903	-	1.903
Италија	993.243	2.209.000	3.202.243
Израел	118.022	154.000	272.221
Јапонија	173.410	112.879	286.289
Јордан	7.518	-	7.518
Јужноафриканска унија	2.205	-	2.205
Камбоџа	28.133	-	28.133
Кина	77.952	-	77.952
Канада	116.208	3.083	119.290
Кипар	6.765	-	6.765
Колумбија	4.275	-	4.275
Костарика	429	-	429
Кувајт	106.500	-	106.500
Либан	32.919	-	32.919
Либериа	150.000	-	150.000

ДАРИТЕЛИ	ДЕВИЗНИ	МАТЕРИЈАЛНИ	ВКУПНО ДИН.
Луксембург	27.006	123.000	150.000
Либија	139.955	-	139.955
Унгарија	15.000	1.356.000	1.371.009
Мали	36.458	5.600	42.058
Малта	3.646	-	3.646
Мароко	15.568	392.000	407.567
Мексико	957.349	1.202.000	2.159.349
Монако	-	8.000	8.000
Бугарија	6.293	5.501.000	5.507.294
Монголија	8.062	-	8.062
ГД Република	7.913	4.374.050	4.381.863
Нигерија	129.570	-	129.570
Нов Зеланд	252.189	-	252.189
Норвешка	69.246	2.936.700	3.005.946
Пакистан	28.270	-	28.270
Панама	75	-	75
Полска	13.970	8.069.643	8.083.594
Португалија	3.941	3.000	6.942
Родезија	16.107	-	16.107
Романија	9.363.531	762.182	10.125.711
СР Германија	1.432.161	8.526.300	9.958.416
Сенегал	3.000	-	3.000
Сирија	9.000	-	9.000
САД	1.646.052	7.978.250	9.624.302
СССР	48.443	26.019.000	26.067.443
Судан	17.552	-	17.552
Шри Ланка	2.421	800	3.221
Танганика	1.179	-	1.179
Тунис	21.218	284.000	305.218
Турција	230.413	100.000	330.413
Заир	12.780	3.000	15.789
Уганда	2.100	-	2.100
Уругвај	47.817	-	47.817
Шпанија	1.875	-	1.875
Швајцарија	1.829.708	2.110.720	3.942.427
Шведска	849.779	5.721.865	6.571.644
Ватикан	75.000	2.000	77.000
В. Британија	5.864.815	12.333.300	18.202.111
Венецуела	176.082	-	176.082
Меѓународ. орган.	2.176.252	8.331.625	10.507.877
Странски туристи	44.509	-	44.509
Други дарители	490.330	-	490.330
Вкупно	36.922.662	103.534.815	140.457.477
Претстав. на СФРЈ	198.875	17.569.944	17.768.819
Се	37.121.537	121.104.759	158.226.296

Во наведената помош од странство не е вклучена вредноста на 1.244 уметнички дела, бидејќи не може да се процени

50 YEARS SKOPJE EARTHQUAKE 50 YEARS ASEISMIC DESIGN
50 ГОДИНИ СКОПЈЕ ЕЗЕМЈОТРЕС 50 ГОДИНИ АСЕИЗМИЧКО ПРОЕКТИРАЊЕ



ДГКМ

ДРУШТВО НА
ГРАДЕЖНИ
КОНСТРУКТОРИ НА
МАКЕДОНИЈА

MASE

MACEDONIAN
ASSOCIATION OF
STRUCTURAL
ENGINEERS

15 МЕЃУНАРОДЕН СИМПОЗИУМ
INTERNATIONAL SYMPOSIUM

СТРУГА, МАКЕДОНИЈА
STRUGA, MACEDONIA
18-21 СЕПТЕМВРИ, 2013
18th-21st SEPTEMBER, 2013