

PREDMET		ASEIZMIČKO GRAĐENJE		
VODITELJ PREDMETA		Prof.dr. Mustafa Hrasnica		
STUDIJ	STATUS	SEMESTAR	SATI NASTAVE P+V	ECTS
M - K	izbornii	3	2+2	6
CILJEVI				
<ul style="list-style-type: none"> □ Uvesti studente u područje Potresnog inženjerstva sa naglaskom na Projektovanje i građenje seizmički otpornih građevina. Objasniti koncept osiguranja građevina na utjecaj potresa, principe izobrazbe konstruktivnih sistema, seizmičke metode proračuna, evaluaciju postojećih zgrada i mjere za seizmičku rehabilitaciju građevina. 				
ISHODI UČENJA				
<ul style="list-style-type: none"> □ Razumijevanje prirode utjecaja potresa na građevine i osnovne seizmološke pojmove. □ Shvatanje i primjena općeprihvaćenog koncepta osiguranja građevina izloženih potresu i pravilnog aseizmičkog projektovanja u skladu sa savremenim tehničkim normama. □ Sposobnost za formiranje pravilnih konstruktivnih sistema zgrada i provođenje seizmičkih analiza. Primjena kapacitativnog dimenzioniranja i oblikovanja. □ Kompetencije za seizmičku evaluaciju zgrada i prijedloge poboljšanja konstrukcija. 				
SADRŽAJ PREDMETA				
<ul style="list-style-type: none"> □ Uvod. Značaj potresnog inženjerstva. Ciljevi i principi pravilnog projektovanja prema EC8. Primjeri i diskusija oštećenja građevina u proteklim potresima. Osnovni seizmološki pojmovi, skale za mjerenje potresa: magnitudne, opisne. Seizmičke karte, ubrzanja, PGA. □ Spektri odgovora, elastični i projektni spektri ubrzanja. Duktilnost i nosivost, umanjene nosivosti, faktor ponašanja, stupnjevi duktilnosti, spektri prema EC8. □ Koncept aseizmičkog projektovanja u visokogradnji. Vertikalni nosivi sistemi: okviri, zidovi, mješoviti sistemi, zidane konstrukcije, čelične rešetke. Projektovanje zgrada u tlocrtu, gabariti, raspored nosivih elemenata, oblikovanje po visini, temelji, razdjelnice. □ Seizmičke metode proračuna. Osnovne pretpostavke za modeliranje. Ekvivalentna statička metoda, Spektralna analiza, Dinamička analiza u vremenu, Pushover analiza. □ Kapacitativno dimenzioniranje. Osnovne postavke, prihvatljivi plastični mehanizmi, nosivost iznad računskog nivoa, poprečne sile i kapacitativno dimenzioniranje. Konstruktivne upute i oblikovanje detanja, posebno armiranobetonske konstrukcije. □ Mostovi izloženi potresu. Diskusija o osnovnim grupama oštećenja i pristupa proračunu. □ Evaluacija šteta od potresa i mjere za pojačanje konstrukcija, prije i nakon potresa. Pregled i diskusija uputa i detalja za poboljšanje i pojačanje postojećih građevina. □ Metoda spektra kapaciteta za evaluaciju postojećih građevina. 				
PREPORUČENA LITERATURA				
<ol style="list-style-type: none"> 1. Mustafa Hrasnica, <i>Aseizmičko građenje</i>, Građevinski fakultet u Sarajevu, 2012. 2. Mustafa Hrasnica, <i>Seizmička analiza zgrada</i>, Građevinski fakultet u Sarajevu, 2005. 3. Anil K. Chopra <i>Dynamics of structures</i>, Prentice Hall Int. Series, 1995-2015. 				
Način polaganja ispita:				
<p>Testovi u toku semestra, kontinuirano praćenje i ocjenjivanje izrade semestralnog projekta.</p> <p>Formiranje ocjene: Rad u toku semestra minimalno 50 %, završni ispit maksimalno 50 %.</p>				

<i>Sedmica</i>	<i>Predavanja</i>	<i>Vježbe</i>
1	Uvod. Sadržaj i organizacija predmeta. Značaj potresnog inženjerstva. Posebnost i važnost utjecaja potresa na građevine. Ciljevi i principi pravilnog projektovanja građevina izloženih potresu. Primjeri oštećenja usljed potresa.	Predavanja/Vježbe: Lekcije potresa iz prošlosti. Karakteristična oštećenja građevina usljed jakih kretanja tla. Diskusije o mogućim konstruktivnim uzrocima i evt. prevencijama.
2	Osnovni seizmološki pojmovi. Registriranje potresa, akcelerogrami. Uzroci nastajanja potresa. Seizmički valovi. Mjerenje potresa. Magnitudne skale, Richterova. Skale intenziteta-opisne, max ubrzanja tla PGA	Računski primjeri iz dinamike konstrukcija sistema sa više stupnjeva slobode (I dio).
3	Postupak dobivanja spektara odgovora. Spektri pomaka, brzine, ubrzanja. Karakteristični akcelerogrami potresa. Spektri ubrzanja za razna prigušenja, za različite akceleroگرامe, svojstva. Matematička formulacija spektara odgovora.	Računski primjeri iz dinamike konstrukcija sistema sa više stupnjeva slobode (II dio). Podjela semestralnog projektnog zadatka uz osnovna objašnjenja.
4	Zaglađeni elastični spektri ubrzanja i projektni spektri. Nosivost i duktilnost. Osvrt na rezultate dinamičkih ispitivanja. Vrste duktilnosti, dva pristupa umanjenju nosivosti ovisno o duktilnosti, faktor ponašanja q, stupnjevi duktilnosti, projektni spektri prema Eurocode 8.	Diskusije o elastičnim i projektnim spektrima ubrzanja. Konstruiranje projektnih spektara prema propisima Eurocode 8 za zadane uvjete.
5	Test 1	Predavanja: Osnovne postavke aseizmičkog projektovanja u visokogradnji. Bitna svojstva konstr. izloženih potresu.
6	Vertikalni nosivi sistemi: okviri od betona i čelika, betonski zidovi, mješoviti sistemi, zidane konstrukcije, čelične rešetke u vertikalnoj ravnini. Svojstva za utjecaj potresa.	Postavljanje konstruktivnog sistema zgrade u dobivenom projektnom zadatku. Obrazloženja za odabranu nosivu konstrukciju. Program SAP2000
7	Upute za projektovanje nosive konstrukcije gledano u tlocrtu; ukupni gabariti raspored vertikalnih elemenata, otvora, torziona krutost. Projektovanje konstrukcije po visini. Kontinuitet, logičnost, izbjegavanje mekane etaže. Kompaktnost temeljne konstrukcije. Razdjelnice između zgrada i ograničenje pomaka.	Analiza opterećenja cijele zgrade. Modeliranje konstrukcije u programu SAP2000. Određivanje mjerodavnih projektnih spektara, faktor ponašanja prema odabranom stupnju duktilnosti.
8	Seizmičke metode proračuna. Proračunski model, osnovne pretpostavke, modeliranje. Metoda ekvivalentnog statičkog opterećenja, suština, primjena, Ukupna seizmička sila prema propisima. Osvrt na propise u BiH. Primjer proračuna višekratne zgrade. Nesimetrične zgrade, torzija: centri krutosti, ekscentricitet.	Proračun primjera višekratnih zgrada ekvivalentnom statičkom metodom. Približno određivanje perioda oscilovanja. Usporedbe projektnih spektara prema EC8 i postojećim propisima u BiH. Razlike u seizmičkoj sili, obrazloženja, uzroci.

9	Metoda spektralne analize. Modalna analiza, izvođenje, generalizirane koordinate, sistem neovisnih jednažbi, odgovor u pojedinim vlastitim formama. Aproksimacija ukupnog odgovora, pristupi SRSS, CQC, Primjer.	Primjena spektralne analize u semestralnom projektu. Modeliranje uz pretpostavku aksijalno krutih tavanica. Dovoljan broj vlastitih formi, analize rezultata
10	Dinamička analiza u vremenu (<i>Time History Analysis</i>), linearna analiza-modalna superpozicija Nelinearna analiza. Kapacitativno dimenzioniranje. Posebnost kod naprezanja usljed potresa. Osnovne postavke.	Usporedba spektralnih analiza za različite propise. Linearna dinamička analiza primjenom programa SAP2000. Upute za oblikovanje prema stupnju duktilnosti iz EC8
11	Kapacitativno i konvencionalno dimenzioniranje, Prihvatljivi plastični mehanizmi, nosivost iznad računskog nivoa, poprečne sile i kapacitativno dimenz. Pregled postupka dimenzioniranja ab zida, okviri. Detalji oblikovanja konstrukcija.	Izbor tipičnih elemenata iz nosive konstrukcije, kapacitativno dimenzioniranje i oblikovanje prema EC8. Nacrta karakterističnih detalja.
12	Mostovi izloženi potresu. Problematika <i>life-line structures</i> . Osnovno o modeliranju. Tipična oštećenja grednih mostova: glavna rasponska konstrukcija, ležajevi i druga oprema mosta, obalni stubovi- upornjaci, srednji stubovi.	Nastavak rada na semestralnom projektom zadatku. Konsultacije. Razmatranje jednostavnih modela za seizmički proračun mostova
13	Evaluacija šteta od potresa i mjere za pojačanje konstrukcija. Osnovni elementi seizmičke evaluacije. Pregled oštećenja i prijedloga za njihove popravke i pojačanja za različite nosive konstruktivne elemente. Diskusija skica i uputa.	Problematika seizmičke evaluacije postojećih zgrada. Korekcije seizmičke analize zgrade iz projektnog zadatka
14	Metoda spektra kapaciteta. Razvoj seizmičkog proračuna. ADRS format spektra. Push-over analiza, primjena krivulja kapaciteta. Razmatranje ponašanja konstrukcije, metoda spektra kapaciteta, <i>performance based design</i> .	Push-over analiza – nelinearna statička procedura. Primjena u projektom zadatku – napredni dio. Korekcije semestralnog zadatka
15	Test 2	Završne odbrane semestralnog projektog zadatka: Sseizmička analiza, dimenzioniranje i oblikovanje višekatne zgrade