

ИДЕНТИФИКАЦИЈА ОПАСНОСТИ ОД КАТАСТРОФА – ЗЕМЉОТРЕС

У Републици Србији, сеизмичка отпорност грађевинских објеката је регулисана низом закона, подзаконских аката и техничких прописа, а најзначајнији су:

◆ 1. Закон о планирању и изградњи

- „Службени гласник РС“, бр. 72/2009, 81/2009 – испр., 64/2010 – одлука УС, 24/2011, 121/2012, 132/2014, 145/2014, 83/2018, 31/2019, 37/2019 – др. закон, 9/2020, 52/2021, 62/2023, 63/2023 – испр. и 92/2023
- Овај закон је основни правни акт који регулише планирање простора, изградњу објеката, техничке прописе, као и услове пројектовања у складу са сеизмичким ризиком.

◆ 2. Правилник о техничким нормативима за пројектовање и извођење објеката високоградње у сеизмичким подручјима

- Службени гласник СФРЈ бр. 31/1981
- Иако је стар, овај правилник је и даље формално важећи у Републици Србији (до потпуне имплементације савремених Еурокодова). Он прописује:
 - класификацију територија по сеизмичкој активности,
 - сеизмичке зоне (зона VI–IX МСК скале),
 - основне смернице за прорачун оптерећења,
 - захтеве за пројектовање конструкција отпорних на земљотрес.

◆ 3. Еурокодови (Eurocodes) — добровољна или паралелна примена

Иако нису обавезни у целини, Еурокодови се примењују у инжењерској пракси (посебно у међународним пројектима) и очекује се њихова потпуна интеграција у домаћу регулативу:

- **EN 1998 – Еурокод 8: Пројектовање конструкција за отпорност на земљотрес**
 - EN 1998-1: Општа правила, зграде
 - EN 1998-2: Мостови
 - EN 1998-3: Ојачање постојећих конструкција
 - EN 1998-4: Силоси, резервоари и цефоводи
 - EN 1998-5: Фондације, потпорни зидови и геотехнички аспекти
 - EN 1998-6: Торњеви, јарболи и димњаци

*Напомена: Еурокодови нису званично проглашени као једини важећи прописи у Србији, али се користе као **допунска или референтна основа** уколико домаћи правилници не покривају одређене аспекте.*

◆ 4. Прописи из области просторног планирања и заштите од елементарних и других непогода

- **Закон о смањењу ризика од катастрофа и управљању ванредним ситуацијама** („Сл. гласник РС“, бр. 87/2018) – уводи обавезу процене ризика, укључујући и сеизмички ризик, у све фазе планирања и изградње.
- **Стратегије и планови развоја/заштите (национални, покрајински и локални)** – морају узимати у обзир и сеизмичку угроженост, по Закону о планском систему.

◆ 5. Српски стандарди (SRPS)

- **SRPS EN 1998 (сертифицирана верзија Еурокода 8)** – преведена и прихваћена верзија Еурокода као српски стандарди. Иако нису обавезни, они представљају **препоручену добру праксу**.

◆ 6. Пратећи акти

- Правилник о техничкој документацији
- Правилник о енергетској ефикасности зграда
- Правилник о условима стабилности и сигурности конструкција

Табела – преглед важећих прописа у области сеизмичког инжињерства

Назив акта	Година/Извор	Статус	Напомена
Закон о планирању и изградњи	Сл. гласник РС, бр. 72/2009 и др.	Обавезујући	Основни закон који обухвата услове изградње, укључујући и сеизмичке услове
Правилник о техничким нормативима за пројектовање и извођење објеката високоградње у сеизмичким подручјима	Сл. лист СФРЈ бр. 31/1981	Још увек важећи	И даље се примењује као главни норматив за пројектовање објеката отпорних на земљотрес
Еурокод 8 (EN 1998)	EU стандард / SRPS EN 1998	Препоручена пракса	Међународни стандард за сеизмичко пројектовање; користи се уз домаће прописе
Закон о смањењу ризика од катастрофа и управљању ванредним ситуацијама	Сл. гласник РС, бр. 87/2018	Обавезујући	Налаже процену сеизмичког ризика у фази планирања и изградње
Просторни и урбанистички планови (републички, покрајински, локални)	Према Закону о планском систему	Обавезујући	Морају садржати оцену сеизмичке угрожености и мере заштите
SRPS EN 1998	Институт стандардизацију Србије	за Препоручена пракса	Званична преведена верзија Еурокода 8 на српски језик

Сеизмолошке станице

У централној сеизмолошкој станици у Београду су од 1918. године инсталирани механички сеизмографи Wichert и Maink-a. Ови сеизмографи су до 1970. године били једини уређаји за регистровање земљотреса на простору Србије.

Систем ДАСА (Дигитална Аутоматска Сеизмолошка Аквизиција) је развијен у Републичком сеизмолошком заводу и у периоду 1991-2005 је чинио основу сеизмолошке мреже.

Републички сеизмолошки завод је модернизовао свој рад у оквиру пројекта помоћи Словачке владе који је финансиран из фонда Београд-Братислава (DIRECTE - број пројекта NPOA/G10/2004). У оквиру пројекта DIRECTE извршена је: модернизација система за аквизицију и пренос сеизмолошких података; оснивање центра за прикупљање, размену, аутоматску обраду, публикување и анализу сеизмолошких података.

Данас мрежу сеизмолошких станица Србије чине 24 сеизмолошке станице са 87 дигиталних канала, које су опремљене различитом сеизмолошком опремом како је приказано у табели. Дванаест сеизмолошких станица је опремљено широкопојасним сезмометрима (STS-1, STS-2, PBB-200S, SKD), а дванаест станица краткопериодичним сеизмометрима (SM-3, S-5-S, SS-1, LE-3D/5s МКIII). Дванаест сеизмолошких станица је опремљено Microstep-MIS-овим дигитализаторима типа Wave24, 4 станице са типом Wave32, а осам станица Kinematics-овим дигитализаторима (Q330HR, Q330, Q680, K2). На свим станицама користи се програм за аквизицију података SeisComp/SeedLink 2.1 (GFZ Potsdam). Пренос података са свих станица обавља се у реалном времену интернетом при чему је сателитски пренос података остварен са станице Завој, пренос мобилном 3G мрежом са станице Селова, бежичним интернетом са девет станица: Ђердап, Свилајнац, Сјеница, Текериш, Кучево, Првонек, Авала, Вршачки брег и Гоч, АДСЛ интернетом са осам станица: Бор, Ивањица, Бован, Дивчибаре, Гружа, Трудель, Зајечар и Босилеград, са две станице кабловским интернетом: Суботица и Фрушка Гора и са три станице оптичким интернетом: Београд, Барје и Бајина Башта.

Аутоматска и ручна обрада сеизмолошких података одвија се у централној сеизмолошкој станици у Београду и на централној мерној сеизмолошкој станици на Дивчибарима, која је истовремено и back-up систем. Поред тога у реалном времену се прикупљају и размењују подаци са 37 сеизмолошке станице из земаља из окружења – Албанија, Аустрија, Босна и Херцеговина, Бугарска, Грчка, Црна Гора, Хрватска, Мађарска, Македонија, Румунија, Словачка и Словенија. Компјутерски програм за аутоматско лоцирање и извештавање је Seiscomp3 package (GFZ Potsdam), а за надгледање аквизиције SeisGram2K (A. Lomax).

Последице/Утицај на:

- 1 – Пољопривреду
- 2 – Осетљиве категорије становништва

Мрежа сеизмолошких станица Србије

Редни број	Код	Име станице	Lat(N) Long(E) H(m)	Тип	Компоненте	Сензори	Аквизиција података	Пренос података у реалном времену
23	GOCS	Гоч-Краљево	43.56244 20.87342 1072	SP	3C	LE-3D/5s MKIII	WAVE32	Бежични линк

3C – трокомпонентни сеизмометар

SP – краткопериодични сеизмометар

BB – широкопојасни сеизмометар

VBB - врло широкопојасни сеизмометар

LP – дугопериодичи сеизмометар

STS 1 - Streckeisen врлоширокопојасни сеизмометар

STS-2 - Streckeisen широкопојасни сеизмометар

PBB-200S - Metrozet широкопојасни сеизмометар

SKD – 20s дугопериодични сеизмометар

S-5-S - 5s сеизмометар

LE-3D/5s MKIII - Lennartz краткопериодични сеизмометар

SM-3V; SM-3 - 2с сеизмометар

QUANTERA - Q680 - 24 битни систем за аквизицију

QUANTERA - Q330 - 24 битни систем за аквизицију

QUANTERA - Q330HR - 26 битни систем за аквизицију

WAVE24 - 24 битни систем за аквизицију

WAVE32 - 32 битни систем за аквизицију

ETNA, EPI, SSA-2, Kinematics - акцелерограф

DIRECTE - 24 битни систем за аквизицију на ПЦ платформи

- Пренос до центра за обраду : сателитски линк, АДСЛ линк, бежични линк, оптички линк, кабловски линк





РЕПУБЛИКА СРБИЈА

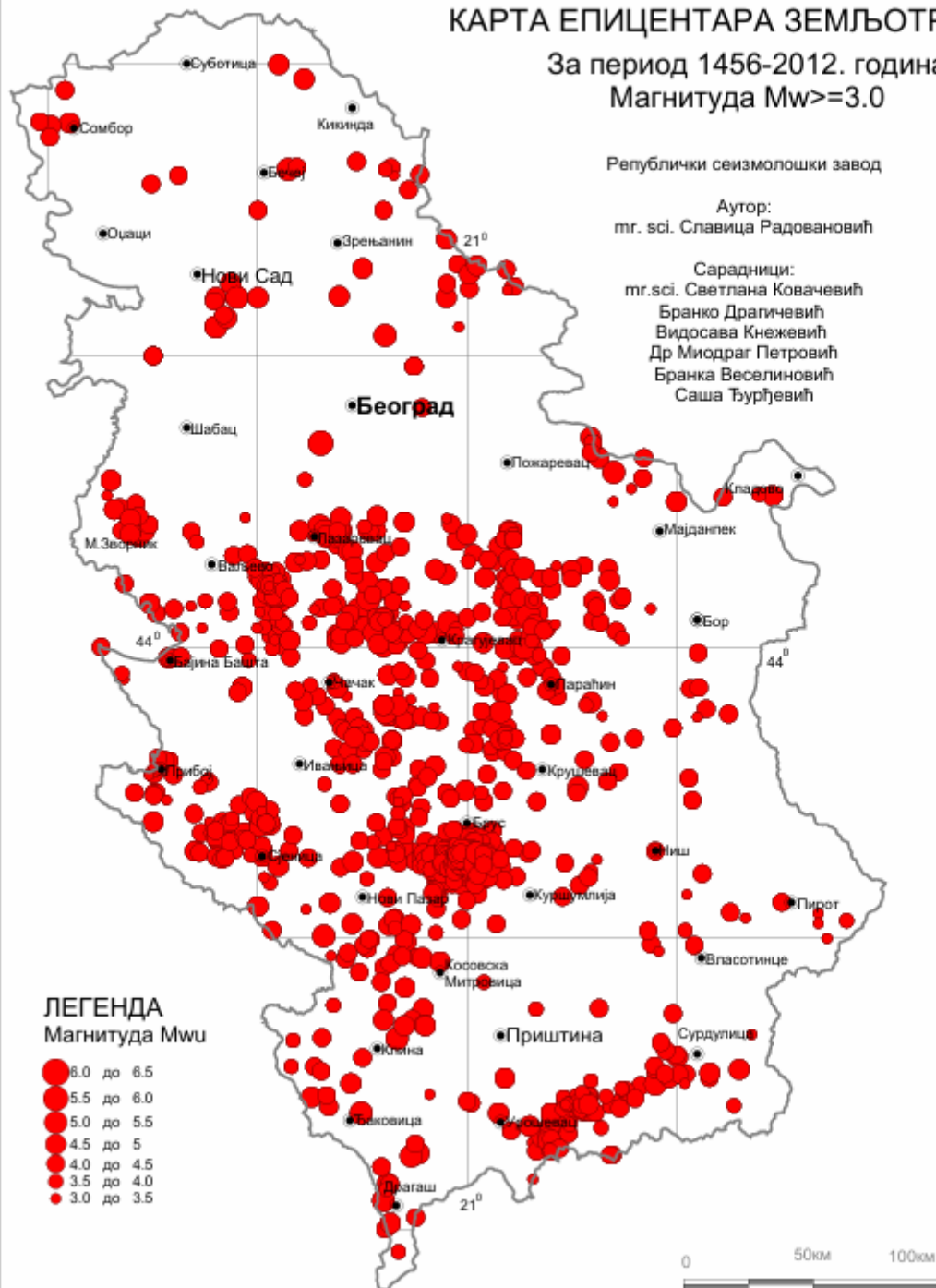
КАРТА ЕПИЦЕНТАРА ЗЕМЉОТРЕСА

За период 1456-2012. година
Магнитуда $M_w \geq 3.0$

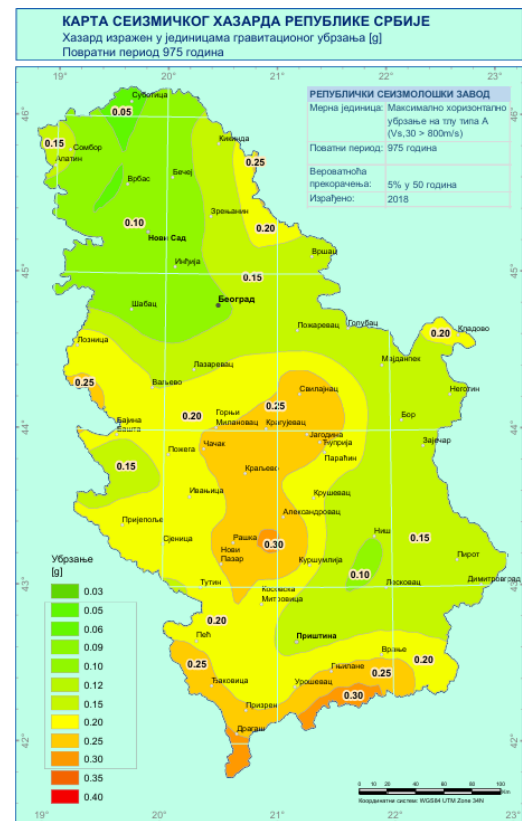
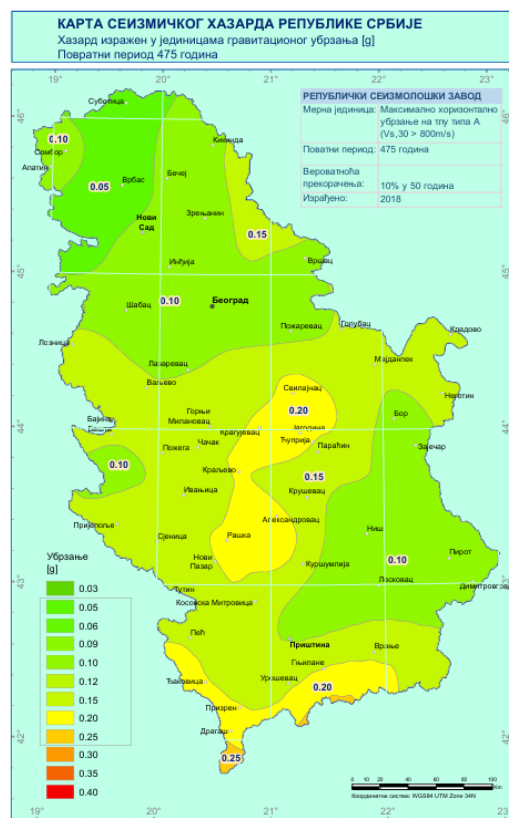
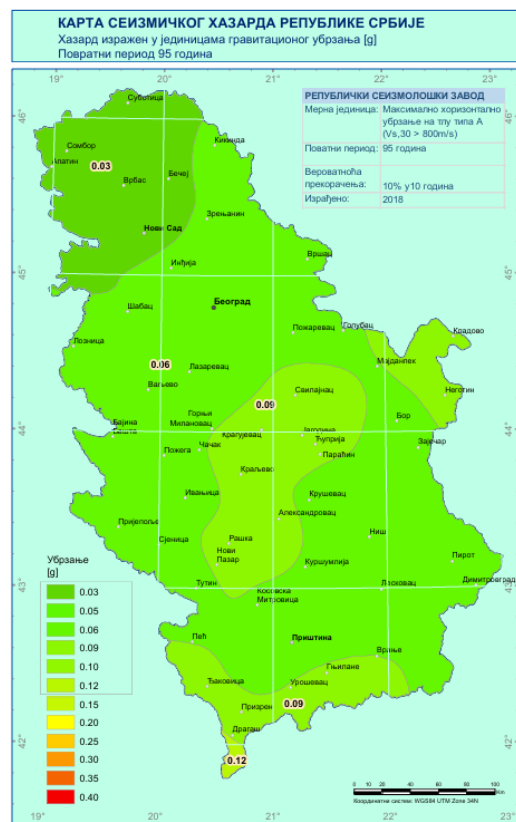
Републички сеизмолошки завод

Аутор:
mr. sci. Славица Радовановић

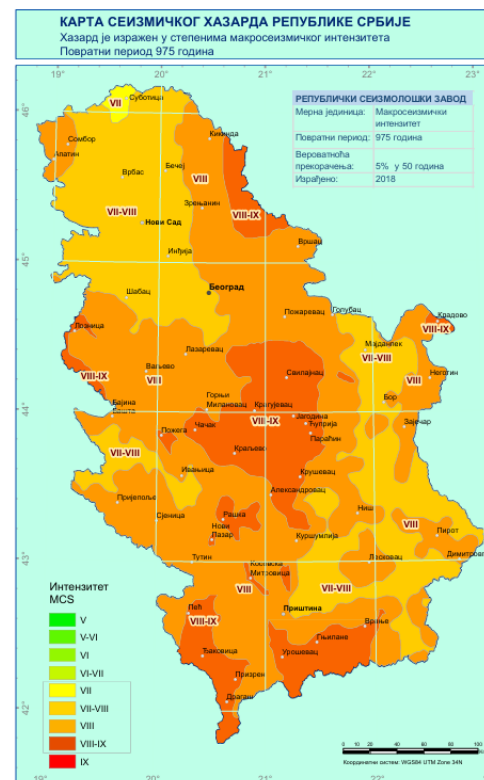
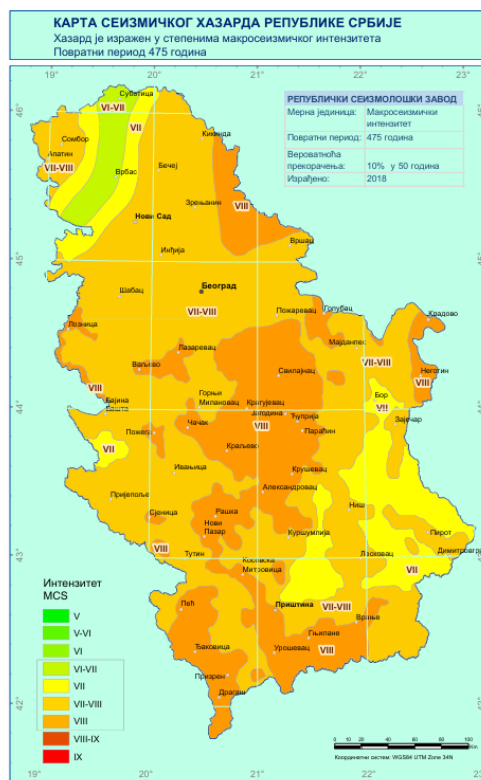
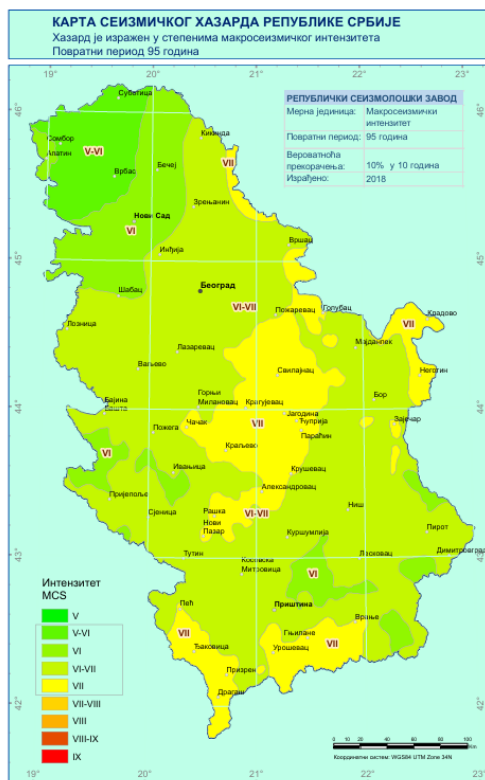
Сарадници:
mr. sci. Светлана Ковачевић
Бранко Драгичевић
Видосава Кнежевић
Др Миодраг Петровић
Бранка Веселиновић
Саша Ђурђевић



КАРТЕ СЕИЗМИЧКОГ ХАЗАРДА - по параметру убрзања



КАРТЕ СЕИЗМИЧКОГ ХАЗАРДА - по параметру макросеизмичког интензитета



Скала оштећења

КРАТАК ОПИС СТЕПЕНА СЕИЗМИЧКОГ ИНТЕНЗИТЕТА ЕВРОПСКЕ МАКРОСЕИЗМИЧКЕ СКАЛЕ EMC-98

Редослед ефеката у сваком од степена скале :

- а) Дејство на људе и њихово понашање
- б) Ефекти на предметима и природи (не узимајући у обзир оштећења на зградама, ефекте на тло, и пуцање тла);
- с) оштећења на зградама;

Начин на који се неки објекат деформише под сеизмичким дејством зависи од типа објекта. У једној широкој категоризацији могуће је обухватити како објекте са зиданом конструкцијом, тако и оне изграђене од армираног бетона.

Европска Макросеизмичка Скала EMC-98 обухвата 4 типа структура објеката (зидане, армиранобетонске, челичне и дрвене) и 6 класа повредљивости од А до F.

„Типичне“ зграде сврстане су у класе:

А- зграде од непечене глине (ћерпича) и ломљеног камена

В-, зграде од печене цигле, објекти од бетонских блокова, куцанице и чакмаре.

С - зидане зграде са армираном међуспратном конструкцијом и зграде од масивног камена, армирано бетонске зграде са рамовима или зидовима без мера противтрусне заштите.

Класе D-F представљају објекте код којих је остварено приближно линеарно смањење повредљивости, настало као резултат изградње објекта са мерама противтрусне заштите (ASD-antiseismic design).

EMC-98 дефинише 5 степена оштећења и то на зиданим зградама и на зградама од армираног бетона.

I степен - НЕОСЕТАН ЗЕМЉОТРЕС

- а) Не осећа сечак ни под околостима које томе највише погодују.
- б) Без ефеката
- с) Без оштећења

II степен - ЈЕДВА ОСЕТАН ЗЕМЉОТРЕС

- а) Подрхтавање тла осећа само веома мали број људи (мање од 1%) када се крећу и када се нађу у кући у позицији која је нарочито повољна да се подрхтавање осети.
- б) Без ефеката.
- с) Без оштећења

III степен - СЛАБ ЗЕМЉОТРЕС

- а) Неколицина осећа земљотрес у згради. Људи који се не крећу осећају љуљање или лако подрхтавање тла.
- б) Лако њихање окачених предмета.
- с) Без оштећења.

IV степен - УМЕРЕН ЗЕМЉОТРЕС

а) Многи осећају земљотрес када се налазе у згради, док га изван зграде осећа врло мали број људи. Мањи број се пробуди из сна. Ниво вибрација није застрашујући. Вибрације су умерене. Присутни посматрачи осећају слабо подрхтавање или љуљање зграде, собе или кревета, столице, итд.

V степен- ЈАК ЗЕМЉОТРЕС

а) Земљотрес осећа већина људи у згради, док га ван ње осећа мали број људи. Мањи број људи је заплашен и бежи из зграде. Многи се буде из сна. Присутни посматрачи осећају јако потресање (осциловање) или љуљање целе зграде, просторије или намештаја.

б) Висећи предмети се јако клате. Порцулан и чаше заједно звецкају. Може доћи до померања или до падања малих, неуравнотежено постављених и (или несигурно подупртих предмета. Врата и прозори се сами силовито отварају или затварају. У доста случајева прозорска стакла попуцају. Течности осцилују а могу и да плускају ван добро напуњених посуда. Животиње у затвореном простору могу да се узнемире.

с) На неким зградама долази до 1. степена оштећења

ЗИДАНЕ ЗГРАДЕ Класа А(28%) и В(17%)

Степен 1.(DG1) Лака оштећења: Занемарљиво мало до једва осетно оштећење (без оштећења носеће конструкције); «једва видљиве прслине на врло малом броју зидова; опадање малтера само на малим површинама. Падање невезаног камена са горњих делова зграда само у врло малом броју случајева»

ЗГРАДЕ ОД АРМИРАНОГ БЕТОНА - Класа С(8%) Степен 1.(DG1) Занемарљиво мало до једва осетно оштећење (без оштећења носеће конструкције); «танке прслине у малтеру на оквирним елементима и преградним зидовима».

ИЗВЕШТАЈ О ШТЕТАМА И САНАЦИЈИ НАКОН ЗЕМЉОТРЕСА КОЈИ ЈЕ ЗАДЕСИО ГРАД КРАЉЕВО 03.11.2010. ГОДИНЕ

-ИЗВОД-

1. Укупно је изграђено 465 монтажних кућа.

Власницима 23 стамбеног објекта из екстра или прве градске зоне у којима није дозвољена изградња монтажних кућа је исплаћена новчана помоћ заснована на Пројектима санације.

Власницима 73 тешко оштећених објеката је уплаћена трећина вредности припадајуће монтажне куће, а као вид помоћи за завршетак куће чију су изградњу започели пре земљотреса од 03.11.2010. године.

Поред изградње монтажних кућа Градски штаб за ванредне ситуације је, као вид помоћи власницима тешко оштећених објеката који нису били у стању да сами изврше санацију, исту организовао за 72 куће.

2. До сада је уз помоћ Војске и, мањим делом рушењем које су власници организовали у сопственој режији, уклоњено укупно 210 индивидуалних стамбених објеката, односно још увек нису срушене све куће за које су издата решења.

3. Две особе су погинуле а око 200 људи је лакше повређено, који су медицински збринуте у здравственим установама.
4. Директне штете на стамбеном фонду износе 30 милиона евра, а заједно са посредном и оном насталом на јавним, привредним, верским и објектима од историјске вредности, укупан износ штете је преко 50 милиона евра.
5. Санирана су оштећења и извршена су ојачања носећих конструкција на 35 објекта колективног становања по пројектима ЦИП-а.
6. Санирана је Интернистичка болница, која након земљотреса пуни 5 година није била у функција. Вредност радова је по пројекту процењена на око 700.000,00 еура.
7. У току су радови на изградњи Завода за јавно здравље Краљево, чији је објекат морао бити порушен, а њихова пројектована вредност је 1,3 милиона еура.
8. Више од 30 школских објеката је било ван функције, а њихова реконструкција је била у надлежности ресорног Министарства за просвету.
9. За конструктивну санацију објекта Скупштине града је обезбеђена наменска донација од око 120.000,00 еура.
10. Уз помоћ Владе РС, две године после земљотреса град је успео да реализује први део потребних радова и за употребу оспособи зграду градског позоришта.

Врста објекта	Категорија оштећења	Број оштећених објеката	Број објеката чијим власницима је дата помоћ за ангажовање радне снаге / израду пројекта санације (ПАУШАЈ)	Број објеката чијим власницима је дата помоћ за набавку материјала	Број објеката чијим власницима је дата помоћ у виду монтажног објекта	Број уклоњених стамених објеката	Број објеката санираних о трошку града
Индивидуални стамбени објекти	I	4706	3530	3574			
	II	5394	4759	4499			
	III	2806	2713	2374			
	IV	1329	1188	945			
	V	706	625	470			
	VI	956		96	465	210	38
	УКУПНО	15897	12815	11958	465	210	38
Објекти колективног становања	I	106					
	II	58					
	III	37					
	IV	17					
	V	3					
	УКУПНО	221					35
	Индивидуалне стамбене јединице	8262		6894			
Објекти јавне намене	Школски објекти	30	Реконструкција је била у надлежности ресорног Министарства за просвету.				
	Објекти здравствене заштите	1	Интернистичка болница -Вредност радова је по пројекту процењена на око 700.000,00 еура.				
	Завод за јавно здравље	1	У току су радови на изградњи Завода за јавно здравље Краљево, чији је објекат морао бити порушен, а њихова пројектована вредност је 1,3 милиона еура.				
	Објекат Скупштине града	1	За конструктивну санацију објекта Скупштине града је обезбеђена наменска донација од око 120.000,00 еура				
	Објекат градског позоришта	1	Уз помоћ Владе РС, две године после земљотреса град је успео да реализује први део потребних радова и за употребу оспособи зграду градског позоришта.				
Привредни субјекти		219	Према процени оштећења код привредних субјеката, коју су радила стручна лица у име Регионалне привредне коморе, констатоване су штете у висини од приближно 2,67 милијарде динара.				

