

NAZIV PREDMETA		TEHNIKA VISOKOG NAPONA					
Kod	SEN029	Godina studija	3.				
Nositelj/i predmeta	Joško Novaković, pred.	Bodovna vrijednost (ECTS)	5				
Suradnici	Dr.sc. Mislav Majstović, red. prof. – trajno zvanje	Način izvođenja nastave (broj sati u semestru)	P	S	V	T	
			30			30	
Status predmeta	Obvezni	Postotak primjene e-učenja	35%				
OPIS PREDMETA							
Ciljevi predmeta	Poznavanje: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Visokonaponskih postrojenja.</li> <li>• Izolacije u visokonaponskim postrojenjima.</li> <li>• Zaštite od visokih napona</li> </ul>						
Uvjeti za upis predmeta i ulazne kompetencije potrebne za predmet	Nema						
Očekivani ishodi učenja na razini predmeta (4-10 ishoda učenja)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definirati osnovne pojmove električnog polja.</li> <li>2. Opisati osnovne tipove dielektrika (plinoviti, tekući i kruti).</li> <li>3. Upoznati naprezanja izolacije (istosmjerni naponi, naponi pogonske frekvencije, atmosferski i sklopni prenaponi).</li> <li>4. Opisati visokonaponske laboratorije.</li> <li>5. Prezentirati način dobivanja ispitnih visokih izmjeničnih napona.</li> <li>6. Opisati način dobivanja ispitnih visokih istosmjernih napona.</li> <li>7. Izložiti način dobivanja ispitnih udarnih napona.</li> <li>8. Definirati prenaponsku zaštitu.</li> <li>9. Izabrati inženjerski pristup u rješavanju problema, polazeći od usvojenih znanja iz fizike i matematike.</li> </ol>						
Sadržaj predmeta detaljno razrađen prema satnici nastave	<b>Tjedan</b>	<b>Sati</b>	<b>Oblik nastave</b>	<b>Tema</b>			
	1.	2	Predavanja	Uvod, temeljni pojmovi o elektricitetu			
		2	Terenske vježbe	Uvod, uloga visokonaponskih postrojenja			
	2.	2	Predavanja	Prostorni naboj. Električno polje. Vektor električnog polja (jakost i smjer). Potencijal. Napon.			
		2	Terenske vježbe	Elementi visokonaponskog postrojenja pod naponom.			
	3.	2	Predavanja	Vektor električnog pomaka. Prijelaz normalnih i tangencijalnih komponenti električnog polja i vektora električnog pomaka iz jednog u drugi dielektrik. Slojeviti dielektrici (pločaste elektrode, koaksijalni cilindar i koncentrične kugle).			
		2	Terenske	Izolacijski materijali u visokonaponskim postrojenjima.			

		vježbe	
4.	2	Predavanja	Raspodjela potencijala na izolatorskom lancu. Plinoviti dielektrici. Ionizacija u plinu. Ionizacija s površine metalne elektrode. Rekombinacija.
	2	Terenske vježbe	Primjer električnog polja u prostoru visokonaponskog postrojenja.
5.	2	Predavanja	Samostalno i nesamostalno izbijanje u plinu. Proboj u homogenom električnom polju. Streamer (teorija kanala).
	2	Terenske vježbe	Utjecaj električnog polja na živa bića (ljude, životinje, ...).
6.	2	Predavanja	Proboj u plinu kod nehomogenog električnog polja. Faktor homogenosti polja.
	2	Terenske vježbe	Upoznavanje s dozvoljenim stazama kretanja u visokonaponskom postrojenju.
7.	2	Predavanja	Kruti dielektrici. Proboj u krutim dielektricima. Unutarnja parcijalna izbijanja. Tekući dielektrici.
	2	Terenske vježbe	Izolatori. Potencijal na ovjesnim i potpornim izolatorima u jednom visokonaponskom postrojenju. Preskok pri vlažnoj i zaprljanoj površini izolatora. Staza kliznih struja.
8.	2	Predavanja	<b>1. kolokvij</b> Visoki izmjenični napon. Karakteristične veličine. Generiranje visokih izmjeničnih napona. Ispitni transformatori.
	2	Terenske vježbe	Upoznavanje s tipičnom izvedbom izmjeničnih visokonaponskih ispitnih transformatora (kaskadna izvedba).
9.	2	Predavanja	Visoki istosmjerni napon. Karakteristične veličine. Generiranje visokog istosmjernog napona.
	2	Terenske vježbe	Upoznavanje s tipičnom izvedbom istosmjerne kaskade za višestruki istosmjerni napon
10.	2	Predavanja	Udarni napon. Karakteristične veličine. Generiranje udarnih napona.
	2	Terenske vježbe	Upoznavanje s generatorom udarnog napona (jednostupanjski i višestupanjski impulsni generatori).
11.	2	Predavanja	Prenaponi. Klasifikacija. Karakteristike prenapona. Privremeni prenaponi. Sklopni prenaponi.
	2	Terenske vježbe	Ferantijev efekt na realnim visokonaponskim vodovima. Mogućnost pojave ferorezonancije u visokonaponskoj elektroenergetskoj mreži.
12.	2	Predavanja	Atmosferski prenaponi. Mehanizam nastanka groma. Energija groma. Parametri struje groma.
	2	Terenske vježbe	Prikazivanje snimki atmosferskih pražnjenja.

	13.	2	Predavanja	Vrlo brzi prenaponi. Putni valovi. Petersenovo pravilo.		
		2	Terenske vježbe	Posjeta visokonaponskom postrojenju i upoznavanje s oklopljenim visokonaponskim dijelom, te s mogućnošću nastajanja vrlo brzih prenapona.		
	14.	2	Predavanja	Prenaponska zaštita. Odvodnici prenapona.		
		2	Terenske vježbe	Upoznavanje s odvodnicima prenapona u jednom srednjenaponskom i visokonaponskom postrojenju.		
	15.	2	Predavanja	<b>2. kolokvij</b>		
		2	Terenske vježbe	Princip djelovanja prenaponske zaštite. Zaštitna zona. Utvrđivanje lokacije odvodnika prenapona, te njihove udaljenosti od štice objekta u srednjenaponskom i visokonaponskom postrojenju.		
Vrste izvođenja nastave:	<input checked="" type="checkbox"/> predavanja <input type="checkbox"/> seminari i radionice <input type="checkbox"/> vježbe <input type="checkbox"/> <i>on line</i> u cijelosti <input type="checkbox"/> mješovito e-učenje <input checked="" type="checkbox"/> terenska nastava			<input type="checkbox"/> samostalni zadaci <input type="checkbox"/> multimedija <input type="checkbox"/> laboratorij <input type="checkbox"/> mentorski rad <input type="checkbox"/> demonstracijske vježbe		
Obveze studenata	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obavljanje svih propisanih terenskih vježbi.</li> <li>• Nazočnost na predavanjima i terenskim vježbama u iznosu od najmanje 70% predviđene satnice (za izvanredne studente obveza je 50% nazočnosti).</li> </ul>					
Praćenje rada studenata ( <i>upisati udio u ECTS bodovima za svaku aktivnost tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti predmeta</i> ):	Pohađanje nastave		Istraživanje		Praktični rad	
	Ekperimentalni rad		Referat		Demonstracijske vježbe	
	Esej		Seminarski rad		Samostalno učenje	1,5 ECTS
	Kolokviji	1 ECTS	Usmeni ispit	2 ECTS	Konzultacije i završni ispit	0,5 ECTS
	Pismeni ispit		Projekt		(Ostalo upisati)	
Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom nastave i na završnom ispitu	<b>KONTINUIRANO VREDNOVANJE</b>					
	Pokazatelji kontinuirane provjere			Uspješnost $A_i$ (%)	Udjel u ocjeni $k_i$ (%)	
	<i>Nazočnost i aktivnost na nastavi (pred. + vježbe)</i>			70 - 100	10	
	<i>Laboratorijske vježbe</i>					
	<i>Laboratorijske vježbe (završna provjera)</i>					
	<i>Prvi kolokvij</i>			50-100	45	
	<i>Drugi kolokvij</i>			50-100	45	
Studenti koji nisu položili ispit putem kolokvija polažu završni ispit koji se sastoji od praktičnog i teorijskog dijela. Isto vrijedi i za popravne ispite.						

ZAVRŠNA OCJENA				
	Pokazatelji provjere - završni ispit (prvi i drugi ispitni termin)	Uspješnost $A_i$ (%)	Udjel u ocjeni $k_i$ (%)	
	<i>Praktični ispit (pisani)</i>	50 - 100	40	
	<i>Teorijski ispit (pisani i/ili usmeni)</i>	50 - 100	50	
	<i>Prethodne aktivnosti (uključuju sve pokazatelje kontinuirane provjere)</i>	50 - 100	10	
	Pokazatelji provjere - popravni ispit (treći i četvrti ispitni termin)	Uspješnost $A_i$ (%)	Udjel u ocjeni $k_i$ (%)	
	<i>Praktični ispit (pisani)</i>	50 - 100	50	
	<i>Teorijski ispit (pisani i/ili usmeni)</i>	50 - 100	50	
	<p>Ocjena (u postocima) formira se temeljem svih pokazatelja koji opisuju razinu studentskih aktivnosti prema relaciji:</p> $Ocjena (\%) = \sum_{i=1}^N k_i A_i$ <p><math>k_i</math> - težinski koeficijent za pojedinu aktivnost,  <math>A_i</math> - postotni uspjeh postignut za pojedinu aktivnost,  <math>N</math> - ukupan broj aktivnosti.</p>			
	ODNOS POLUČENOG USPJEHA I PRIPADNE OCJENE			
	Postotak	Kriterij	Ocjena	
od 50% do 61%	<i>zadovoljava minimalne kriterije</i>	dovoljan (2)		
od 62% do 74%	<i>prosječan uspjeh s primjetnim nedostatcima</i>	dobar (3)		
od 75% do 87%	<i>iznadprosječan uspjeh s ponekom greškom</i>	vrlo dobar (4)		
od 88% do 100%	<i>izniman uspjeh</i>	izvrstan (5)		
Obvezna literatura (dostupna u knjižnici i putem ostalih medija)	Naslov	Broj primjeraka u knjižnici	Dostupnost putem ostalih medija	
	1. Uglešić, I.: TEHNIKA VISOKOG NAPONA - skripta, FER, Zagreb, 2002.			
Dopunska literatura	1. Holtzhausen, J. P.; Vosloo, W. L.: High Voltage Engineering – Practice and Theory, ISBN: 978-0-620-3767-7, Draft version of Book, 2015.			
	2. Padelin, M.: Zaštita od groma, Školska knjiga Zagreb, Zagreb, 1969.			
	3. Stefanini, B.: Tehnika visokog napona – svezak I, ETF – Sveučilište Zagreb, Zagreb, 1965.			
	4. Stefanini, B.: Tehnika visokog napona – svezak II, ETF – Sveučilište Zagreb, Zagreb, 1965.			

Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje utvrđenih ishoda učenja	5. <ul style="list-style-type: none"> <li>Evidencija pohađanja nastave i uspješnosti izvršenja ostalih obveza studenata (nastavnik).</li> <li>Ažuriranje detaljnih izvedbenih planova nastave - DIP (nastavnik).</li> <li>Nadzor izvođenja nastave (zamjenik pročelnika Odjela za nastavu, pročelnici odsjeka).</li> <li>Kontinuirana provjera kvalitete svih parametara nastavnog procesa u skladu s Akcijskim planovima (pomoćnik pročelnika Odjela za kvalitetu).</li> <li>Semestralno provođenje studentske ankete sukladno „Pravilniku o postupku studentskog vrednovanja nastavnog rada na sveučilištu u Splitu“ (UNIST, Centar za unaprjeđenje kvalitete).</li> </ul>
Ostalo (prema mišljenju predlagatelja)	DIP-ovi predmeta nalaze se unutar sustava za podršku nastavi (MOODLE) i dostupni su studentima i nastavnicima Odjela. Skraćeni izvedbeni programi - IP (hrvatska i engleska inačica) su u cilju javnosti informiranja izravno dostupni na web stranicama Odjela.

NAZIV PREDMETA	TEHNIKA VISOKOG NAPONA					
Kod	SEN029	Godina studija	3.			
Nositelj/i predmeta	Dr.sc. Mislav Majstrovic, red. prof. – trajno zvanje	Bodovna vrijednost (ECTS)	5			
Suradnici	.	Način izvođenja nastave (broj sati u semestru)	P	S	V	T
			30			30
Status predmeta	Obvezni	Postotak primjene e-učenja	35%			
OPIS PREDMETA						
Ciljevi predmeta	Poznavanje: <ul style="list-style-type: none"> <li>Visokonaponskih postrojenja.</li> <li>Izolacije u visokonaponskim postrojenjima.</li> <li>Zaštite od visokih napona</li> </ul>					
Uvjeti za upis predmeta i ulazne kompetencije potrebne za predmet	Nema					
Očekivani ishodi učenja na razini predmeta (4-10 ishoda učenja)	10. Definirati osnovne pojmove električnog polja. 11. Opisati osnovne tipove dielektrika (plinoviti, tekući i kruti). 12. Upoznati naprezanja izolacije (istosmjerni naponi, naponi pogonske frekvencije, atmosferski i sklopni prenaponi). 13. Opisati visokonaponske laboratorije. 14. Prezentirati način dobivanja ispitnih visokih izmjeničnih napona. 15. Opisati način dobivanja ispitnih visokih istosmjernih napona. 16. Izložiti način dobivanja ispitnih udarnih napona. 17. Definirati prenaponsku zaštitu. 18. Izabrati inženjerski pristup u rješavanju problema, polazeći od usvojenih znanja iz fizike i matematike.					
Sadržaj predmeta detaljno razrađen prema satnici	<b>Tjedan</b>	<b>Sati</b>	<b>Oblik nastave</b>	<b>Tema</b>		

nastave	1.	2	Predavanja	Uvod, temeljni pojmovi o elektricitetu
		2	Terenske vježbe	Uvod, uloga visokonaponskih postrojenja
	2.	2	Predavanja	Prostorni naboj. Električno polje. Vektor električnog polja (jakost i smjer). Potencijal. Napon.
		2	Terenske vježbe	Elementi visokonaponskog postrojenja pod naponom.
	3.	2	Predavanja	Vektor električnog pomaka. Prijelaz normalnih i tangencijalnih komponenti električnog polja i vektora električnog pomaka iz jednog u drugi dielektrik. Slojeviti dielektrici (pločaste elektrode, koaksijalni cilindar i koncentrične kugle).
		2	Terenske vježbe	Izolacijski materijali u visokonaponskim postrojenjima.
	4.	2	Predavanja	Raspodjela potencijala na izolatorskom lancu. Plinoviti dielektrici. Ionizacija u plinu. Ionizacija s površine metalne elektrode. Rekombinacija.
		2	Terenske vježbe	Primjer električnog polja u prostoru visokonaponskog postrojenja.
	5.	2	Predavanja	Samostalno i nesamostalno izbijanje u plinu. Proboj u homogenom električnom polju. Streamer (teorija kanala).
		2	Terenske vježbe	Utjecaj električnog polja na živa bića (ljude, životinje, ...).
	6.	2	Predavanja	Proboj u plinu kod nehomogenog električnog polja. Faktor homogenosti polja.
		2	Terenske vježbe	Upoznavanje s dozvoljenim stazama kretanja u visokonaponskom postrojenju.
	7.	2	Predavanja	Kruti dielektrici. Proboj u krutim dielektrcima. Unutarnja parcijalna izbijanja. Tekući dielektrici.
		2	Terenske vježbe	Izolatori. Potencijal na ovjesnim i potpornim izolatorima u jednom visokonaponskom postrojenju. Preskok pri vlažnoj i zaprljanoj površini izolatora. Staza kliznih struja.
	8.	2	Predavanja	<b>1. kolokvij</b> Visoki izmjenični napon. Karakteristične veličine. Generiranje visokih izmjeničnih napona. Ispitni transformatori.
		2	Terenske vježbe	Upoznavanje s tipičnom izvedbom izmjeničnih visokonaponskih ispitnih transformatora (kaskadna izvedba).
	9.	2	Predavanja	Visoki istosmjerni napon. Karakteristične veličine. Generiranje visokog istosmjernog napona.
		2	Terenske vježbe	Upoznavanje s tipičnom izvedbom istosmjerne kaskade za višestruki istosmjerni napon

	10.	2	Predavanja	Udarni napon. Karakteristične veličine. Generiranje udarnih napona.		
		2	Terenske vježbe	Upoznavanje s generatorom udarnog napona (jednostupanjski i višestupanjski impulsni generatori).		
	11.	2	Predavanja	Prenaponi. Klasifikacija. Karakteristike prenapona. Privremeni prenaponi. Sklopni prenaponi.		
		2	Terenske vježbe	Ferantijev efekt na realnim visokonaponskim vodovima. Mogućnost pojave ferorezonancije u visokonaponskoj elektroenergetskoj mreži.		
	12.	2	Predavanja	Atmosferski prenaponi. Mehanizam nastanka groma. Energija groma. Parametri struje groma.		
		2	Terenske vježbe	Prikazivanje snimki atmosferskih pražnjenja.		
	13.	2	Predavanja	Vrlo brzi prenaponi. Putni valovi. Petersenovo pravilo.		
		2	Terenske vježbe	Posjeta visokonaponskom postrojenju i upoznavanje s oklopljenim visokonaponskim dijelom, te s mogućnošću nastajanja vrlo brzih prenapona.		
	14.	2	Predavanja	Prenaponska zaštita. Odvodnici prenapona.		
		2	Terenske vježbe	Upoznavanje s odvodnicima prenapona u jednom srednjenponskom i visokonaponskom postrojenju.		
	15.	2	Predavanja	<b>2. kolokvij</b> Princip djelovanja prenaponske zaštite. Zaštitna zona.		
		2	Terenske vježbe	Utvrđivanje lokacije odvodnika prenapona, te njihove udaljenosti od štice objekta u srednjenponskom i visokonaponskom postrojenju.		
	Vrste izvođenja nastave:	<input checked="" type="checkbox"/> predavanja <input type="checkbox"/> seminari i radionice <input type="checkbox"/> vježbe <input type="checkbox"/> <i>on line</i> u cijelosti <input type="checkbox"/> mješovito e-učenje <input checked="" type="checkbox"/> terenska nastava			<input type="checkbox"/> samostalni zadaci <input type="checkbox"/> multimedija <input type="checkbox"/> laboratorij <input type="checkbox"/> mentorski rad <input type="checkbox"/> demonstracijske vježbe	
	Obveze studenata	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obavljanje svih propisanih terenskih vježbi.</li> <li>• Nazočnost na predavanjima i terenskim vježbama u iznosu od najmanje 70% predviđene satnice (za izvanredne studente obveza je 50% nazočnosti).</li> </ul>				
Praćenje rada studenata ( <i>upisati udio u ECTS bodovima za svaku aktivnost tako da ukupni broj ECTS bodova odgovara bodovnoj vrijednosti predmeta</i> ):	Pohađanje nastave		Istraživanje		Praktični rad	
	Eksperimentalni rad		Referat		Demonstracijske vježbe	
	Esej		Seminarski rad		Samostalno učenje	1,5 ECTS
	Kolokviji	1 ECTS	Usmeni ispit	2 ECTS	Konzultacije i završni ispit	0,5 ECTS
	Pismeni ispit		Projekt		(Ostalo upisati)	
Ocjenjivanje i vrjednovanje rada studenata tijekom	KONTINUIRANO VREDNOVANJE					

nastave i na završnom ispitu	Pokazatelji kontinuirane provjere	Uspješnost $A_i$ (%)	Udjel u ocjeni $k_i$ (%)
	<i>Nazočnost i aktivnost na nastavi (pred. + vježbe)</i>	70 - 100	10
	<i>Laboratorijske vježbe</i>		
	<i>Laboratorijske vježbe (završna provjera)</i>		
	<i>Prvi kolokvij</i>	50-100	45
	<i>Drugi kolokvij</i>	50-100	45
	Studenti koji nisu položili ispit putem kolokvija polažu završni ispit koji se sastoji od praktičnog i teorijskog dijela. Isto vrijedi i za popravne ispite.		
	<b>ZAVRŠNA OCJENA</b>		
	Pokazatelji provjere - završni ispit (prvi i drugi ispitni termin)	Uspješnost $A_i$ (%)	Udjel u ocjeni $k_i$ (%)
	<i>Praktični ispit (pisani)</i>	50 - 100	40
	<i>Teorijski ispit (pisani i/ili usmeni)</i>	50 - 100	50
	<i>Prethodne aktivnosti (uključuju sve pokazatelje kontinuirane provjere)</i>	50 - 100	10
	Pokazatelji provjere - popravni ispit (treći i četvrti ispitni termin)	Uspješnost $A_i$ (%)	Udjel u ocjeni $k_i$ (%)
	<i>Praktični ispit (pisani)</i>	50 - 100	50
	<i>Teorijski ispit (pisani i/ili usmeni)</i>	50 - 100	50
	Ocjena (u postotcima) formira se temeljem svih pokazatelja koji opisuju razinu studentskih aktivnosti prema relaciji:		
	$Ocjena (\%) = \sum_{i=1}^N k_i A_i$		
	$k_i$ - težinski koeficijent za pojedinu aktivnost, $A_i$ - postotni uspjeh postignut za pojedinu aktivnost, $N$ - ukupan broj aktivnosti.		
	<b>ODNOS POLUČENOG USPJEHA I PRIPADNE OCJENE</b>		
	Postotak	Kriterij	Ocjena
	od 50% do 61%	<i>zadovoljava minimalne kriterije</i>	dovoljan (2)
	od 62% do 74%	<i>prosječan uspjeh s primjetnim nedostacima</i>	dobar (3)
	od 75% do 87%	<i>iznadprosječan uspjeh s ponekom greškom</i>	vrlo dobar (4)
	od 88% do 100%	<i>izniman uspjeh</i>	izvrstan (5)



	<b>Naslov</b>	<b>Broj primjeraka u knjižnici</b>	<b>Dostupnost putem ostalih medija</b>
Obvezna literatura (dostupna u knjižnici i putem ostalih medija)	2. Uglešić, I.: TEHNIKA VISOKOG NAPONA - skripta, FER, Zagreb, 2002.		
Dopunska literatura	6. Holtzhausen, J. P.; Vosloo, W. L.: High Voltage Engineering – Practice and Theory, ISBN: 978-0-620-3767-7, Draft version of Book, 2015. 7. Padelin, M.: Zaštita od groma, Školska knjiga Zagreb, Zagreb, 1969. 8. Stefanini, B.: Tehnika visokog napona – svezak I, ETF – Sveučilište Zagreb, Zagreb, 1965. 9. Stefanini, B.: Tehnika visokog napona – svezak II, ETF – Sveučilište Zagreb, Zagreb, 1965. 10.		
Načini praćenja kvalitete koji osiguravaju stjecanje utvrđenih ishoda učenja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evidencija pohađanja nastave i uspješnosti izvršenja ostalih obveza studenata (nastavnik).</li> <li>• Ažuriranje detaljnih izvedbenih planova nastave - DIP (nastavnik).</li> <li>• Nadzor izvođenja nastave (zamjenik pročelnika Odjela za nastavu, pročelnici odsjeka).</li> <li>• Kontinuirana provjera kvalitete svih parametara nastavnog procesa u skladu s Akcijskim planovima (pomoćnik pročelnika Odjela za kvalitetu).</li> <li>• Semestralno provođenje studentske ankete sukladno „Pravilniku o postupku studentskog vrednovanja nastavnog rada na sveučilištu u Splitu“ (UNIST, Centar za unaprjeđenje kvalitete).</li> </ul>		
Ostalo (prema mišljenju predlagatelja)	DIP-ovi predmeta nalaze se unutar sustava za podršku nastavi (MOODLE) i dostupni su studentima i nastavnicima Odjela. Skraćeni izvedbeni programi - IP (hrvatska i engleska inačica) su u cilju javnosti informiranja izravno dostupni na web stranicama Odjela.		