

**MODEL ZADATKA ZA
NATJECATELJSKU
DISCIPLINU
GRADITELJSKA
TEHNOLOGIJA (var. I)**

UVOD

Tema: Održivo projektiranje i racionalna uporaba materijala

Trendovi u projektiranju su takvi da se nastoji ostvariti racionalnost projektiranja i izvedbe konstrukcije. Troškovi projektiranja i građenja je potrebno optimizirati, a da u isto vrijeme svi zahtjevi za konstrukciju budu zadovoljeni. Osnovni zahtjev je mehanička otpornost i stabilnost konstrukcije koja ovisi o nizu parametara. Da bi se ostvarili svi potrebni zahtjevi, a u isto vrijeme optimizirali troškovi, potrebno je fazi projektiranja pristupiti na fleksibilniji način nego je to kod klasičnog (linearnog) projektiranja. Izmjene i preinake tijekom projektiranja su nužne za ostvariti potrebne rezultate. Na taj način postiže su i konkurentnost na tržištu rada budući da su i zahtjevi investitora sve veći. Osim poznavanja metoda proračuna i dimenzioniranja nosivih elemenata, bitnu ulogu ima i sposobnost prezentiranja ideja potencijalnim kupcima i investitorima kako bi se pozicionirali na tržištu. Za povećanje konkurentnosti je bitno i racionalno korištenje vremena za provedbu ideja, tako da treba prepoznati ključne faktore i probleme u projektu te ih pravodobno i efikasno rješavati.

OPIS MODELA I ZADAĆA

Ovaj testni projekt uključuje 6 različitih modula:

- Modul 1 Prenosjenje dimenzija elemenata konstrukcije s modela
- Modul 2 Određivanje statičke sheme kritičnih elemenata konstrukcije i analiza opterećenja
- Modul 3 Određivanje reakcija, unutarnjih sila i naprezanja u kritičnim elementima
- Modul 4 Prijedlog poboljšanja nosivog sustava prema zadanom kriteriju i usporedba rješenja
- Modul 5 Izrada tehničkog crteža rješenja
- Modul 6 Presentacija rješenja

UPUTE NATJECATELJIMA

MODUL 1

Radno vrijeme: 2 sata. Prvi dan natjecanja

Prenosjenje dimenzija elemenata konstrukcije s modela.

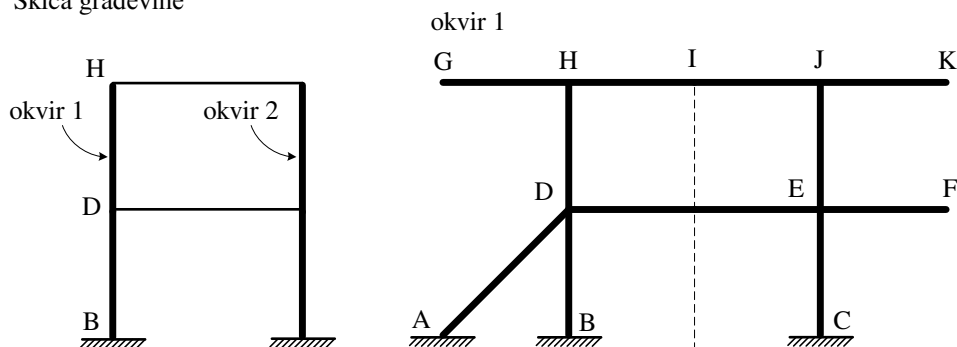
U prostoru predviđenom za to će biti izložena konstrukcija koja je prethodno napravljena prema uputama i nacrtima kako je definirano od povjerenstva i priloženo ovdje. Konstrukcija predstavlja maketu kuće sa osnovnim nosivim elementima. Sastoji se od dva ravninska okvira na razmaku 1,5 m koji su međusobno povezani i čine jednu cjelinu. Veza okvira se ostvaruje drvenim elementima i OSB pločama tako da konstrukcija bude stabilna u prostoru. OSB ploče povezuju dva okvira na mjestu greda (stropne konstrukcije). Također OSB ploče povezuju vertikalne stupove dvaju okvira i djeluju kao ukruta, te predstavljaju zidove. Stupovi istog okvira se ne povezuju OSB pločama kako bi unutrašnjost konstrukcije bila vidljiva i dostupna natjecateljima za mjerenje. Kosi elementi služe kao bočno pridržanje konstrukcije. Temeljenje konstrukcije je moguće izvesti sa betonskim elementima ili drvenim gredama (pločama) kako bi konstrukcija bila lako prenosiva. Bitno je da nije narušena njezina globalna stabilnost.

Natjecatelji će imati pristup konstrukciji i trebaju je premjeriti koristeći ručni metar te je skicirati na papir sa svim dimenzijama (rasponi, visine i duljine elemenata). Crtež treba imati nacrt, tlocrt i bokocrt. Osim dimenzija konstrukcije, natjecatelji trebaju izmjeriti dimenzije poprečnih presjeka svih elemenata kao i materijal i dimenzije spajala i spojnih ploča. Skice priključaka između elemenata konstrukcije služe kako bi se ispravno odredila statička shema nekog elementa ili dijela konstrukcije. Dimenzije poprečnih presjeka drvenih elemenata, kao i duljine svih elemenata trebaju biti zaokružene na točnost od 1 cm, dok dimenzije čeličnih ploča i spajala trebaju biti zaokružene na točnost 1 mm.

Svi natjecatelji imaju slobodan pristup konstrukciji u isto vrijeme. Konstrukcija se treba nalaziti u sredini radnog prostora kako bi natjecatelji mogli pristupiti svakom okviru te se na taj način ne bi stvarala gužva pri mjerenju i skiciranju konstrukcije.

Za ovaj modul natjecatelji koriste papir, olovku, ručni metar i tvrdi podložak za pisanje i skiciranje.

Skica građevine



Bodovanje: ukupno 10 (boduje se prostoručna skica nacрта, tlocrta i bokocrta)

Članovi prosudbenog povjerenstva će vrjednovati sljedeće elemente: Mjerenje 7 bodova

- Točno izmjerene i prenesene duljine svih drvenih elemenata na papir
 - točnost do 2 cm uz nacrtan tlocrt, nacrt i bokocrt – 5 bodova
 - točnost do 5 cm uz nacrtan tlocrt, nacrt i bokocrt – 3 boda
 - točnost do 10 cm ili ako nedostaje tlocrt, nacrt ili bokocrt – 1 bod
 - pogreška preko 10 cm ili nedostaje npr. tlocrt i bokocrt – 0 bodova
- Točno izmjerene i prenesene dimenzije poprečnih presjek drvenih elemenata na papir
 - točnost do 1 cm – 1 bod
 - pogreška preko 1 cm – 0 bodova
- Točno izmjerene i prenesene dimenzije metalnih spajala i limenih ploča na papir
 - točnost do 1 mm – 1 bod
 - pogreška preko 1 mm – 0 bodova

Članovi prosudbenog povjerenstva će vrjednovati (prosuđivati) sljedeće elemente (3 boda)

- 0 bodova - Tehnički crtež neuređan i kompozicija neuredna, nedovršen i van svih standarda
- 1 bod - Tehnički crtež ima sve elemente, kompozicija slaba, jedva prolazno
- 2 boda - Tehnički crtež i kompozicija uredna, zadovoljeni svi standardi.
- 3 boda - Tehnički crtež izvanredan, sve uredno i iznad standarda.

MODUL 2

Radno vrijeme: 2 sata. Prvi dan natjecanja

Određivanje statičke sheme kritičnih elemenata konstrukcije i analiza opterećenja.

Natjecatelji će od povjerenstva dobiti popis kritičnih elemenata (2 povezana elementa) za koje je potrebno provesti statički proračun te odrediti unutarnje sile, reakcije i naprezanja.

Ovdje je pretpostavljena samo jedna varijanta koja se sastoji od **stupa (BH) i kose podupore (AD)**. Iako je konstrukcija prostorna, u nastavku je potrebno promatrati samo jedan okvir kao ravninski sustav. Također se i svo opterećenje svodi na jedan okvir. Na temelju napravljene skice u modulu 1 natjecatelji će napraviti statičku shemu za dane kritične elemente. Pri tome će voditi računa o jednostavnosti proračuna tako da kombinacija elemenata bude predstavljena sa statički određenim sustavom kojega je moguće riješiti samo iz uvjeta ravnoteže.

Natjecatelji će od povjerenstva dobiti opterećenja koja se odnose samo na zadane kritične elemente. Opterećenje vjetrom djeluje u horizontalnom smjeru (smjer od lijeva na desno prema skici) na lijevi stup i to tako da unutar prve etaže (od B do D) djeluje u iznosu w_1 , dok na području druge etaže (od D do H) djeluje u iznosu w_2 . Natjecatelji će na temelju danih podataka o opterećenju provesti analizu opterećenja za zadane elemente konstrukcije. Kontinuirano opterećenje je zadano po kvadratnom metru te će ga natjecatelji morati svesti na jedan okvir. U ostalim varijantama će biti zadane i koncentrirane sile od kojih svaka djeluje na svaki okvir u punom intenzitetu.

Statička shema i opterećenje kritičnih elemenata treba biti uredno nacrtano u CAD-u.

Za ovaj modul natjecatelji koriste računalo, radni stol, papir, olovku, kalkulator i podatke o specifičnim težinama koji će im biti dani od strane povjerenstva. Na kraju ovog modula bi natjecatelji trebali imati spremne statičke sheme kritičnih elemenata za proračun.

Bodovanje: ukupno 15

- Točno određena statička shema s dimenzijama za zadani sustav od dva elementa
 - točno predviđeni svi ležajevi i zglobovi – 8 bodova
 - pogrešno predviđen jedan ležaj ili pogrešno umetnut zglob – 3 boda
 - formiran statički neodređeni sustav ili mehanizam – 0 bodova
- Točno provedena analiza opterećenja
 - točan položaj i intenzitet opterećenja na sustavu – 7 bodova

- točan položaj, a pogrešan intenzitet opterećenja na sustavu (ili obrnuto) – 3 boda
- pogrešan položaj i intenzitet opterećenja na sustavu – 0 bodova

MODUL 3

Radno vrijeme: 3 sata. Drugi dan natjecanja

Određivanje reakcija, unutarnjih sila i naprezanja u kritičnim elementima

Natjecatelji provode statički proračun za kritične elemente konstrukcije zadane u prethodnom modulu (sustav od dva povezana elementa). Proračun se vrši prema statičkim shemama iz prethodnog modula. Zadatak obuhvaća određivanje i crtanje dijagrama unutarnjih sila (M, T i N) u CAD programu prema podacima u karakterističnim presjecima za cijeli element. Također je potrebno izračunati reakcije te maksimalne vrijednosti unutarnjih sila (M, T i N) u kritičnim presjecima, te njihov položaj na elementu (skica ili opisno).

Konačno je potrebno izračunati maksimalne vrijednosti naprezanja u kritičnim presjecima i to tako da se posebno izračuna maksimalno naprezanje od savijanja (presjek sa maksimalnim momentom), a zatim se izračuna maksimalno naprezanje od uzdužne sile (presjek sa maksimalnom uzdužnom silom). Pri tome će natjecatelji trebati poznavati osnovne karakteristike izmjerenog presjeka kao što je površina i moment otpora presjeka, te ih posebno izračunati.

Za ovaj modul natjecatelji koriste računalo, radni stol, papir, olovku i kalkulator. Natjecatelji će dobiti papir od povjerenstva sa dopuštenim vrijednostima naprezanja u presjecima.

Bodovanje: ukupno 35

- Točan dijagram momenata savijanja na sustavu
 - Točne vrijednosti momenata i uredno nacrtan dijagram sa konstrukcijama parabola – 10 bodova
 - Točne vrijednosti momenata i neuredno nacrtan dijagram bez konstrukcije parabola – 6 bodova
 - Jedna pogrešna vrijednost (a to nije maksimalni moment) – 4 bodova
 - Više od jedne pogrešne vrijednosti ili je pogrešan maksimalni moment – 0 bodova
- Točan dijagram poprečnih sila na sustavu
 - Točne vrijednosti i uredno nacrtan dijagram – 6 bodova
 - Jedna pogrešna vrijednost – 4 bodova
 - Više od jedne pogrešne vrijednosti – 0 bodova
- Točan dijagram uzdužnih sila na sustavu
 - Točne vrijednosti i uredno nacrtan dijagram – 4 bodova
 - Jedna pogrešna vrijednost – 0 bodova
- Točne reakcije na sustavu
 - Točne vrijednosti svih reakcija – 4 bodova
 - Jedna pogrešna vrijednost – 2 bodova
 - Više od jedne pogrešne vrijednosti – 0 bodova
- Točne maksimalne vrijednosti momenta savijanja na sustavu i njegov položaj
 - Točna vrijednost maksimalnog momenata i njegov položaj – 2 bodova
 - Netočna vrijednost maksimalnog momenata i njegov položaj – 0 bodova
- Točne maksimalne vrijednosti poprečne sile na sustavu i njezin položaj
 - Točna vrijednost maksimalne poprečne sile i njezin položaj – 2 bodova
 - Netočna vrijednost maksimalne poprečne sile i njezin položaj – 0 bodova
- Točne maksimalne vrijednosti uzdužne sile na sustavu i njezin položaj
 - Točna vrijednost maksimalne uzdužne sile i njezin položaj – 2 bodova
 - Netočna vrijednost maksimalne uzdužne sile i njezin položaj – 0 bodova
- Vrijednosti maksimalnog naprezanja od savijanja u kritičnom presjeku
 - Točna vrijednost maksimalnog naprezanja – 3 bodova
 - Netočna vrijednost maksimalnog naprezanja – 0 bodova
- Vrijednosti maksimalnog naprezanja od uzdužne sile u kritičnom presjeku
 - Točna vrijednost maksimalnog naprezanja – 2 bodova

- Netočna vrijednost maksimalnog naprezanja – 0 bodova

MODUL 4

Radno vrijeme: 2 sata. Drugi dan natjecanja

Prijedlog poboljšanja nosivog sustava prema zadanom kriteriju i usporedba rješenja

Natjecatelji imaju zadatak da na temelju usporedbe proračunatih naprezanja **od savijanja** u kritičnim presjecima sa dopuštenim, odrede iskorištenost presjeka i ocjene mogućnost njegove optimizacije. Dopuštena naprezanja će biti zadane na papiru od strane povjerenstva.

Zadatak se svodi na određivanje dimenzije kvadratnog presjeka kako bi se zadovoljio kriterij dopuštenih naprezanja. Dimenziju presjeka je potrebno zaokružiti na 1 cm. Ovakvom intervencijom se ostvaruje racionalnija iskoristivosti elemenata koji su proračunati u prethodnim modulima. Važno je napomenuti da se provjerava naprezanje nastalo samo od savijanja, dok se uzdužna naprezanja zanemaruju u postupku optimizacije.

Za ovaj modul natjecatelji koriste radni stol, papir, olovku i kalkulator.

Bodovanje: ukupno 10

- Određivanje iskorištenosti kritičnog presjeka uslijed savijanja
 - Točna vrijednost iskorištenosti presjeka – 3 boda
 - Netočna vrijednost iskorištenosti presjeka – 0 bodova
- Određivanje potrebnog momenta otpora presjeka
 - Točna vrijednost momenta otpora presjeka – 3 boda
 - Netočna vrijednost momenta otpora presjeka – 0 bodova
- Određivanje optimalnog poprečnog presjeka za kritični presjek opterećen savijanjem
 - Točna vrijednost dimenzije presjeka (zaokruženo na +1 cm) – 4 boda
 - Netočna vrijednost dimenzije presjeka – 0 bodova

MODUL 5

Radno vrijeme: 2 sata. Treći dan natjecanja

Izrada tehničkog crteža rješenja

Natjecatelji trebaju nacrtati tehnički crtež konačno prihvaćenog rješenja (sa predloženim izmjenama za optimizaciju, tj. promijenjenim poprečnim presjecima). Crtež treba napraviti za cijelu konstrukciju koja je izmjerena u modulu 1, a promjene poprečnog presjeka primijeniti na sve elemente. Tehnički crtež treba sadržavati nacrt, tlocrt i bokocrt konstrukcije. Treba biti nacrtan u CAD formatu, u mjerilu 1:20 i isprintan na formatu papira A3 sa svim potrebnim kotama i oznakama. Tehnički crtež treba sadržavati: mjerilo, sastavnicu, drvene elemente i poprečne presjeke, položaje i debljine OSB ploča, spojna sredstva i limove sa njihovim dimenzijama (koliko je vidljivo iz makete) itd. Tehnički crtež treba biti razrađen na razini glavnog projekta.

Na temelju tehničkog crteža natjecatelji računaju ukupnu količinu drvene građe (bez OSB ploča) koja bi bila iskorištena u izgradnju makete da se prihvati njihov prijedlog za optimizaciju poprečnih presjeka. Također je potrebno izračunati količinu drvene građe koja je utrošena u izgradnju makete. Dovoljno je točno računati prema osnim duljinama elemenata. Usporedbom te dvije količine potrebno je pokazati ukupnu uštedu u drvenoj građi. Metalne elemente konstrukcije (priključke) i OSB ploče nije potrebno računati u količinama. Temeljnu konstrukciju također nije potrebno uzeti u obzir.

Za ovaj modul natjecatelji koriste papir, olovku, kalkulator, osobno računalo (ili laptop) sa CAD programom za crtanje i printer.

Bodovanje: ukupno 15

- Točno i uredno nacrtan tehnički crtež
 - Točno i uredno nacrtan tehnički crtež sa svim elementima (kote, mjerilo, sastavnice..) – 12 bodova
 - Nacrtan tehnički crtež bez dijela nekih elemenata (kote, oznake elemenata itd.) – 10 bodova
 - Nepotpuno nacrtan tehnički crtež (bez nekih spojeva, limova i spajala) – 6 bodova
 - Nepotpuno nacrtan tehnički crtež (bez nekih drvenih elemenata ili su pogrešno nacrtani) – 4 bodova
 - Nepotpuno nacrtan tehnički crtež – 0 bodova
- Točno određivanje količine materijala (tolerira se točnost do 5% volumena)
 - Točno određen volumen optimizirane konstrukcije, izvorne konstrukcije njihov omjer – 3 bodova
 - Pogrešno određeni volumeni optimizirane ili izvorne konstrukcije – 0 bodova

MODUL 6

Radno vrijeme: 1 sat. Treći dan natjecanja

Prezentacija rješenja

Natjecatelji prezentiraju konstrukciju i svoja rješenja za racionalniju izvedbu. Natjecatelji trebaju objasniti zašto su predložene izmjene korisne i kakve prednosti one donose za konačni proizvod. Prezentacija treba obuhvatiti sve prethodne module i mora omogućiti publici da prati cjelokupni tijek projektiranja. Proračuni unutarnjih sila se mogu staviti u prezentaciju kao skenirane slike (ili fotografije). Dijagrami unutarnjih sila (M, T i N) trebaju biti nacrtani u CAD formatu u mjerilu sa svim oznakama i vrijednostima unutarnjih sila u karakterističnim presjecima. Potrebno je označiti i sve tangente pri konstrukciji parabola. Glavni rezultati kao što je usporedba naprezanja, postupak odabira profila i iskorištenost presjeka moraju biti uredno raspisani u MS Wordu ili CAD-u.

Prezentacija treba trajati najviše 10 minuta. U prezentaciji trebaju biti samo najvažniji dijelovi svakog modula. Tijek prezentacije treba biti jasan sa naglaskom na kritične faze projekta i razloge zašto se predlažu izmjene u konstrukciji. To treba biti potkrijepljeno usporedbom rezultata. Natjecatelji, jedan po jedan, prezentiraju svoja rješenja unutar 10 minuta. Prezentacija se radi na osobnom računalu u Microsoft PowerPoint-u. Ciljana publika prezentacije su potencijalni investitori i predstavnici tvrtki izvođača.

Za ovaj modul natjecatelji koriste radni stol, printer, skener i osobno računalo (ili laptop) sa CAD programom za crtanje i programom MS Office (Microsoft PowerPoint i Word).

Za prezentiranje pred publikom i povjerenstvom je još potreban radni stol, platno za projiciranje, projektor i osobno računalo.

Bodovanje: ukupno 15

- Sadržaj i izlaganje prezentacije.
- 0 bodova – izvedba se na bilo koji način ispod industrijskog standard/standarda struke, što uključuje i nedostatak truda da se postigne svrha prezentacije. U prezentaciju nisu uključeni svi potrebni elementi i nije jasan njezin smisao.
- 1 bod – izvedba koja zadovoljava industrijski standard/standard struke. Prezentacija sadrži sve potrebne elemente, ali je nepregledna i nepovezana.
- 2 boda – izvedba koja zadovoljava i do određene mjere nadilazi industrijski standard/standard struke. Prezentacija sadrži sve potrebne elemente i pregledna je. Svrha zadatka i rezultati su jasno prezentirani.
- 3 boda – izvrsna ili izvanredna izvedba u odnosu na očekivanje industrijskog standarda/standarda struke. Prezentacija sadrži sve potrebne elemente i pregledna je. Svrha zadatka i rezultati su jasno prezentirani. Nema nepotrebnog sadržaja i osoba koja prezentira jasno i konkretno naglašava najbitnije zaključke.

OPREMA, STROJEVI, INSTALACIJE I POTREBNI MATERIJALI

Prilog: Popis infrastrukture.

Svi natjecatelji rade na jednoj konstrukciji koja je napravljena i izložena u radnom prostoru. Materijali potrebni za izvedbu konstrukcije su:

- Drveni nosači – 14/14 cm – Puno drvo S10/MS10
 - 2 × greda duljine 400 cm
 - 4 × greda duljine 200 cm
 - 2 × greda duljine 141 cm
 - 4 × greda duljine 100 cm
- Drveni nosači – 10/10 cm – Puno drvo S10/MS10
 - 4 × greda duljine 135 cm (povezuje okvire)
 - 2 × greda duljine 120 cm (povezuje temeljne grede)
- OSB ploče (12 mm) - ukupne površine 17 m²
- Vijci i spajala – S235
 - Vijci M12 – 9×2=18 kom
 - Vijci M10 – 8×2=16 kom
 - Vijci za drvo sidrenje u temelj M12 ili ankeri – 3×2=6 kom
 - Čavli (ili tipski priključci sekundarnih elemenata)
 - Čavli za spajanje OSB ploča na nosače
- Temeljna greda
 - 2× greda 50/10 cm duljine 400 cm
- Čelični limovi za priključke (prema shemi detalja)
 - Priključci elemenata okvira (glavni elementi) - lim, t=4mm - 2×9=18 kom
 - Priključci sekundarnih elemenata okvira - lim, t=1 mm - 2×7=17 kom (ili tipski priključci)

Svaki natjecatelj ima:

- stol i stolica x 8
- osobno računalo i 2 monitora (jedan za natjecatelja i jedan za gledatelja) Na računalu treba biti CAD program za crtanje i MS Office sa PowerPointom i Wordom
- jedno platno za prezentacije i za gledatelje kao i računalo za prezentacije.
- 2-4 skenera - printera
- metar, mjerna traka (može mjeriti duljine do 5 m)(sve x 8)
- prazni memorijski stik x 8
- upute za dopuštena naprezanja

Svi materijali bit će osigurani od strane organizatora natjecanja – škole domaćina

Organizator će također osigurati 2- 3 tableta, platno i projektor za igranje igrica vezanih za graditeljstvo.

MATERIJALI, OPREMA I ALATI KOJI DONOSE NATJECATELJI

- pribor za crtanje
- kalkulator

MATERIJALI, OPREMA I ALATI KOJI SU ZABRANJENI NA RADNOM MJESTU

Mobitel

TABLICA OCJENJIVANJA

		KRITERIJI						Ukupno bodova po sekciji	Ocjene po sekciji
		Prenošenje dimenzija elemenata konstrukcije s modela	Određivanje statičke sheme kritičnih elemenata konstrukcije i analiza opterećenja	Određivanje reakcija, unutarnjih sila i naprezanja u kritičnim elementima	Prijedlog poboljšanja nosivog sustava prema zadanom kriteriju	Izrada tehničkog crteža rješenja	Prezentacija rješenja		
		A	B	C	D	E	F		
Analiza projektnog zadatka i organizacija rada	1	10						10	
Određivanje nosive konstrukcije	2		15					15	
Proračun i dimenzioniranje nosive konstrukcije	3			35				35	
Optimizacija nosivog sustava	4				10			10	
Tehnički crtež	5					15		15	
Komunikacijske vještine i prezentacija rješenja	6						15	15	
Ocjene		10	15	35	10	15	15	100	100

SADRŽAJ

UVOD	2
OPIS MODELA I ZADAĆA	3
UPUTE NATJECATELJIMA	3
<i>Modul 1</i>	<i>3</i>
<i>Modul 2</i>	<i>4</i>
<i>Modul 3</i>	<i>5</i>
<i>Modul 4</i>	<i>6</i>
<i>Modul 5</i>	<i>6</i>
<i>Modul 6</i>	<i>7</i>
OPREMA, STROJEVI, INSTALACIJE I POTREBNI MATERIJALI	8
MATERIJALI, OPREMA I ALATI KOJI DONOSE NATJECATELJI	8
MATERIJALI, OPREMA I ALATI KOJI SU ZABRANJENI NA RADNOM MJESTU	10
TABLICA OCJENJIVANJA	11
SADRŽAJ	12



Agencija za
strukovno obrazovanje
i obrazovanje odraslih



IZVRSNOST I ZNANJE ZASLUŽUJU PRIZNANJE!

Promocija učeničkih kompetencija i strukovnog
obrazovanja kroz strukovna natjecanja i smotre



Europska unija
"Zajedno do fondova EU"



EUROPSKI STRUKTURNI
I INVESTICIJSKI FONDOVI



E
S
F
UČINKOVITI
LJUDSKI
POTENCIJALI

Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog socijalnog fonda.