



Agencija
za strukovno
obrazovanje

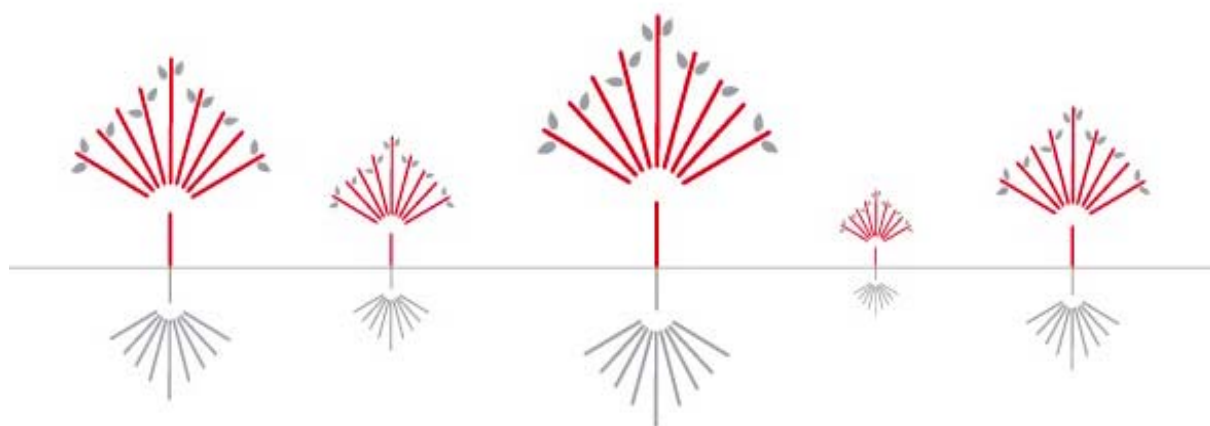
STRUKOVNI KURIKULUM

-

ZRAKOPLOVNI/A TEHNIČAR/KA ZIM

prijedlog

**Obrazovni sektor: Strojарstvo, brodogradnja i
metalurgija**



Ožujak, 2010.

SADRŽAJ

1. Opći podatci o programu	
Standard zanimanja.....	
Opis strukovnog standarda.....	
2. Nastavni plan i program	
3. Obvezni načini provjeravanja znanja i umijeća	
4. Potrebna stručna sprema nastavnika	
5. Izvođenje programa	
6. Najnužniji materijalni uvjeti za izvođenje programa	
7. Okvirni nastavni plan i program (Part -66/B2)- OBVEZNI PREDMETI	
7.1 Matematika	
7.2. Fizika	
7.3. Osnove elektrotehnike	
7.4. Osnove elektronike	
7.5. Sustavi elektronskih instrumenata s	
digitalnim tehnikama	
7.6. Materijal i hardver	
7.7. Praktično održavanje	
7.8. Osnove aerodinamike	
7.9. Ljudski faktori	
7.10. Zrakoplovni propisi	
7.11. Aerodinamika, strukture i sustavi turbinskih aviona	
7.12. Aerodinamika, strukture i sustavi klipnih aviona	
7.13. Aerodinamika, strukture i sustavi helikoptera	
7.14. Motori s plinskom turbinom	
7.15. Klipni motori	
7.16. Elisa	
8. Okvirni nastavni plan i program – IZBORNI PREDMETI	
8.1. Tehničko crtanje i dokumentiranje	
8.2. Osnove zrakoplovstva	
8.3. Fizika	
8.4. Engleski jezik u zrakoplovstvu	
8.5. Tehnička mehanika	
9. Završni rad	

I. OPĆI PODATCI O PROGRAMU-ZANIMANJU

OBRAZOVNI SEKTOR

Strojarstvo, brodogradnja i metalurgija

NAZIV ZANIMANJA PREMA NACIONALNOJ KLASIFIKACIJI ZANIMANJA

Zrakoplovni tehničar ZIM

TRAJANJE OBRAZOVANJA

Četiri godine

POSEBNI UVJETI ZA UPIS

Zdravstvena sposobnost - kontraindikacije

CILJ STRUKOVNOG KURIKULUMA:

Osim općih ciljeva, znanja, vještina i stajališta za osobni razvoj i daljnje učenje, ovaj strukovni kurikulum učenicima omogućuje stjecanje praktičnih i teorijskih znanja i vještina za obavljanje poslova zrakoplovnog tehničara ZIM:

- usvajanje znanja o zrakoplovnoj tehnologiji i analitici rada
- stjecanje sposobnosti za skladištenje i konzerviranje motora
- razvijanje sposobnosti za vaganje i balansiranje zrakoplova
- razvijanje sposobnosti za pravilno održavanje i popravak zrakoplova
- razvijanje sposobnosti za korištenje odgovarajuće dokumentacije
- stjecanje sposobnosti za korištenje alata i strojeva za popravak i održavanje zrakoplova
- stjecanje znanja o teoriji leta zrakoplova
- stjecanje sposobnosti za popravak i održavanje elise
- razvijanje znanja za uporabu standarda i tehničke literature
- stjecanje znanja za rad na siguran način
- razvijanje sposobnosti i znanja o zaštiti i očuvanju okoliša.

STANDARD ZANIMANJA

1. **Naziv zanimanja:** zrakoplovni tehničar ZIM
2. **Razina složenosti:** IV.
3. **Stručne kompetencije:**
 - a) posjeduje odgovarajuća znanja iz računalstva koja primjenjuje za pronalaženje podataka važnih za organizaciju i rad
 - b) raspolaže odgovarajućim znanjima o zrakoplovima kao prijevoznom sredstvu i njegovim glavnim elementima
 - c) poznaje zakonitosti letenja zrakoplova
 - d) poznaje tehnologiju održavanja i popravak pogonskih sustava u zrakoplovnim organizacijama
 - e) zna opisati postupke montaže pogonskoga sustava zrakoplova

- f) poznaje osnovne principe rada klipnih i turbinskih zrakoplovnih motora
- g) poznaje postupke ispitivanja, označivanja, pravilnog odabira i primjene tehničkih materijala
- h) sposoban je prepoznati pogreške u materijalima i zna metode njihovih popravka
- i) zna koristiti odgovarajuću dokumentaciju
- j) zna osnovne principe održavanja, skladištenja i konzerviranja zrakoplova, zrakoplovnih uređaja i komponenti
- k) zna zakonitosti teorije leta helikoptera
- l) zna nacrtati konstruktivne elemente zrakoplova i odrediti njihova aerodinamička i funkcionalna svojstva
- m) zna važnost i djelovanje sustava zaštite zrakoplova
- n) poznaje načine vaganja i balansiranja zrakoplova
- o) sposoban je iskazati stručne kratice na hrvatskomu i engleskom jeziku
- p) zna način rada sustava za zaštitu od požara
- q) zna uporabiti standarde i tehničku literaturu
- r) sposoban je razviti osjećaj za točnost, urednost i sustavnost pri radu
- s) poznaje mjere rada na siguran način.

Opis strukovnog standarda

Glavna svrha	Ključni poslovi	Kompetencije
Održavanje i popravak zrakoplova	Održavanje aviona	<ul style="list-style-type: none"> - poznaje temeljne principe rada sustava aviona - primjenjuje sve sigurnosne mjere i mjere zaštite na radu - zna detektirati kvar i otkloniti ga - sposoban je koristiti literaturu na hrvatskomu i engleskom jeziku - zna uporabu izvještaja posade i sustava za izvješćivanje na avionu - sposoban je koristiti dokumentaciju - sposoban je izvršiti provjere sustava, motora, komponenti i funkcionalne provjere.
	Održavanje helikoptera	<ul style="list-style-type: none"> - poznaje temeljne principe rada sustava helikoptera - primjenjuje sve sigurnosne mjere i mjere zaštite na radu - zna detektirati kvar i otkloniti ga - sposoban je koristiti literaturu na hrvatskomu i engleskom jeziku - zna uporabu izvještaja posade i sustava za izvješćivanje na helikopteru - sposoban je koristiti dokumentaciju - sposoban je izvršiti provjere sustava, motora, komponenti i funkcionalne provjere.

	<p>Zamjena zamjenjivih dijelova</p>	<ul style="list-style-type: none"> - detektira kvar i otklanja ga uz korištenje literature za dani zrakoplov - objašnjava i koristi odgovarajuću dokumentaciju - locira one postupke za zamjenu komponenti za aktivnosti na platformi i u tranzitu te ih identificira - opisuje lociranje komponenti, demontažu/montažu i postupke 'Bite' te otkriva kvarove prema razini iz priručnika za održavanje - izvršava provjere sustava, motora, komponenti i funkcionalne provjere - kako je specificirano u priručniku za održavanje - usklađuje informacije u svrhu donošenja odluka u pogledu dijagnosticiranja i ispravljanja pogrešaka prema razini iz priručnika za održavanje - zna opisati postupke za zamjenu komponenti jedinstvene za tip zrakoplova.
	<p>Servisiranje na platformi</p>	<ul style="list-style-type: none"> - zna postupke za servisiranje na platformi i kod tranzita, vezane uz zrakoplov za sljedeće sustave: gorivo, pogonske skupine, hidraulika, podvozje, voda/otpad, kisik - demonstrira uporabu izvještaja posade i sustava za izvješćivanje na zrakoplovu (otkrivanje manjih kvarova) - utvrđuje plovidbenost zrakoplova prema MEL-u/CDL-u.

II. NASTAVNI PLAN

ZRAKOPLOVNI TEHNIČAR ZIM (B1)

MODUL	NASTAVNI PREDMET	GODIŠNJI FOND SATI			
		I.	II.	III.	IV.
	Hrvatski jezik	3 (105)	3 (105)	3 (105)	3 (96)
	Engleski jezik	2 (70)	2 (70)	2 (70)	2 (64)
	Povijest	2 (70)	2 (70)	-	-
	Vjeronauk/Etika	1 (35)	1 (35)	1 (35)	1 (32)
	Geografija	2 (70)	1 (35)	-	-
	Politika i gospodarstvo	-	-	-	2 (64)
	Tjelesna i zdravstvena kultura	2 (70)	2 (70)	2 (70)	2 (64)
	Kemija	2 (70)	-	-	-
	Biologija	1 (35)	-	-	-
	Računalstvo	2 (70)	2 (70)	-	-
M1. Matematika	Matematika	3 (105)	3 (105)	3 (105)	3 (96)
M2. Fizika	Fizika	2 (70)	2 (70)	2 (70)	-
M3. Osnove elektrotehnike	Osnove elektrotehnike	3 (105)	3 (105)	-	-
M4. Osnove elektronike	Osnove elektronike	-	2 (70)	-	-
M5. Sustavi elektronskih instrumenata s digitalnom tehnikom	Sustavi elektronskih instrumenata s digitalnom tehnikom	-	-	-	2 (64)
M6. Materijali i hardver	Materijali i hardver	4 (140)	-	-	-
M7. Praktično održavanje	Praktično održavanje	-	4 (140+80*)	7 (245+80*)	10 (8+2) (320 +32*)
M8. Osnove aerodinamike	Osnove aerodinamike	-	2 (70)	-	-
M9. Ljudski faktori	Ljudski faktori	-	-	2 (70)	-
M10. Zrakoplovni propisi	Zrakoplovni propisi	1 (35)	-	-	-
M11.A Aerodinamika, strukture i sustavi turbinskih aviona	Aerodinamika, strukture i sustavi aviona	-	-	4 (140)	3 (96)
M11.B Aerodinamika, strukture i sustavi klipnih aviona					
M12. Aerodinamika, strukture i sustavi helikoptera	Aerodinamika, strukture i sustavi helikoptera	-	-	2 (70)	1 (32)

M15. Motori s plinskom turbinom	Motori s plinskom turbinom	-	-	2 (70)	2 (64)
M16. Klipni motori	Klipni motori	-	-	2 (70)	1 (32)
M17. Elisa	Elisa	-	1 (35)	-	-
Izborni modul	Izborni predmet	2 (70)	2 (70)	-	-
UKUPNO TJEDNO (GODIŠNJE) SATI:		32 (1120)	32 (1120)	32 (1120)	32 (1024)
UKUPNO MODULI:		2783			
Izborni predmeti	Engleski jezik u zrakoplovstvu	2 (70)	2 (70)	-	-
	Fizika	-	2 (70)		-
	Tehničko crtanje i dokumentiranje	2 (70)	-	-	-
	Osnove zrakoplovstva	-	2 (70)		
	Tehnička mehanika	2 (70)	-	-	-
	Termodinamika	-	2 (70)	-	-

*Dio nastavnoga modula/predmeta *Praktično održavanje* izvodi se u bloku od 80 (u drugom i trećem razredu), odnosno 32 sata (u četvrtom razredu) u tijeku nastavne godine, i to najkasnije do svršetka 38. tjedna i obvezno se realizira u ugovornim poduzećima iz područja zrakoplovstva.

III. OBVEZNI NAČIN PROVJERAVANJA ZNANJA I UMIJEĆA

Modul/nastavni predmet		Obvezni način provjere
Matematika		usmeno, pisano
Fizika		usmeno, pisano
Osnove elektrotehnike		usmeno, pisano, vježbe
Osnove elektronike		usmeno, pisano, vježbe
Sustavi elektronskih instrumenata s digitalnom tehnikom		usmeno, pisano, vježbe
Materijali i hardver		usmeno, pisano, vježbe
Praktično održavanje		usmeno, pisano, vježbe
Osnove aerodinamike		usmeno, pisano
Ljudski faktori		usmeno, pisano
Zrakoplovni propisi		usmeno, pisano
Aerodinamika, strukture i sustavi turbinskih aviona	Aerodinamika, strukture i sustavi aviona	usmeno, pisano
Aerodinamika, strukture i sustavi klipnih aviona		
Aerodinamika, strukture i sustavi helikoptera		usmeno, pisano
Motori s plinskom turbinom		usmeno, pisano
Klipni motori		usmeno, pisano
Elisa		usmeno, pisano
Izborni predmeti	Engleski jezik u zrakoplovstvu	usmeno, pisano
	Tehničko crtanje i dokumentiranje	usmeno, pisano, program
	Osnove zrakoplovstva	usmeno, pisano
	Tehnička mehanika	usmeno, pisano
	Fizika	usmeno, pisano
	Termodinamika	usmeno, pisano

IV. POTREBNA STRUČNA SPREMA NASTAVNIKA

Modul/ nastavni predmet	Nastavnik	Izobrazba
M1. Matematika	profesor	profesor matematike dipl. ing. matematike mag. teorijske matematike mag. edukacijske matematike i informatike mag. edukacijske matematike i fizike mag. edukacijske matematike
M2. Fizika	profesor	profesor fizike dipl. ing. fizike mag. edukacijske matematike i fizike mag. fizike mag. edukacijske fizike
M3. Osnove elektrotehnike	profesor	dipl. ing. elektrotehnike prof. elektrotehnike, dipl. ing. računalstva mag. elektrotehnike i informatičke tehnologije
M4. Osnove elektronike	profesor	dipl. ing. elektrotehnike prof. elektrotehnike dipl. ing. računalstva mag. elektrotehnike i informatičke tehnologije
M5. Sustavi elektronskih instrumenata s digitalnom tehnikom	profesor	dipl. ing. elektrotehnike ing. aerotehnike ing. aeronautike mag. elektrotehnike i informatičke tehnologije
M6. Materijali i hardveri	profesor	dipl. ing. strojarstva ing. aerotehnike ing. aeronautike mag. strojarskog inženjerstva mag. brodograđevnog inženjerstva mag. zrakoplovnog inženjerstva
M7. Praktično održavanje	profesor stručni učitelj	ing. aerotehnike ing. aeronautike bacc. strojarskog inženjerstva bacc. zrakoplovnog inženjerstva bacc. brodograđevnog inženjerstva
M8. Osnove aerodinamike	profesor	ing. aerotehnike ing. aeronautike mag. strojarskog inženjerstva mag. zrakoplovnog inženjerstva
M9. Ljudski faktori	profesor	dipl. psiholog dipl. pedagog mag. psihologije

			mag. pedagogije - nastavnički smjer mag. pedagogije-opći/istraživački smjer
M10. Zrakoplovni propisi	profesor		ing. aerotehnike ing. aeronautike dipl. pravnik mag. prava
M11. A Aerodinamika, strukture i sustavi turbinskih aviona / Aerodinamika, strukture i sustavi aviona	profesor		ing. aeronautike ing. aerotehnike dipl. ing. elektrotehnike - smjer radiokomunikacije mag. elektrotehnike i informacijske tehnologije
M11. B Aerodinamika, strukture i sustavi klipnih aviona / Aerodinamika, strukture i sustavi aviona			
M12. Aerodinamika, strukture i sustavi helikoptera	profesor		ing. aeronautike ing. aerotehnike dipl. ing. elektrotehnike - smjer radiokomunikacije mag. elektrotehnike i informacijske tehnologije
M15. Motori s plinskom turbinom	profesor		ing. aeronautike ing. aerotehnike dipl. ing. elektrotehnike - smjer radiokomunikacije mag. elektrotehnike i informacijske tehnologije
M16. Klipni motori	profesor		ing. aeronautike ing. aerotehnike dipl. ing. elektrotehnike - smjer radiokomunikacije mag. elektrotehnike i informacijske tehnologije
M17. Elisa	profesor		ing. aeronautike ing. aerotehnike dipl. ing. elektrotehnike - smjer radiokomunikacije mag. elektrotehnike i informacijske tehnologije
Izborni predmeti		Engleski jezik u zrakoplovstvu	prof. engleskoga jezika i književnosti mag. engleskoga jezika i književnosti
		Tehničko crtanje i dokumentiranje	profesor dipl. ing. elektrotehnike dipl. ing. strojarstva prof. elektrotehnike dipl. ing. brodogradnje prof. strojarstva bacc. strojarskog inženjerstva mag. strojarskog inženjerstva bacc. brodograđevnog inženjerstva mag. brodograđevnog inženjerstva

			bacc. zrakoplovnog inženjerstva mag. zrakoplovnog inženjerstva
	Osnove zrakoplovstva	profesor	ing. aerotehnike ing. aeronautike bacc. zrakoplovnog inženjerstva mag. zrakoplovnog inženjerstva
	Tehnička mehanika	profesor	dipl. ing. strojarstva prof. strojarstva dipl. ing. brodogradnje mag. strojarskog inženjerstva mag. brodograđevnog inženjerstva
	Fizika	profesor	profesor fizike dipl. ing. fizike mag. edukacijske matematike i fizike mag. fizike mag. edukacijske fizike
	Termodinamika	profesor	dipl. ing. strojarstva prof. strojarstva prof. fizike i pogonskih strojeva dipl. ing. brodogradnje mag. strojarskog inženjerstva mag. brodograđevnog inženjerstva

V. IZVOĐENJE PROGRAMA

RAD S UČENICIMA U SKUPINAMA

Modul/ nastavni predmet	Nastavnik	Razred	Najmanji broj sati vježbi	Najveći broj učenika u skupini
Osnove elektrotehnike	profesor	1. 2.	35	15
Osnove elektronike	profesor	2.	17	15
Sustavi elektronskih instrumenata s digitalnom tehnikom	profesor	4.	7	15
Praktično održavanje	profesor	2.	140	15
	strukovni učitelj	3.	245	15
		4.	320	15

**VI. NAJNUŽNIJI MATERIJALNI UVJETI
ZA IZVOĐENJE PROGRAMA**

Prostor	Oprema	MODULI/NASTAVNI PREDMETI
Univerzalna učionica	<ul style="list-style-type: none"> - školska ploča, slike, sheme i modeli - grafoskop - projektor. 	Matematika Fizika Zrakoplovni propisi Ljudski faktori Termodinamika
Specijalizirane učionice ZIM (B1) i IRE (B2) Informatička učionica	<ul style="list-style-type: none"> - 15 računala povezanih u mrežu s mogućnošću pristupa internetu (računalo nastavnika s CD pisačem) i skenerom - LCD projektor, pisač, programska oprema - modeli zrakoplova i dijelova zrakoplova - dijelovi zrakoplova u prirodnoj veličini - aerodinamički tunel - dijelovi zrakoplova i zrakoplovnih motora - zrakoplovni instrumenti. 	Tehničko crtanje i dokumentiranje Tehnička mehanika Materijali i hardver Praktično održavanje Osnove aerodinamike Elisa Aerodinamika, strukture i sustavi helikoptera Motori s plinskom turbinom Klipni motori Aerodinamika, strukture i sustavi aviona
Radionica	<ul style="list-style-type: none"> - učionica ili kabinet ZIM s potrebnim nastavnim pomagalicama: ploča i kreda, grafoskop, računalo i LCD projektor s pristupom internetu, televizor s VHS i DVD uređajima, primjeri letne i tehničke dokumentacije zrakoplova, uređaja, sustava i opreme - zrakoplovna pravna regulativa ICAO-a, EASA-e, FAA/FAR-a, CCAA-a (R.H.) - sheme, plakati, presjeci uređaja, opreme, dijelova konstrukcije, motora, agregata - više kompleta standardnoga i specijalnog alata; <p>Praktični dio nastave:</p> <ul style="list-style-type: none"> - školska radionica koja uključuje alate, uređaje i opremu za ručnu i strojnu obradu materijala - hangari i radionice Croatia Airlines-a, ZTZ, FPZ, aeroklubovi i ostale organizacije koje su se sa školom ugovorno obvezale na izvođenje <i>Praktičnog održavanja</i>. 	Praktično održavanje
Specijalizirana učionica	<ul style="list-style-type: none"> - mjerni stolovi s istosmjernim napajanjem, <i>protoboard</i> pločice (za svako radno mjesto po jedna pločica), univerzalni mjerni instrumenti (za 	Osnove elektrotehnike (prvi razred) Osnove elektronike

	svako radno mjesto po jedan), tonfrekvencijski generatori, osciloskopi, klizni potencijometri te moduli s jednostavnim sklopovima za svaku pojedinu vježbu.	
--	---	--

**OKVIRNI NASTAVNI PLAN I PROGRAM
(Part 66/B1)**

MODUL 1. / Nastavni predmet: MATEMATIKA

Razred: prvi (1.), drugi (2.), treći (3.), četvrti (4.) ZIM

Sati: 3/105, 3/96; ukupno: 411

Razred	1.	2.	3.	4.
Sati tjedno/godišnje	3/105	3/105	3/105	3/96

Zadatci:

- koristiti matematički jezik tijekom čitanja, interpretiranja i rješavanja zadataka
- očitavati i interpretirati podatke zadane u analitičkom, tabličnom i grafičkom obliku ili riječima te u navedenim oblicima jasno, logično i precizno prikazivati dobivene rezultate
- matematički modelirati problemsku situaciju, naći rješenje te provjeriti ispravnost dobivenoga rezultata
- prepoznati i koristiti vezu između različitih područja matematike
- koristiti različite matematičke tehnike tijekom rješavanja zadataka
- koristiti džepno računalo
- steći temelje za cjeloživotno učenje i nastavak matematičkog obrazovanja
- učinkovito primjenjivati tehnologiju.

Razred: prvi (1.)

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Skup realnih brojeva	<ul style="list-style-type: none"> • razlikovati skupove N, Z, Q (poznati termin prirodnih, cijeli, racionalan, iracionalan i realan broj te razlikovati navedene brojeve) • uspoređivati brojeve • zaokruživati brojeve • koristiti džepno računalo • koristiti postotke • koristiti omjere. 	<ul style="list-style-type: none"> • skup prirodnih i cijelih brojeva • skup racionalnih brojeva • operacije s racionalnim brojevima • realni brojevi i brojevni pravac • elementarno računanje • postotci i omjeri.
Trigonometrija pravokutnog trokuta	<ul style="list-style-type: none"> • iskazati definicije trigonometrijskih funkcija • koristiti se kalkulatorom • opisati veze između trigonometrijskih funkcija • primijeniti trigonometrijske funkcije u pravokutnome trokutu. 	<ul style="list-style-type: none"> • definicija trigonometrijskih funkcija • računanje vrijednosti trigonometrijskih funkcija • primjena na pravokutni trokut.
Koordinatni sustav u ravnini	<ul style="list-style-type: none"> • prikazati točke u koordinatnome sustavu • odčitati koordinate točaka u 	<ul style="list-style-type: none"> • koordinatni sustav u ravnini • udaljenost točaka u

	<p>koordinatnome sustavu</p> <ul style="list-style-type: none"> • izračunati udaljenost točaka • izračunati koordinate polovišta dužine • opisati osnovne pojmove vezane uz vektore • računati s vektorima grafički i računski. 	<p>koordinatnoj ravnini</p> <ul style="list-style-type: none"> • polovište dužine • površina trokuta • definicija i opis vektora • računanje s vektorima • vektori u koordinatnom sustavu.
Potencije i algebarski izrazi	<ul style="list-style-type: none"> • provoditi operacije s potencijama • zbrajati, oduzimati i množiti algebarske izraze • koristiti formule za kvadrat i kub binoma, razliku kvadrata i razliku i zbroj kubova • zbrajati, oduzimati, množiti i dijeliti algebarske razlomke • iz zadane formule izraziti jednu veličinu s pomoću drugih • razviti vještinu računanja s algebarskim razlomcima • riješiti linearne jednadžbe, planirati rješavanje problemskih zadataka, riješiti ih i utvrditi smislenost. 	<ul style="list-style-type: none"> • potencije s cjelobrojnim eksponentom • računске operacije s potencijama • algebarski izrazi • rastavljanje na faktore • računске operacije s algebarskim razlomcima • linearne jednadžbe i problemi I. stupnja.
Uređaj na skupu \mathbb{R}	<ul style="list-style-type: none"> • zapisati skupove realnih brojeva intervalima i prikazati ih na brojevnom pravcu • prepoznati i rabiti oznake intervala: $\langle a,b \rangle$, $[a,b \rangle$, $\langle a,b]$, $[a,b]$ • riješiti linearne nejednadžbe i sustave linearnih nejednadžbi • iskazati definiciju i svojstva apsolutne vrijednosti realnoga broja • riješiti linearne jednadžbe i nejednadžbe s apsolutnim vrijednostima. 	<ul style="list-style-type: none"> • uređaj na skupu \mathbb{R} • linearne nejednadžbe • sustavi linearnih nejednadžbi • apsolutna vrijednost realnoga broja • udaljenost točaka na brojevnom pravcu • jednadžbe i nejednadžbe s apsolutnim vrijednostima.
Linearna funkcija. Sustavi jednadžbi	<ul style="list-style-type: none"> • izračunati funkcijske vrijednosti • prikazati funkcije grafički • prikazati funkcije tablično • odrediti nultočke funkcije • odrediti sjecišta grafa s koordinatnim osima iz zadanih elemenata ili grafa • odrediti funkciju • rješavati sustave linearnih jednadžbi. 	<ul style="list-style-type: none"> • pojam funkcije • linearna funkcija i njezin graf • graf funkcije $f(x)= x$ • sjecište dvaju pravaca • sustavi linearnih jednadžbi.
Korijeni i potencije s racionalnim eksponentom	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti pojam korijena • interpretirati pojam potencije s racionalnim eksponentom • primijeniti pravila za računanje s korijenima. 	<ul style="list-style-type: none"> • drugi korijen • korijeni • računanje s korijenima • racionalizacija nazivnika

		<ul style="list-style-type: none"> • potencije s racionalnim eksponentom • iracionalne jednadžbe.
Sukladnost i sličnost	<ul style="list-style-type: none"> • koristiti pojmove sukladnosti i sličnosti • koristiti poučke o sukladnosti trokuta • koristiti poučke o sličnosti trokuta • koristiti koeficijent sličnosti • odrediti opseg i površinu. 	<ul style="list-style-type: none"> • sukladnost dužina, kutova i trokuta • četiri karakteristične točke trokuta • proporcionalnost dužina • Talesov poučak • sličnost trokuta • Euklidov poučak • Heronova formula • homotetija.

Razred: drugi (2.)

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Skup kompleksnih brojeva	<ul style="list-style-type: none"> • proširiti skup R na skup C • navesti svojstva računskih operacija u skupu C • kombinirati računске operacije s kompleksnim brojevima • prikazati kompleksne brojeve u kompleksnoj ravnini. 	<ul style="list-style-type: none"> • skupovi brojeva • algebarske operacije na skupu kompleksnih brojeva • jednadžbe u skupu C • kompleksna ravnina.
Kvadratna jednadžba	<ul style="list-style-type: none"> • rješavati kvadratne jednadžbe i probleme drugoga stupnja • diskutirati značenje diskriminante za prirodu rješenja kvadratne jednadžbe • koristiti Vièteove formule • rješavati složenije algebarske i iracionalne jednadžbe. 	<ul style="list-style-type: none"> • kvadratne jednadžbe posebnog oblika • rješenja kvadratne jednadžbe • diskriminanta kvadratne jednadžbe • Vièteove formule • jednadžbe koje se svode na kvadratnu.
Polinom drugoga stupnja i njegov graf	<ul style="list-style-type: none"> • nacrtati graf kvadratne funkcije • izračunati nultočke, ekstreme i ispitati tijek kvadratne funkcije • primijeniti kvadratnu funkciju na grafički postupak rješavanja kvadratne nejednadžbe • geometrijski interpretirati sustav linearne i kvadratne jednadžbe. 	<ul style="list-style-type: none"> • graf kvadratne funkcije • ekstremi kvadratne funkcije • nultočke polinoma drugoga stupnja • kvadratne nejednadžbe • presjek pravca i parabole.
Kružnica i krug	<ul style="list-style-type: none"> • odrediti elemente kružnice i kruga (središte i polumjer, kružni luk, kružni isječak, obodni i središnji kut, tetiva i tangenta) i koristiti njihova svojstva • koristiti poučak o obodnom i središnjem kutu i Talesov 	<ul style="list-style-type: none"> • opseg i površina kruga • duljina kružnoga luka i površina kružnog isječka • poučak o obodnom i središnjem kutu • Talesov poučak

	<p>poučak</p> <ul style="list-style-type: none"> • koristiti osnovna svojstva paralelograma, trapeza i pravilnih mnogokuta. 	<ul style="list-style-type: none"> • tangenta na kružnicu • tetivni i tangencijalni četverokut • pravilni mnogokuti.
Trigonometrija pravokutnoga trokuta	<ul style="list-style-type: none"> • iskazati definicije trigonometrijskih funkcija • koristiti se kalkulatorom • opisati vezu između trigonometrijskih funkcija • prepoznati svojstvo monotonosti trigonometrijskih funkcija šiljastoga kuta • prepoznati i primijeniti trigonometrijske funkcije u planimetriji. 	<ul style="list-style-type: none"> • definicija trigonometrijskih funkcija • osnovne relacije među trigonometrijskim funkcijama • primjena na pravokutni trokut • primjene u planimetriji.
Eksponencijalne i logaritamske funkcije	<ul style="list-style-type: none"> • opisati svojstva eksponencijalne funkcije i objasniti njezinu vezu s logaritamskom funkcijom • opisati svojstva logaritamske funkcije • koristiti osnovne eksponencijalne i logaritamske identitete • rješavati eksponencijalne i logaritamske jednadžbe • koristiti kalkulator u računanju logaritama. 	<ul style="list-style-type: none"> • graf i svojstva eksponencijalne funkcije • graf i svojstva logaritamske funkcije • računanje s logaritmima • eksponencijalne i logaritamske jednadžbe • sustavi jednadžbi logaritamske i eksponencijalne nejednadžbe.
Geometrija prostora	<ul style="list-style-type: none"> • prepoznati međusobni položaj dvaju pravaca i ravnina u prostoru • odrediti probodište pravca i ravnine • odrediti ortogonalnu projekciju točke i dužine • odrediti kut pravca i ravnine i kut dviju ravnina. 	<ul style="list-style-type: none"> • točke, pravci i ravnine • presjek pravca i ravnine • paralelnost i okomitost • ortogonalna projekcija i udaljenost • preslikavanje prostora • kut pravca i ravnine • kut dviju ravnina • mimoilazni pravci.
Poliedri i rotacijska tijela	<ul style="list-style-type: none"> • skicirati geometrijska tijela i prepoznati tijelo iz mreže • prepoznati elemente tijela osnovku (bazu), vrh, visinu, pobočke (strane) i plašt • odrediti oplošje i obujam • rješavati praktične zadatke u kojima se zahtijeva raspoznavanje različitih prostornih oblika. 	<ul style="list-style-type: none"> • prizma • kvadar i kocka • piramida • valjak • stožac • kugla i sfera • rotacijska tijela.

Razred: treći (3.)

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Trigonometrijske funkcije	<ul style="list-style-type: none"> • definirati trigonometrijske funkcije na brojevnoj kružnici • odrediti temeljni period i primijeniti svojstvo periodičnosti trigonometrijskih funkcija • primijeniti osnovne trigonometrijske identitete • primijeniti adicijske formule • primijeniti formule pretvorbe zbroja trigonometrijskih funkcija u umnožak i obrnuto • prepoznati, odnosno nacrtati grafove funkcija oblika: $f(x) = A \sin(Bx + C) + D$ $f(x) = A \cos(Bx + C) + D$ • odrediti opće rješenje trigonometrijske jednadžbe ili rješenja iz zadanoga intervala koristeći definicije i trigonometrijske identitete • rješavati sustave algebarski i grafički. 	<ul style="list-style-type: none"> • kut i mjere kuta • brojeva kružnica • definicija trigonometrijskih funkcija • osnovni odnosi između trigonometrijskih funkcija • svojstva trigonometrijskih funkcija • određivanje vrijednosti trigonometrijskih funkcija • grafički prikaz funkcije • adicijske formule • trigonometrijske funkcije dvostrukoga kuta • svođenje na prvi kvadrant • trigonometrijske funkcije polovičnoga kuta • formule pretvorbe • trigonometrijske jednadžbe • trigonometrijske nejednadžbe.
Primjene trigonometrije u geometriji	<ul style="list-style-type: none"> • koristiti poučak o sinusima i kosinusima • primijeniti trigonometriju u planimetriji i stereometriji • povezati poučke o trokutu sa situacijama iz svakodnevnog života. 	<ul style="list-style-type: none"> • sinusov poučak • kosinsov poučak • primjene sinusova poučka • primjene kosinsova poučka • trigonometrija trokuta • trigonometrija četverokuta • primjene trigonometrije u stereometriji.
Vektori u ravnini	<ul style="list-style-type: none"> • zbrajati vektore, množiti vektore skalarom i skalarno množiti vektore • rabiti koordinatni prikaz vektora • odrediti duljinu vektora • odrediti kut među vektorima • primijeniti vektore u svakodnevnim situacijama. 	<ul style="list-style-type: none"> • osnovni pojmovi o vektorima • računanje s vektorima • linearna zavisnost i nezavisnost vektora • vektori u koordinatnom sustavu u ravnini

		<ul style="list-style-type: none"> • skalarni produkt vektora • okomitost vektora.
Analitička geometrija	<ul style="list-style-type: none"> • prisjetiti se grafa linearne funkcije • prepoznati pravac kao skup nultočaka polinoma prvoga stupnja s dvije varijable • koristiti eksplicitni i implicitni oblik jednadžbe pravca • odrediti jednadžbu pravca zadanoga točkom i koeficijentom smjera • odrediti jednadžbu pravca zadanoga dvjema točkama • odrediti kut između dvaju pravaca • koristiti uvjet usporednosti i okomitosti pravaca • izračunati udaljenost točke od pravca • iskazati definicije krivulja drugoga reda • nacrtati krivulje drugoga reda na osnovi njihovih metričkih svojstava • odrediti jednadžbu kružnice iz zadanih elemenata i obrnuto • odrediti jednadžbu elipse iz njezinih elemenata i obrnuto • odrediti jednadžbu hiperbole iz njezinih elemenata i obrnuto • koristiti pojam jednadžbe asimptota 	<p>TOČKA, DUŽINA, PRAVAC</p> <ul style="list-style-type: none"> • udaljenost točaka • dijeljenje dužine u zadanom omjeru • jednadžba pravca kroz jednu i dvije točke • oblici jednadžbe pravca • udaljenost točke od pravca • kut dvaju pravaca • uvjet paralelnosti i okomitosti pravaca • simetrala kuta. <p>KRIVULJE DRUGOGA REDA:</p> <p>KRUŽNICA</p> <ul style="list-style-type: none"> • jednadžba kružnice • jednadžba kružnice kroz tri točke • međusobni položaj pravca i kružnice • jednadžba tangente i normale kružnice • uvjet dodira pravca i kružnice. <p>ELIPSA</p> <ul style="list-style-type: none"> • jednadžba elipse • međusobni položaji pravca i elipse • uvjet dodira pravca i elipse • jednadžba tangente i normale u točki elipse. <p>HIPERBOLA</p> <ul style="list-style-type: none"> • jednadžba hiperbole • međusobni položaj pravca i hiperbole • uvjet dodira pravca i hiperbole • jednadžba tangente i normale u točki

	<ul style="list-style-type: none"> • odrediti jednadžbu parabole iz njezinih elemenata i obrnuto • odrediti odnose između krivulja drugoga reda i pravca • odrediti jednadžbu tangente u točki krivulje • koristiti uvjet dodira pravca i krivulja • skicirati elemente analitičke geometrije i kombinirati ih u rješavanju problema ravninske geometrije. 	<p>hiperbole.</p> <p>PARABOLA</p> <ul style="list-style-type: none"> • jednadžba parabole • međusobni položaj pravca i parabole • uvjet dodira pravca i parabole • jednadžba tangente i normale u točki parabole • kut krivulje i pravca • kut između krivulja drugoga reda.
--	---	--

Razred: četvrti (4.)

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Brojevi	<ul style="list-style-type: none"> • razlikovati pozicijske i nepozicijske brojevne sustave • strogo razlikovati svojstva skupova brojeva • objasniti potrebu za proširenjem skupa realnih brojeva • usporediti algebarski i trigonometrijski oblik kompleksnoga broja. 	<ul style="list-style-type: none"> • brojevni sustavi • matematička indukcija • binomni poučak • prirodni, cijeli i racionalni brojevi • realni brojevi • trigonometrijski oblik kompleksnoga broja • množenje i dijeljenje kompleksnih brojeva • potenciranje i korjenovanje kompleksnih brojeva.
Nizovi	<ul style="list-style-type: none"> • prepoznati zadani niz • prepoznati aritmetički niz • odrediti opći član te zbroj prvih n-članova koristeći definiciju i svojstva aritmetičkoga niza • prepoznati geometrijski niz • odrediti opći član te zbroj prvih n-članova i zbroj reda koristeći definiciju i svojstva geometrijskoga niza. 	<ul style="list-style-type: none"> • pojam i zadavanje niza • aritmetički niz • geometrijski niz • monotoni nizovi • omeđeni nizovi • limes niza • geometrijski red.
Funkcije	<ul style="list-style-type: none"> • koristiti funkcije zadane tablično, grafički, algebarski i riječima • izvoditi operacije s funkcijama (zbrajanje, oduzimanje, množenje, dijeljenje, komponiranje) • odrediti domenu funkcije • odrediti sliku funkcije • izračunati funkcijske vrijednosti 	<ul style="list-style-type: none"> • zadavanje funkcije • područje definicije funkcije • svojstva funkcija • kompozicija funkcija • inverzna funkcija • limes funkcije • neprekinutost funkcije.

	<ul style="list-style-type: none"> • prikazati funkcije grafički • prikazati funkcije tablično • interpretirati graf funkcije • odrediti nultočke funkcije • odrediti sjecišta grafa s koordinatnim osima • odrediti funkciju iz zadanih svojstava, elemenata ili grafa • odrediti i primijeniti rast/pad funkcije • odrediti tijek funkcije • razlikovati parne i neparne funkcije. 	
Derivacija	<ul style="list-style-type: none"> • iskazati definiciju derivacije funkcije u točki otvorenog intervala • prepoznati pravila deriviranja • derivirati konstantnu funkciju, funkciju potenciranja i trigonometrijske funkcije • derivirati zbroj, razliku, umnožak, kvocijent i kompoziciju funkcije • odrediti tangentu na graf funkcije u točki • koristiti derivaciju funkcije kod ispitivanja tijeka funkcije. 	<ul style="list-style-type: none"> • problem tangente i brzine • pojam derivacije funkcije • derivacija opće potencije • pravila deriviranja • derivacija složene funkcije • derivacija inverzne funkcije • tangenta i normala na graf funkcije • monotonost funkcije • ekstremi funkcije • konveksnost i konkavnost funkcije • tijek funkcije.
Integral i primitivna funkcija	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti pojam integrala i primitivne funkcije • primijeniti tablicu integrala • povezati integrale s izračunavanjem površina i volumena. 	<ul style="list-style-type: none"> • problem površine • određeni integral • <i>Newton - Leibnitz</i>-ova formula • neodređeni integral • metoda supstitucije • primjena integrala u računanju površina • primjena integrala u računanju volumena.

Metodičke napomene:

U Okvirni nastavni program implementirani su sadržaji Modula 1. *Matematika* Part 66/ B2. Sadržaji modula prošireni su dodatnim sadržajima radi usklađivanja s obrazovnim ishodima više razine ispita iz *Matematike* na državnoj maturi. Polaganje osnovnoga modula moguće je nakon drugoga razreda.

Obrazovni ishodi i kompetencije iz područja *Modeliranje* implementirani su u sva područja matematike i provode se kroz sve četiri godine obrazovanja.

METODE I OBLICI RADA:

Najčešći oblici rada su frontalni, uz verbalno objašnjavanje i opisivanje, individualni rad na tekstu, rad u paru i u skupinama, kombinirano. Metode u obradbi nastavnih sadržaja su izlaganje, razgovor, rasprava, rad na tekstu, projektna metoda.

ELEMENTI I OBLICI PRAĆENJA I VRJEDNOVANJA UČENIKA:

Elementi praćenja i vrjednovanja učenika su:

- usvojenost i razumijevanje sadržaja
- primjena znanja
- aktivnost.

Oblici provjeravanja su:

- usmeni oblik provjeravanja (nadnevak, sadržaj pitanja i možebitno ocjena)
- pisani oblik provjeravanja (omjer postignutih i mogućih bodova ili postotak; rezultat višeminutnih provjera)
- redovitost i kvaliteta uradaka domaćih zadaća
- opisno važna zapažanja o učeniku (po jedna rečenica u svakom polugodištu).

Za pisani oblik provjeravanja predviđeni su testovi koji se koriste pri polaganju ispita za dozvolu za rad zrakoplovnoga tehničara **ZIM (B1)** prema *PRAVILNIKU O KONTINUIRANOJ PLOVIDBENOSTI ZRAKOPLOVA I AERONAUTIČKIH PROIZVOĐA, DIJELOVA I UREĐAJA, TE O OVLAŠTENJU ORGANIZACIJA I OSOBLJA UKLJUČENIH U TE POSLOVE (NN, 115/09.)*.

OBVEZE UČENIKA:

- nošenje pribora za rad, u što ulaze: bilježnica za bilježenje nastavnih sadržaja, udžbenik i zbirka zadataka ili nastavni materijali što ih pripremaju nastavnici, pisaći pribor po izboru, pribor za crtanje, kalkulator
- izradba zadataka za domaću zadaću
- učenici su obvezni svojim redovitim pohađanjem nastave omogućiti nastavniku da ih kroz pisani i usmeni oblik provjere znanja što objektivnije ocijeni.

MATERIJALNI UVJETI ILI OKRUŽENJE ZA UČENIKE:

Univerzalna učionica s potrebnim nastavnim pomagalicama: školska ploča i kreda, grafoskop, plakati, modeli.

Specijalizirana učionica s potrebnim nastavnim pomagalicama: računalo s instaliranim CAS (Computer Algebra System) softverom (npr. Mathematica, Geogebra, SketchUp) i LCD projektor.

KADROVSKI UVJETI:

- profesor matematike
- dipl. ing. matematike
- mag. teorijske matematike
- mag. edukacijske matematike i informatike
- mag. edukacijske matematike i fizike
- mag. edukacijske matematike.

LITERATURA ZA UČENIKE I NASTAVNIKE:

LITERATURA ZA UČENIKE

- Ivica Gusić, Jagoda Krajina: *MATEMATIKA 1*, 1. i 2. DIO: udžbenik za 1. razred četverogodišnjih strukovnih škola, Školska knjiga, Zagreb, 2009. (i sva kasnija izdanja)
- Zvonimir Šikić, Ljiljana Kelava-Račić: *MATEMATIKA 2*, 1. i 2. DIO: udžbenik za 2. razred četverogodišnjih strukovnih škola, Školska knjiga Zagreb, 2009. (i sva kasnija izdanja)
- Miljenko Lapaine, Ivan Čavlović: *MATEMATIKA 3*, 1. i 2. DIO: udžbenik za 3. razred četverogodišnjih strukovnih škola, Školska knjiga, Zagreb, 2009. (i sva kasnija izdanja)

- Petar Javor, Dobrila Golubović: *MATEMATIKA 4*, 1. i 2. DIO: udžbenik za 4. razred četverogodišnjih strukovnih škola, Školska knjiga, Zagreb, 2009. (i sva kasnija izdanja)
- Branimir Dakić, Neven Elezović: *MATEMATIKA 1*, 1. i 2. DIO: udžbenik i zbirka zadataka za 1. razred tehničkih škola, Element, Zagreb, 2008. (i sva kasnija izdanja)
- Branimir Dakić, Neven Elezović: *MATEMATIKA 2*, 1. i 2. DIO: udžbenik i zbirka zadataka za 2. razred tehničkih škola, Element, Zagreb, 2008. (i sva kasnija izdanja)
- Neven Elezović, Branimir Dakić: *MATEMATIKA 3*, 1. i 2. DIO: udžbenik i zbirka zadataka za 3. razred tehničkih škola, Element, Zagreb, 2008. (i sva kasnija izdanja)
- Neven Elezović, Branimir Dakić: *MATEMATIKA 4*, 1. i 2. DIO: udžbenik i zbirka zadataka za 4. razred tehničkih škola, Element, Zagreb, 2008. (i sva kasnija izdanja)

LITERATURA ZA NASTAVNIKA

- Gusić, Ivica; Krajina, Jagoda: *Matematika 1*, prir. za nast.+cd, 1.r. četv. ssš, Školska knjiga, Zagreb, 2009. (i sva kasnija izdanja)
- Kelava-Račić, Ljiljana; Šikić, Zvonimir: *Matematika 2*, prir. za nast.+cd, 2.r. četv. ssš, Školska knjiga, Zagreb, 2009. (i sva kasnija izdanja)
- Čavlović, Ivan; Lapaine, Miljenko: *Matematika 3*, prir. za nast., 3.r. četv. ssš, Školska knjiga, Zagreb, 2009. (i sva kasnija izdanja)
- Javor, Petar; Golubović, Dobrila: *Matematika 4*, prir. za nast.+cd, 4.r. četv. ssš, Školska knjiga, Zagreb, 2009. (i sva kasnija izdanja)
- Dakić, Branimir; Elezović, Neven: *Priručnik za nastavnike uz udžbenik Matematika 1*, Element, Zagreb, 2008. (i sva kasnija izdanja)
- Dakić, Branimir; Elezović, Neven: *Priručnik za nastavnike uz udžbenik Matematika 2*, Element, Zagreb, 2008. (i sva kasnija izdanja)
- Dakić, Branimir; Elezović, Neven: *Priručnik za nastavnike uz udžbenik Matematika 3*, Element, Zagreb, 2008. (i sva kasnija izdanja)
- Dakić, Branimir; Elezović, Neven: *Priručnik za nastavnike uz udžbenik Matematika 4*, Element, Zagreb, 2008. (i sva kasnija izdanja)
- stručni časopisi
- Nacionalni portal za udaljeno učenje "Nikola Tesla"
- CARNetov *Portal za škole*

OKVIRNI NASTAVNI PLAN I PROGRAM
(Part 66/B1)

MODUL 2./Nastavni predmet: FIZIKA

Razred: prvi (1.), drugi (2.), treći (3.) ZIM

Sati: 2/70; ukupno: 210 sati

Razred	1.	2.	3.	4.
Sati tjedno/godišnje	2/70	2/70	2/70	-

Zadatci:

- primijeniti matematička i eksperimentalna znanja i vještine u fizici
- primijeniti osnovne koncepte i zakone iz područja mehanike
- primijeniti osnovne koncepte i zakone iz područja termodinamike
- primijeniti osnovne koncepte i zakone iz područja elektriciteta i magnetizma
- primijeniti osnovne koncepte i zakone iz područja titranja, valova i optike.

Razred: prvi (1.)

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Materija (tvar)	<ul style="list-style-type: none"> • usvojiti osnovne značajke kemijskih elemenata • naučiti strukturu atoma i molekule • razlikovati kruto, tekuće i plinovito stanje materije (tvari). 	<ul style="list-style-type: none"> • narav (priroda) materije (tvari): kemijski elementi, struktura atoma, molekule • kemijski spojevi • stanja: kruto, tekuće i plinovito.
Mehanika		
Statika	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti vrste sila i momenata • nacrtati vektorski prikaz sile • usvojiti osnovne pojmove o težištu tijela • objasniti i povezati elemente teorije naprezanja. 	<ul style="list-style-type: none"> • sile, momenti i parovi • prikaz sile s pomoću vektora • težište • elementi teorije naprezanja, dužinske deformacije i elastičnosti: <ul style="list-style-type: none"> ○ vlak ○ tlačno naprezanje ○ smik ○ torzija.
Kinetika	<ul style="list-style-type: none"> • opisati vrste kretanja • usporediti vrste kretanja • uočiti sličnosti i razlike između vrsta kretanja. 	<ul style="list-style-type: none"> • linearno kretanje: <ul style="list-style-type: none"> ○ jednolično pravocrtno kretanje ○ kretanje pod konstantnim ubrzanjem (kretanje pod

		<p>utjecajem gravitacije)</p> <ul style="list-style-type: none"> • rotirajuće kretanje: jednolično kružno kretanje (centrifugalna/centripetalna sila) • periodično kretanje: njišuće kretanje • jednostavna teorija vibracije, harmonika i rezonantnosti • omjer brzine, mehanička prednost i djelotvornost.
Dinamika	<ul style="list-style-type: none"> • nabrojiti i objasniti značajke (karakteristike) osnovnih pojmova u dinamici • usvojiti matematičke izraze značajki (karakteristika) 	<p>(a)</p> <ul style="list-style-type: none"> • masa • sila • inercija • rad • snaga • energija (potencijalna, kinetička i ukupna energija) • toplina • djelotvornost; <p>(b) moment, očuvanje momenta impuls žiroskopski principi frikcija: priroda i efekti, koeficijet frikcije (otpor pri kotrljanju).</p>
Dinamika tekućina	<ul style="list-style-type: none"> • usvojiti pojmove specifične težine i gustoće • izraziti Bernoullijev poučak • prikazati izgled i namjenu Venturijeve cijevi. 	<p>(a)</p> <ul style="list-style-type: none"> • specifična težina i gustoća; <p>(b)</p> <ul style="list-style-type: none"> • viskozitet • otpor tekućine • efekt strujnog oblikovanja • efekt mogućnosti sabijanja • statički, dinamički i ukupni tlak • Bernoullijev poučak • Venturijeva cijev.
Kinematika	<ul style="list-style-type: none"> • opisati pravocrtna gibanja s pomoću osnovnih kinematičkih veličina • kinematički i dinamički opisati jednoliko kružno gibanje • analizirati gibanja iz zapisa 	<ul style="list-style-type: none"> • referentni sustav i pojam materijalne točke • pomak, put, putanja, srednja brzina, trenutačna brzina, srednja akceleracija i trenutačna akceleracija

	<ul style="list-style-type: none"> gibanja • analizirati slobodni pad tijela • opisati jednoliko gibanje po kružnici • analizirati složena gibanja • analizirati vodoravni i vertikalni hitac – odrediti domet, položaj, brzinu i akceleraciju • primijeniti opći zakon gravitacije. 	<ul style="list-style-type: none"> kod jednolikog i jednoliko ubrzanog gibanja po pravcu • analiza gibanja iz zapisa gibanja • načelo neovisnosti gibanja kod složenih gibanja • vodoravni hitac • vertikalni hitac • opći zakon gravitacije.
Sile i polja	<ul style="list-style-type: none"> • nacrtati dijagram sila na tijelo • primijeniti Newtonove zakone gibanja • objasniti i primijeniti pojmove sile teže, težine, elastične sile (vlak, tlak, smik, torzija) i sile trenja • primijeniti vezu impulsa sile i promjene količine gibanja • primijeniti zakon očuvanja količine gibanja • iskazati i primijeniti opći zakon gravitacije • objasniti i primijeniti definiciju električnoga polja, primijeniti načelo superpozicije za električnu silu i električno polje • skicirati vektor magnetskoga polja u bilo kojoj točki prostora oko magneta, silnicama prikazati magnetsko polje jednoga te dvaju magneta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Newtonovi zakoni mehanike • sila trenja i kosina • slaganje i rastavljanje sila • inercijski i akcelerirani sustavi • impuls sile i količina gibanja • zakon očuvanja količine gibanja • gravitacijska sila i polje • opći zakon gravitacije • gibanje planeta i satelita • elastična sila • električna sila i polje • magnetska sila i polje.
Rad, snaga i energija	<ul style="list-style-type: none"> • odrediti rad iz grafa ovisnosti sile o pomaku • primijeniti vezu rada i promjene kinetičke energije • iskazati i primijeniti zakon očuvanja energije • primijeniti izraz za gravitacijsku potencijalnu energiju blizu površine Zemlje • primijeniti izraz za kinetičku energiju • primijeniti izraz za elastičnu potencijalnu energiju • odrediti korisnost nekog uređaja. 	<ul style="list-style-type: none"> • rad, kinetička energija, gravitacijska potencijalna energija blizu površine Zemlje, elastična potencijalna energija • zakon očuvanja energije • korisnost uređaja • djelotvornost i prednost.
Mehanika fluida	<ul style="list-style-type: none"> • primijeniti izraz za tlak • primijeniti Pascalov zakon • objasniti i primijeniti pojmove hidrostatičkoga 	<ul style="list-style-type: none"> • hidraulični tlak • barometri • Pascalov zakon • hidrostatički tlak

	<ul style="list-style-type: none"> tlaka i uzgona objasniti plutanje, lebdjenje i tonjenje tijela u fluidu primijeniti jednadžbu kontinuiteta (neprekidnosti). 	<ul style="list-style-type: none"> uzgon Arhimedov zakon jednadžba kontinuiteta (neprekidnosti).
--	---	---

Razred: drugi (2.)

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Termodinamika	<ul style="list-style-type: none"> usvojiti načine mjerenja temperature upoznati princip rada termometra objasniti prvi i drugi zakon termodinamike izraziti jednadžbu stanja idealnoga plina izraziti izotermnu i adijabatsku ekspanziju i kompresiju uočiti primjenjivost topline i plina u uređajima. 	<p>(a)</p> <ul style="list-style-type: none"> temperatura: <ul style="list-style-type: none"> termometri i temperaturne ljestvice: Celsius, Fahrenheit, Kelvin; <p>(b)</p> <ul style="list-style-type: none"> toplinski kapacitet specifična toplina prijenos topline: konvekcija, radijacija i provođenje volumenska ekspanzija prvi i drugi zakon termodinamike plinovi: <ul style="list-style-type: none"> zakoni o idealnim plinovima specifična toplina kod konstantnoga volumena i konstantnoga tlaka rad koji obavlja ekspandirajući plin izotermna, adijabatska ekspanzija i kompresija ciklusi motora konstantan volumen i konstantan tlak hladnjaci i pumpe za toplinu.
Termička svojstva tvari	<ul style="list-style-type: none"> navesti fizikalne veličine s pomoću kojih opisujemo stanje plina primijeniti izraz za toplinsko rastezanje tijela navesti osnovne pretpostavke modela idealnoga plina primijeniti zakone izotermne, izobarne i izohorne promjene stanja plina grafički prikazati izohoru, izobaru i izotermu u (p,T), 	<ul style="list-style-type: none"> fizikalne veličine s pomoću kojih opisujemo stanje plina linearno termičko rastezanje čvrstih tijela volumno termičko rastezanje čvrstih tijela i tekućina promjene stanja plina (p,T), (p,V) i (V,T) dijagrami opća jednadžba stanja plina

	(p,V) i (V,T) dijagramima.	<ul style="list-style-type: none"> • Avogadrov zakon • toplinsko rastezanje tijela • model idealnoga plina.
Molekularno-kinetička teorija plinova	<ul style="list-style-type: none"> • primijeniti Avogadrov zakon • navesti i objasniti primjere koji govore u prilog molekularno-kinetičkoj teoriji plinova (difuzija, Brownovo gibanje) • opisati i primijeniti pojam unutrašnje energije • primijeniti pojmove termičkoga kontakta sustava (tijela) i termodinamičke ravnoteže sustava • objasniti i primijeniti pojam specifičnoga toplinskog kapaciteta • navesti načine prijenosa topline i kvalitativno objasniti toplinsku vodljivost i toplinsku izolaciju • objasniti i primijeniti pojam latentne topline pri promjeni agregatnoga stanja. 	<ul style="list-style-type: none"> • molekularno-kinetička teorija plinova (difuzija, Brownovo gibanje) • unutrašnja energija idealnoga plina • ovisnost tlaka o gustoći i temperaturi plina • toplina • toplina kod zagrijavanja ili hlađenja tvari kad tvar ne mijenja agregatno stanje • specifični toplinski kapacitet • latentna toplina pri promjeni agregatnoga stanja • toplinska vodljivost i toplinska izolacija (konvekcija, radijacija, provođenje).
Toplina i rad	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti i primijeniti pojam topline • primijeniti izraz za rad plina pri stalnome tlaku • objasniti pojmove povratnoga i nepovratnog procesa • objasniti kvalitativno rad toplinskih strojeva u kružnome procesu te primijeniti pojam korisnosti • kvalitativno opisati Carnotov kružni proces te primijeniti izraz za korisnost tog procesa • analizirati jednostavne kružne procese. 	<ul style="list-style-type: none"> • toplina i rad • rad plina u kružnome procesu • toplinski stroj.
Elektromagnetizam		
Elektrostatika	<ul style="list-style-type: none"> • navesti vrste električnoga naboja i nositelje elementarnoga naboja • primijeniti zakon očuvanja naboja • navesti i primijeniti Coulombov zakon u vakuumu i u sredstvu • objasniti i primijeniti definiciju električnoga polja i izraz za električno polje • primijeniti pojmove elektrostatske potencijalne 	<ul style="list-style-type: none"> • električni naboj, zakon očuvanja naboja • Coulombov zakon u vakuumu i u sredstvu • električna sila i polje • električni kapacitet tijela • spajanje kondenzatora • električna potencijalna energija • električni potencijal i napon • električni kapacitet i kondenzatori

	<p>energije, električnoga potencijala i napona</p> <ul style="list-style-type: none"> • objasniti pojam električnoga kapaciteta tijela te primijeniti izraz za kapacitet pločastoga ravnog kondenzatora • odrediti ekvivalentni kapacitet serijski i paralelno spojenih kondenzatora • opisati gibanje naboja u homogenom električnome polju. 	<ul style="list-style-type: none"> • gibanje nabijene čestice u električnomu polju.
Elektrodinamika	<ul style="list-style-type: none"> • primijeniti definiciju električne struje • navesti elemente jednostavnoga strujnoga kruga - primijeniti Ohmov zakon za dio strujnoga kruga i za cijeli strujni krug • primijeniti I. i II. Kirchhoffovo pravilo • odrediti ekvivalentni otpor serijski i paralelno spojenih otpornika • primijeniti izraze za rad i snagu električne struje • navesti osnovna svojstva magneta • objasniti Oerstedov pokus • skicirati magnetske silnice ravnoga vodiča, strujne petlje i zavojnice • primijeniti izraz za magnetsku silu na vodič kojim teče struja i odrediti smjer • primijeniti izraz za Lorentzovu silu i odrediti smjer • opisati gibanje električki nabijene čestice u homogenomu magnetskomu polju • primijeniti definiciju magnetskoga toka • opisati pojavu elektromagnetske indukcije • objasniti i primijeniti Faradayev zakon elektromagnetske indukcije • objasniti i primijeniti Lenzovo pravilo • primijeniti izraz za inducirani napon na krajevima ravnoga vodiča koji se giba u magnetskomu polju • objasniti elektromagnetsku 	<ul style="list-style-type: none"> • električna struja i otpor • instrumenti za mjerenje napona i struje • električna struja • strujni krugovi • električni otpor • Ohmov zakon za dio strujnoga kruga i za cijeli strujni krug • I. i II. Kirchhoffovo pravilo • spajanje otpornika • rad i snaga električne struje • svojstva magneta • magnetsko polje • Oerstedov pokus • magnetska sila na vodič kojim teče struja • Lorentzova sila • gibanje električki nabijene čestice u homogenomu magnetskomu polju • magnetski tok • elektromagnetska indukcija • Faradayev zakon elektromagnetske indukcije • izmjenična struja • Ohmov zakon za krug izmjenične struje kod serijskog spoja otpornika, kondenzatora i zavojnice • magnetna svojstva na razini atoma.

	indukciju u petlji (zavojnici) koja se vrti u homogenomu magnetskomu polju te nastanak izmjenične struje.	
--	---	--

Razred: treći (3.)

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Titranje, valovi i optika		
Titranja	<ul style="list-style-type: none"> • opisati periodično gibanje i mehaničko titranje te grafički prikazati • kvalitativno objasniti uzroke titranja (objasniti ulogu povratne sile) • primijeniti odnos između akceleracije i elongacije te povratne sile i elongacije • primijeniti izraz za vlastitu frekvenciju te period harmonijskog oscilatora • kvalitativno opisati i grafički prikazati vremensku promjenu energije harmonijskog oscilatora • opisati jednostavno njihalo i uvjet pod kojim ono izvodi harmonijsko titranje • opisati LC - titrajni krug • opisati pojavu rezonancije. 	<ul style="list-style-type: none"> • opis titranja • grafički prikaz titranja • harmonijsko titranje • pretvorbe energije pri harmonijskom titranju • jednadžba titranja • njihalo • prigušeno i prisilno titranje • električni titrajni krug • rezonancija.
Valno kretanje i zvuk	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti vrste i značajke (karakteristike) valova • usvojiti fenomene interferencije • usporediti valno kretanje i zvuk • razlikovati osnovne značajke zvuka. 	<ul style="list-style-type: none"> • valno kretanje: <ul style="list-style-type: none"> ○ mehanički valovi ○ sinusoidalno valno kretanje ○ fenomeni interferencije ○ stalni valovi; • zvuk: <ul style="list-style-type: none"> ○ brzina zvuka ○ proizvodnja zvuka ○ intenzitet, visina i kvaliteta ○ Dopplerov efekt.
Valovi	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti postanak i širenje vala u sredstvu te prijenos energije valom • razlikovati transverzalne od longitudinalnih valova • iskazati i primijeniti definicije veličina kojima se opisuje val • odrediti fazu točke vala i razliku faza dviju točaka vala • primijeniti jednadžbu 	<ul style="list-style-type: none"> • postanak i širenje vala u sredstvu te prijenos energije valom • jednadžba ravnoga sinusnog vala • zakon odbijanja valova • zakon loma valova • superpozicija valova, konstruktivna i destruktivna interferencija • stojni val

	<ul style="list-style-type: none"> ravnoga sinusnog vala grafički prikazati ovisnost elongacije o vremenu i položaju za sinusni val iskazati i primijeniti zakon odbijanja valova primijeniti zakon loma valova opisati superpoziciju valova te konstruktivnu i destruktivnu interferenciju (navesti, objasniti i primijeniti uvjete konstruktivne i destruktivne interferencije) opisati stojni val i objasniti njegov nastanak odrediti osnovnu frekvenciju i više harmonike za stojni val opisati nastanak i svojstva zvuka navesti frekventno područje zvuka te objasniti pojmove infrazvuka i ultrazvuka objasniti i primijeniti pojmove intenziteta zvuka, praga čujnosti i relativne razina zvuka. 	<ul style="list-style-type: none"> osnovna frekvencija i viši harmonici za stojni val intenzitet zvuka, prag čujnosti, relativna razina zvuka.
Elektromagnetski valovi	<ul style="list-style-type: none"> opisati svojstva i spektar elektromagnetskih valova opisati nastajanje i način rasprostiranja elektromagnetskih valova. 	<ul style="list-style-type: none"> spektar elektromagnetskih valova rasprostiranje elektromagnetskih valova jednadžbe električnoga i magnetskog polja nastajanje i rasprostiranje elektromagnetskih valova spektar elektromagnetskih valova.
Optika (svjetlost)	<ul style="list-style-type: none"> navesti glavne značajke svjetlosti usvojiti pojmove refleksije i refrakcije objasniti svojstva leća. 	<ul style="list-style-type: none"> priroda svjetlosti brzina svjetlosti zakon refleksije i refrakcije refleksija na ravnim površinama refleksija sferičnim zrcalima refrakcija leće.
Geometrijska optika	<ul style="list-style-type: none"> navesti i primijeniti zakon pravocrtnoga širenja svjetlosti 	<ul style="list-style-type: none"> zakon pravocrtnoga širenja svjetlosti ravna i sferna zrcala

	<ul style="list-style-type: none"> • geometrijski konstruirati sliku predmeta u ravnome i sfernom zrcalu te navesti njezina svojstva • objasniti pojavu totalne refleksije • opisati pojavu disperzije svjetlosti • navesti i razlikovati osnovne vrste leća (konvergentne i divergentne leće) i njihove učinke na paralelni snop svjetlosti • primijeniti jednadžbu leće • konstruirati sliku predmeta nastalu s pomoću leće i opisati svojstva te slike • kvalitativno objasniti nastajanje slike u oku te pogreške i načine korekcija vida. 	<ul style="list-style-type: none"> • totalna refleksija • spektralni sastav bijele svjetlosti • vrste leća (konvergentne i divergentne leće) i njihovi učinci na paralelni snop svjetlosti • jednadžba leće • oko, pogreške i načini korekcije vida.
Valna optika	<ul style="list-style-type: none"> • navesti pojave koje govore u prilog valnoj slici svjetlosti • opisati pojavu interferencije svjetlosti • objasniti nastanak interferentne slike kod Youngova pokusa • opisati interferenciju na tankim listićima • protumačiti ogib svjetlosti na pukotini, niti i optičkoj rešetci • opisati pojavu polarizacije svjetlosti • primijeniti Brewsterov zakon. 	<ul style="list-style-type: none"> • interferencija svjetlosti • nastanak interferentne slike kod Youngova pokusa • interferencija na tankim listićima • ogib svjetlosti na pukotini i niti • optička rešetka • polarizacija svjetlosti • Brewsterov zakon.

Metodičke napomene:

U Okvirni nastavni program implementirani su sadržaji Modula 2. *Fizika* Part 66/B1 i B2. Sadržaji modula prošireni su dodatnim sadržajima radi usklađivanja s obrazovnim ishodima više razine ispita iz *Fizike* na državnoj maturi.

Dio sadržaja ovog modula (iz nastavne jedinice *Mehanika* za B1 i B2) nadograđuju se u predmetu *Tehnička mehanika*.

Sadržaji modula svladavaju se teorijskom nastavom uz provedbu laboratorijskih vježbi. Dio laboratorijskih vježbi implementiran je u modul 3.

METODE I OBLICI RADA:

Najčešći oblici rada su frontalni uz verbalno objašnjavanje i opisivanje, individualni rad na tekstu, rad u paru i u skupinama, kombinirano.

Metode u obradbi nastavnih sadržaja su izlaganje, razgovor, rasprava, rad na tekstu, oluja mozгова, projektna metoda, laboratorijske vježbe, problemski usmjerena nastava, heuristički usmjerena nastava, metoda pitanja i odgovora.

ELEMENTI I OBLICI PRAĆENJA I VRJEDNOVANJA UČENIKA:

Za pisani oblik provjeravanja predviđeni su testovi koji se koriste pri polaganju ispita za dozvolu za rad zrakoplovnog tehničara **ZIM (B1)** prema *PRAVILNIKU O KONTINUIRANOJ PLOVIDBENOSTI ZRAKOPLOVA I AERONAUTIČKIH PROIZVODA, DIJELOVA I UREĐAJA, TE O OVLAŠTENJU ORGANIZACIJA I OSOBLJA UKLJUČENIH U TE POSLOVE (NN, 115/09.)*.

ELEMENTI OCJENJIVANJA

1. UPS – USVOJENOST PROGRAMSKIH SADRŽAJA
2. RP – RJEŠAVANJE PROBLEMA
3. PR – PRAKTIČAN RAD

1. Element ocjenjivanja **UPS** – *USVOJENOST PROGRAMSKIH SADRŽAJA* - podrazumijeva pretežito više vrsta ispitivanja i verifikaciju usvojenosti nastavnih (programskih) sadržaja kojima se od učenika očekuje (traži) da pokaže do koje je mjere usvojio (kvantitativno) temeljne fizikalne pojmove, zakonitosti (zakone) i pojave, ali ipak više na formalnoj (naučenoj) razini, a manje kroz primjenu, rješavanje problema i dublje, operativnije razumijevanje. Ne znači da se kroz ovaj element ocjenjivanja ne mogu provjeravati, verificirati, evidentirati, upisivati ocjene iz zadataka i fizikalnih problema u pisanom obliku. Ispitivanje ne mora nužno biti ni samo usmeno, ni samo pisano ❶.

2. Element ocjenjivanja **RP** – *RJEŠAVANJE PROBLEMA* - podrazumijeva provjeravanje sposobnosti, znanja, snalaženja učenika pri rješavanju problemskih fizikalnih situacija (primjera, zadataka, pojava, fenomena); primjene temeljnih fizikalnih prirodnih zakona, posebice u vezi s primjenom u tehnici i struci. Element ocjenjivanja RP ne podrazumijeva nužno klasične pisane provjere znanja, nego se može ispitivati «pred pločom». Moguće su i 15-minutne, tzv. kratke pisane provjere znanja (test), rješavanje manjega broja problema (pisano), a ocjene se upisuju u bilješke. Ova ocjena govori više o kvaliteti usvojenosti fizikalnoga sadržaja i njegovom dubljem i operativnijem razumijevanju ❶.

❶ pisane se provjere mogu upisivati u element UPS i RP.

3. Element ocjenjivanja **PR** – *PRAKTIČNI RAD* - temelji se na tzv. projektnoj metodi kojom se učenicima zadaju teme (po dva do četiri učenika obrađuju neku temu) vezane uz fizikalne sadržaje koji se inače obrađuju po programu. Jedan sat se maksimalno potroši na metodologiju, a učenik je dužan na listu papira napisati kratki, općeniti uvod, opisati način rada, mjerenja, obradbe podataka, predočiti rezultate (kvantitativno ili grafički) te napisati zaključak ili komentar. PR se može obraditi i u obliku seminara na neku zadanu temu ili sadržaj prema dodatnoj literaturi, no bolje je da su zadatci (teme) jednostavni i ne zahtijevaju dodatnu literaturu. Ova ocjena može obuhvatiti i laboratorijske vježbe (klasične) iz fizike, ako postoje terminske (raspored), materijalne i prostorne mogućnosti. Ocjenom iz laboratorijskih vježbi provjerava se i prati uspješnost pripreme, izvođenja i obradbe vježbi. Ovaj element ocjenjivanja može se upisivati u bilješke.

OBVEZE UČENIKA:

- nošenje pribora za rad: bilježnica za bilježenje nastavnih sadržaja, udžbenik i zbirka zadataka ili nastavni materijali što su ih pripremili nastavnici, pišaći pribor po izboru, pribor za crtanje, kalkulator
- izradba zadataka za domaću zadaću

- učenici su obvezni svojim redovitim pohađanjem nastave omogućiti nastavniku da ih kroz pisani i usmeni oblik provjere znanja što objektivnije ocijeni.

MATERIJALNI UVJETI ILI OKRUŽENJE ZA UČENIKE:

Univerzalna učionica s potrebnim nastavnim pomagalicama: školska ploča i kreda, grafoskop, plakati, modeli, stručna literatura, oprema iz praktikuma za fiziku i kemiju. Specijalizirana učionica s potrebnim nastavnim pomagalicama: računalo s instaliranim CAS (Computer Algebra System) softverom i LCD projektor, računala povezana u mrežu s mogućnošću pristupa internetu.

KADROVSKI UVJETI:

- profesor fizike
- dipl. ing. fizike
- mag. edukacijske matematike i fizike
- mag. fizike
- mag. edukacijske fizike

LITERATURA ZA UČENIKE

- Tatjana Roginić: *FIZIKA 1*; udžbenik za 1.raz. s trogodišnjim programom, Školska knjiga, Zagreb, 2008. (i sva kasnija izdanja)
- Tatjana Roginić: *FIZIKA 2*; udžbenik za 2.raz. s trogodišnjim programom, Školska knjiga, Zagreb, 2008. (i sva kasnija izdanja)
- Tatjana Roginić: *FIZIKA 3*; udžbenik za 3.raz. s trogodišnjim programom, Školska knjiga, Zagreb, 2008. (i sva kasnija izdanja)
- Jakov Labor: *FIZIKA 1*, udžbenik za 1. razred, Alfa, Zagreb, 2008. (i sva kasnija izdanja)
- Jakov Labor: *FIZIKA 2*, udžbenik za 2. razred, Alfa, Zagreb, 2008. (i sva kasnija izdanja)
- Jakov Labor: *FIZIKA 3*, udžbenik za 3. razred, Alfa, Zagreb, 2008. (i sva kasnija izdanja)
- Jakov Labor: *FIZIKA 4*, udžbenik za 4. razred, Alfa, Zagreb, 2008. (i sva kasnija izdanja)
- Branka Mikuličić, Milena Varićak, Elza Vernić: *Zbirka zadataka iz fizike*, Školska knjiga, Zagreb, 2009.
- Nada Brković: *Zbirka zadataka iz fizike*, Luk, Zagreb, 2007.

LITERATURA ZA NASTAVNIKA

- Supek, Furić: *Počela fizike*, Školska knjiga, Zagreb, 1994.
- Ivan Supek: *Povijest fizike*, Školska knjiga, Zagreb, 1980.
- Žarko Dadić: *Povijest ideja u matematici i fizici*, Školska knjiga, Zagreb, 1992.
- Rudolf Krsnik: *Udžbenik za 2. i 3. razred gimnazije (B inačica)*, Školska knjiga, Zagreb, 2007. (i sva kasnija izdanja)
- Vladimir Paar: *Atom, molekule, poluvodiči, supravodljivost*, Školska knjiga, Zagreb, 1989.
- Vladimir Šips: *Toplina* (udžbenik za 2. razred gimnazije), Školska knjiga, 1993.
- Tonči Andreis, Miro Plavčić, Nikica Simić: *Fizika 4* (za 4. razred gimnazije i srodne škole četverogodišnjeg programa fizike), Profil, Zagreb, 2008. (i sva kasnija izdanja)
- Richard Feynman: *Osobitost fizikalnih zakona*, Školska knjiga, Zagreb, 1991.
- Rudolf Krsnik: *Udžbenik za 4. razred gimnazije*, Školska knjiga, Zagreb, 2008. (i sva kasnija izdanja)
- Mladen Martinis, Vesna Mikuta: *Udžbenik za 2. razred gimnazije*, Školska knjiga, Zagreb, 2009. (i sva kasnija izdanja)
- Vladimir Paar, Vladimir Šips: *Fizika 3, zbirka riješenih zadataka*, Školska knjiga, Zagreb, 2007. (i sva kasnija izdanja)

- Frank Close: *Svemirska lukovica*, Školska knjiga, Zagreb, 1997.
- Tonči Andreis, Miro Plavčić, Nikica Simić: *Fizika 1* (za 1. razred gimnazije i srodne škole četverogodišnjeg programa fizike), Profil, Zagreb, 2009. (i sva kasnija izdanja)
- Tonči Andreis, Miro Plavčić, Nikica Simić: *Fizika 2* (za 2. razred gimnazije i srodne škole četverogodišnjeg programa fizike), Profil, Zagreb, 2009. (i sva kasnija izdanja)
- Rudolf Krsnik: *Udžbenik za 1. razred gimnazije*, Školska knjiga, Zagreb, 1998.
- Rudolf Krsnik: *Udžbenik za 2. razred gimnazije*, Školska knjiga, Zagreb, 1997.
- Rudolf Krsnik: *Udžbenik za 3. razred gimnazije*, Školska knjiga, Zagreb, 1995.
- Željko Jakopović: *Fizika 1, Priručnik za nastavnike*, Školska knjiga, Zagreb, 1994.
- Hrvoje Negovec, Damir Pavlović : *Fizika 2, Priručnik za nastavnike*, Školska knjiga, Zagreb, 2008.
- Berislav Liščić: *Fizika 3, Priručnik za nastavnike*, Školska knjiga, Zagreb, 2003.
- Vjera Lopac: *Priručnik za nastavnike Fizika 4*, Školska knjiga, Zagreb, 2004.

OKVIRNI NASTAVNI PLAN I PROGRAM
(Part 66/ B1)

MODUL 3./Nastavni predmet: Osnove elektrotehnike

Razred: prvi (1.) ZIM ; drugi (2.) ZIM

Sati: 3/105; ukupno: 210

Razred	1.	2.	3.	4.
Sati tjedno/godišnje	3/105	3/105		

Zadatci :

- navesti osnovne pojmove iz područja elektrotehnike
- prepoznati i pravilno koristi stručnu terminologiju
- definirati i primijeniti osnovne zakone elektrotehnike u istosmjernim i izmjeničnim strujnim krugovima
- imenovati i objasniti zakonitosti električnoga i magnetskoga polja
- opisati ulogu različitih materijala, njihove fizičke i kemijske značajke te pojave u električnomu i magnetskomu polju
- razviti sposobnost rješavanja elementarnih problemskih zadataka
- razviti sposobnost analize pojava u električnomu i magnetskomu polju
- prepoznati i primijeniti osnovne fizičke zakone kod električnih instrumenata, strojeva i uređaja
- prepoznati opasnosti pri radu s električnom strujom i opisati mjere zaštite od njezina opasnoga djelovanja
- primijeniti teorijsko znanje u praktičnomu/laboratorijskom radu
- primijeniti teorijsko znanje pri rješavanju problemskih zadataka kroz interdisciplinarni pristup.

Razred: prvi (1.) ZIM (B1)

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Teorija elektrona	<ul style="list-style-type: none">• opisati osnovnu strukturu atoma• objasniti pojam elementarnoga naboja• razlikovati vodiče, poluvodiče i izolatore.	<ul style="list-style-type: none">• struktura i distribucija električnih naboja unutar:<ul style="list-style-type: none">◦ atoma◦ molekula◦ iona◦ spojeva• molekularna struktura vodiča, poluvodiča i izolatora.

Statički elektricitet i provođenje struje	<ul style="list-style-type: none"> • prepoznati razliku između stacionarnoga i statičkoga naelektriziranja, odnosno između stacionarnoga i elektrostatičkoga polja • definirati sile u električnomu polju • Coulombov zakon • odrediti silu koja djeluje između naelektriziranih (točkastih) opterećenja • opisati djelovanje Faradeyeva kaveza • objasniti nositelje naboja u čvrstim, tekućim i plinovitim vodičima te u vakuumu. 	<ul style="list-style-type: none"> • statički elektricitet i distribucija elektrostatičkih naboja • elektrostatički zakoni privlačenja i odbijanja • jedinice naboja, Coulombov zakon • provođenje elektriciteta u krutim tvarima, tekućinama, plinovima i vakuumu.
Električna terminologija	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti pojavu električne struje • definirati električni potencijal i napon te njihove jedinice i oznake • definirati: količinu naboja, jakost električne struje, električni otpor • protumačiti fizičko značenje napona • pokazati analogiju s drugim fizikalnim veličinama. 	<ul style="list-style-type: none"> • sljedeći termini, njihove jedinice i faktori koji na njih utječu: <ul style="list-style-type: none"> ◦ razlika potencijala ◦ elektropokretačka sila ◦ napon ◦ struja ◦ otpor ◦ provodljivost ◦ naboj ◦ konvencionalni tok struje ◦ tok elektrona.
Generiranje elektriciteta	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti načine generiranja elektriciteta • usporediti različite načine generiranja • demonstrirati pojedine načine generiranja elektriciteta. 	<ul style="list-style-type: none"> • proizvodnja elektriciteta sljedećim metodama: <ul style="list-style-type: none"> ◦ svjetlost ◦ toplina ◦ trenje ◦ tlak ◦ kemijsko djelovanje ◦ magnetizam ◦ kretanje.
Izvori istosmjerne struje	<ul style="list-style-type: none"> • opisati konstrukciju i rad primarnih ćelija • opisati konstrukciju i rad sekundarnih ćelija • objasniti rad Pb,Ni-Cd i Ag-Zn akumulatora • usporediti značajke pojedinih 	<ul style="list-style-type: none"> • konstrukcija i osnovno kemijsko djelovanje: <ul style="list-style-type: none"> ◦ primarnih ćelija ◦ sekundarnih ćelija ◦ olovnih ćelija s kiselinom ◦ nikal-kadmij ćelija ◦ drugih alkalnih ćelija • ćelije spojene u seriju i

	<ul style="list-style-type: none"> akumulatora definirati pojam unutarnjeg otpora objasniti realnu otpornost izvora koristeći realne tehničke podatke navesti materijale koji se koriste od termo-parova i fotoćelija objasniti rad termo-parova i fotoćelija. 	<ul style="list-style-type: none"> paralelno interni otpor i njegov utjecaj na akumulator konstrukcija, materijali i rad termo-parova rad fotoćelija.
Krugovi istosmjerne struje	<ul style="list-style-type: none"> navesti Ohmov zakon navesti I. i II. Kirchoffov zakon primijeniti Ohmov zakon i matematički formulirati zakon objasniti rješavanje prostog električnoga kruga: jedan izvor – jedan potrošač opisati bit I. i II. Kirchoffova zakona, zapisati matematički izraz i primijeniti ga pri izračunavanju definirati i objasniti I. i II. Kirchoffov zakon za proste i složeni električni krug odrediti ekvivalentnu otpornost, jačine električnih struja i pojedinačne padove napona za proste i složene krugove ponoviti važnost unutarnjeg otpora izvora. 	<ul style="list-style-type: none"> Ohmov zakon, Kirchoffovi zakoni o naponu i jakosti struje proračuni uz korištenje gornjih zakona kako bi se odredio otpor, napon i jakost struje važnost internog otpora napajanja.
Otpor	<ul style="list-style-type: none"> definirati otpor objasniti čimbenike koji utječu na otpornost pokazati vezu između otpornosti i vodljivosti usporediti materijale prema njihovim električnim svojstvima analizirati utjecaj temperature na: vrijednost specifične električne otpornosti, električne otpornosti i električne vodljivosti koristiti tablice iz 	<ul style="list-style-type: none"> otpor i faktori koji na njega utječu specifični otpor kod boja za rezistore, vrijednosti i tolerancije, preferirane vrijednosti, oznake snage u vatima rezistori u seriji i paralelni proračun ukupnog otpora uz korištenje serije, paralelnih i kombinacija serija-paralelni rad i uporaba potenciometara i reostata rad Wheatstoneova mosta pozitivna i negativna provodljivost temperaturnoga koeficijenta

	<p>udžbenika i tehničkih priručnika</p> <ul style="list-style-type: none"> • objasniti pojavu supraprovodljivosti • upotrijebiti zapisane odnose među veličinama • prezentirati različite vrste otpornika • prepoznati logiku pojednostavnjivanja složenih električnih kola i uporabiti je pri izračunavanju ekvivalentne otpornosti • objasniti rad i primjenu Wheatstoneova mosta. 	<ul style="list-style-type: none"> • fiksni rezistori, stabilnost, tolerancija i ograničenja, metode sastavljanja • varijabilni rezistori, termistori, rezistori vezani uz napon • konstrukcija potenciometara i reostata • konstrukcija Wheatstoneova mosta.
Snaga	<ul style="list-style-type: none"> • definirati snagu, rad i energiju • objasniti gubitke u krugu istosmjerne struje • definirati Jouleov zakon • objasniti uzroke zagrijavanja i opterećenje • proračunati gubitke na vodu. 	<ul style="list-style-type: none"> • snaga, rad i energija (kinetička i potencijalna) • rasipanje snage preko rezistora • formula za snagu • proračuni koji uključuju snagu, rad i energiju.
Kapacitivnost/kondenzator	<ul style="list-style-type: none"> • navesti što je kondenzator • objasniti namjenu kondenzatora • nabrojiti vrste kondenzatora • protumačiti pojam kapaciteta kondenzatora • objasniti o čemu ovisi kapacitet pločastoga kondenzatora • definirati kapacitivnost, oznaku i jedinicu • objasniti proboj dielektrika • proračunati ekvivalentni kapacitet, raspored opterećenja i padove napona za serijsku, paralelnu i mješovitu vezu kondenzatora • definirati energiju 	<ul style="list-style-type: none"> • rad i funkcija kondenzatora • faktori koji utječu na kapacitivnu površinu pločica, udaljenost između pločica, broj pločica, dielektrika i dielektrična konstanta, radni napon, oznaka napona • tipovi, konstrukcija i funkcija kondenzatora • kodiranje kondenzatora bojom • proračuni kapacitivnosti i napona kod krugova spojenih u seriju i paralelno • eksponencijalni naboj i pražnjenje kondenzatora, vremenske konstante • provjera kondenzatora.

	<ul style="list-style-type: none"> električnoga polja • pokazati postupak punjenja i pražnjenje kondenzatora u krugu istosmjernje struje • objasniti o čemu ovisi vremenska konstanta punjenja i pražnjenja kondenzatora. 	
Magnetizam	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti pojavu magnetskoga polja i njegov izvor • nabrojiti njegove osnovne značajke • definirati i objasniti osnovne veličine magnetskoga polja, važnost i jedinice • opisati osnovne manifestacije magnetskoga polja • nabrojiti i opisati vrste magneta • grafički predstaviti magnetsko polje • definirati magnetski krug • navesti Amperov zakon • definirati pravilo 'desne ruke' • riješiti zadatke primjenom Amperova zakona • definirati: magnetomotornu silu, magnetski otpor, magnetsku vodljivost, permeabilnost, oznake i jedinice • dati primjere magnetske indukcije, jakosti magnetskoga polja i toka za: ravni vodič, torus, solenoid i zavojnicu • definirati elektromagnetsku i elektrodinamičku silu: intenzitet, pravac i smjer • analizirati silu na vodič protjecan strujom u stranomu magnetskomu polju • analizirati primjere iz 	<ul style="list-style-type: none"> • teorija magnetizma • svojstva magneta • djelovanje magneta ovješena u magnetskome polju zemlje • magnetizacija i demagnetizacija • magnetska zaštita • razne vrste magnetskoga materijala • konstrukcija i principi rada elektromagneta • pravila »stiska ruke« za određivanje magnetskoga polja oko vodiča kojim ide struja • magnetomotorna sila • snaga polja • gustoća magnetskoga toka • propusnost • petlja histereze • retentivnost • koercivna sila • reluktancija • točka zasićenja • vrtložne struje • oprez vezan uz njegu i skladištenje magneta.

<p>Induktivnost / induktor</p>	<p>prakse.</p> <ul style="list-style-type: none"> • objasniti pojavu elektromagnetske indukcije • navesti Faradayev zakon • navesti Lenzovo pravilo • definirati induciranu elektromotornu silu • opisati kako dolazi do pojave elektromagnetske indukcije kao i praktičnu primjenu indukcije u elektrotehnici • objasniti pojam samoindukcije i međuindukcije • analizirati pojavu samoindukcije i međuindukcije • odrediti elektromotornu silu samoindukcije i međuindukcije i • pokazati matematičkim izrazima • riješiti zadatke vezane uz elektromagnetizam • definirati energiju magnetskoga polja i njezinu gustoću, opisati rad na kojem se temelji rad transformatora • objasniti zavojnicu kao energetska akumulator i ovisnost magnetske energije zavojnice. 	<ul style="list-style-type: none"> • Faradayev zakon • djelovanje inducirana napona u vodiču koji se kreće u magnetskomu polju • principi indukcije • efekti sljedećega na magnitudu inducirana napona: <ul style="list-style-type: none"> ○ snaga magnetskoga polja ○ brzina promjene toka ○ broj namotaja vodiča • uzajamna indukcija • efekt koji brzina promjene primarnih struja i uzajamna induktivnost imaju na inducirani napon • faktori koji utječu na uzajamnu induktivnost: <ul style="list-style-type: none"> ○ broj namotaja u zavojnici ○ fizička veličina zavojnice ○ propusnost zavojnice ○ položaj zavojnica u odnosu jedne prema drugoj • Lenzov zakon i pravila za određivanje polariteta • povratni emf, samoindukcija • točka zasićenja • glavne uporabe induktora.
---------------------------------------	---	---

Teorija motora/generatora istosmjerne struje	<ul style="list-style-type: none"> • analizirati princip rada motora istosmjerne struje • analizirati princip rada generatora istosmjerne struje • objasniti na koji način se na izlazu generatora može osigurati istosmjerna struja • opisati načine pobude istosmjernih generatora i motora • definirati osnovne parametre istosmjernih motora i generatora • navesti osnovne konstrukcijske dijelove starter generatora • opisati generatorski motorski mod starter generatora. 	<ul style="list-style-type: none"> • osnovna teorija motora i generatora • konstrukcija i svrha komponenata u generatoru istosmjerne struje • rad i faktori koji utječu na izlaz i smjer toka struje u generatorima istosmjerne struje • rad i faktori koji utječu na: <ul style="list-style-type: none"> ○ izlaznu snagu ○ obrtni moment ○ brzinu i smjer vrtnje motora istosmjerne struje • serijski, paralelni i složeni motori • konstrukcija generatora za pokretanje.
---	---	---

Razred: drugi (2.) ZIM (B1)

Teorija izmjenične struje	<ul style="list-style-type: none"> • navesti osnovne pojmove vezane uz izmjenične električne veličine • prepoznati različite oblike električnih veličina • prepoznati i opisati razliku između istosmjernih i izmjeničnih veličina • razlikovati periodične i neperiodične veličine • napisati matematički izraz periodičnih veličina • pokazati vezu između načina njihova zapisivanja • izraziti srednju i efektivnu vrijednost izmjeničnih veličina • objasniti pojam fazora • nacrtati fazorski i vremenski dijagram • odrediti početnu fazu i faznu razliku • analizirati zbrajanje 	<ul style="list-style-type: none"> • sinusoidni valni oblik: <ul style="list-style-type: none"> ○ faza ○ period ○ frekvencija ○ ciklus • trenutačna, prosječna, efektivna, vršna, <i>peak to peak</i> (naizmjenična) vrijednost struje i proračuni tih vrijednosti u odnosu na napon, jakost i snagu • trokutasti/kvadratni valovi • jedno-/tro- fazni principi.
----------------------------------	---	---

	<p>izmjeničnih veličina</p> <ul style="list-style-type: none"> • matematički i grafički objasniti način generiranja trofaznih signala • navesti značajke pravokutnih i trokutastih impulsa. 	
<p>Otporni (R), kapacitivni (C) i induktivni (L) strujni krugovi</p>	<ul style="list-style-type: none"> • opisati pasivne komponente u krugu izmjenične struje • definirati fazne odnose između napona i struje • objasniti serijsku vezu R i L, R i C te R, L i C u krugovima izmjenične struje • definirati impedanciju • objasniti pojavu serijske (naponske) rezonancije • postaviti uvjete serijske rezonancije • izračunati vrijednosti električnih veličina pri serijskoj rezonanciji • objasniti paralelni način vezivanja: R i L, R i C te R, L i C u krugovima izmjenične struje • definirati admitanciju • objasniti pojavu paralelne (strujne) rezonancije • postaviti uvjete paralelne rezonancije • izračunati vrijednosti električnih veličina pri paralelnoj rezonanciji • prepoznati utjecaj niskih i visokih frekvencija na RLC krugove • izračunati radnu, reaktivnu i prividnu snagu • uočiti razliku između pojedinih snaga u krugu izmjenične struje • definirati faktor snage • objasniti kompenzaciju faktora snage. 	<ul style="list-style-type: none"> • fazni odnos napona i struje u strujnim krugovima L, C i R, paralelnim, serijskim i serijskim-paralelnim • rasipanje snage u strujnim krugovima L, C i R • proračuni impedancije, faznoga kuta, faktora snage i jakosti struje • proračuni stvarne snage, prividne snage i reaktivne snage.

<p>Transformatori</p>	<ul style="list-style-type: none"> • navesti na kojem principu radi transformator • opisati rad transformatora • navesti uzroke nastajanja gubitaka u transformatoru • opisati rad transformatora u praznom hodu i kratkom spoju • opisati važnost transformatora pri prijenosu i distribuciji električne energije • objasniti princip rada autotransformatora • navesti primjere proračuna linijskoga i faznog napona i jakosti struje • uočiti razliku između linijskoga i faznog napona i jakosti struje • navesti primjer proračuna snage u trofaznom sustavu. 	<ul style="list-style-type: none"> • principi konstrukcije i rad transformatora • gubici transformatora i metode za njihovo prevladavanje • djelovanje transformatora u uvjetima opterećenja i bez opterećenja • prijenos snage, djelotvornost, oznake polariteta • proračun linijskoga i faznog napona i jakosti struje • proračun snage u trofaznom sustavu • primarne i sekundarne struje, napon, omjer zavoja, snaga, djelotvornost • autotransformatori.
<p>Filtri</p>	<ul style="list-style-type: none"> • navesti značajke: niskopropusni, visokopropusni, pojasno-propusni, pojasno-nepropusni filtara • nacrtati svaki od navedenih filtara • opisati primjenu svakog od navedenih filtara. 	<ul style="list-style-type: none"> • rad, primjena i uporabe sljedećih filtara: <ul style="list-style-type: none"> ○ niskopropusni ○ visokopropusni ○ pojasno-propusni ○ pojasno-nepropusni.
<p>Generatori izmjenične struje</p>	<ul style="list-style-type: none"> • navesti princip rada izmjeničnih generatora • opisati princip rada izmjeničnih generatora i alternatora • uočiti razliku između njih • navesti značajke i primjenu jednofaznih, dvofaznih i trofaznih alternatora • navesti značajke i primjenu spoja u zvijezdu i trokut • opisati konstrukciju i 	<ul style="list-style-type: none"> • vrtnja petlje u magnetskom polju i proizvedeni valni oblik • rad i konstrukcija okretno armature i generatora izmjenične struje s okretnim poljem • jednofazni, dvofazni i trofazni alternatori • prednosti i uporabe trofaznih zvjezdastih i delta-priključaka • generatori sa stalnim magnetom.

Motori izmjenične struje	rad PMG generatora. <ul style="list-style-type: none"> • opisati konstrukciju sinkronih i asinkronih motora • uočiti razliku između njih • navesti značajke pojedinih motora izmjenične struje • objasniti rad motora izmjenične struje • navesti metode za kontrolu brzine i smjer vrtnje • objasniti metode proizvodnje rotirajućega polja. 	<ul style="list-style-type: none"> • konstrukcija, principi rada i značajke: sinkronih i indukcijskih motora izmjenične struje te jednofaznih i višefaznih • metode za kontrolu brzine i smjer vrtnje • metode proizvodnje rotirajućega polja: <ul style="list-style-type: none"> ○ kondenzator ○ induktor ○ zasjenjeni ili podvojeni pol.
---------------------------------	---	---

Metodičke napomene:

Pri izvođenju nastave potrebno je imati u vidu da sadržaj predmeta odgovara Modulu 3. *Elektrotehnika* Part 66/B1 i B2. Vremensku dimenziju svake cjeline odredit će nastavnik, ali je nužno poštovati upute definirane Part-om 66 po kojima je za stjecanje vještina u procesu naobrazbe propisana potrebna razina znanja za svaku cjelinu te za B1. Teorijski dio nastave se izvodi u učionici opremljenoj A/V uređajima.

Laboratorijske vježbe vezane uz gradivo o istosmjernim strujama se izvode u kabinetu za mjerenje, uz korištenje istosmjernih izvora napajanja, *protoboard* pločica i diskretnih elemenata, gdje učenici samostalno izvode jednostavna mjerenja u krugu istosmjerne struje.

Laboratorijske vježbe vezane uz gradivo o izmjeničnim strujama izvode se u kabinetu za računalstvo, gdje se s pomoću simulacijskih programa MULTISIM, EDISON ili TINAPRO izvode simulacije jednostavnih izmjeničnih krugova.

ELEMENTI I OBLICI PRAĆENJA I VRJEDNOVANJA UČENIKA:

Provjera usvojenosti nastavnih sadržaja učenika obavlja se putem:

- usmenih odgovora
- pisanih zadataka
- testova objektivnoga tipa koji se koriste pri polaganju ispita za dozvolu za rad zrakoplovnoga tehničara **ZIM (B1)** prema *PRAVILNIKU O KONTINUIRANOJ PLOVIDBENOSTI ZRAKOPLOVA I AERONAUTIČKIH PROIZVODA, DIJELOVA I UREĐAJA, TE O OVLAŠTENJU ORGANIZACIJA I OSOBLJA UKLJUČENIH U TE POSLOVE (NN, 115/09.)*.

Elementi praćenja i vrjednovanja:

- usvojenost nastavnih sadržaja
- rješavanje problemskih zadataka
- laboratorijske vježbe.

Pod elementima praćenja i ocjenjivanja laboratorijskih vježbi podrazumijeva se provjera teorijskih postavki koje su potrebne za provedbu laboratorijskih vježbi, točno izrađene priprema za izvođenje laboratorijskih vježbi, korektno odrađen praktični dio i objašnjenje te zaključci na temelju dobivenih mjerenja upisani u pripreme.

KADROVSKI UVJETI

- dipl. ing. elektrotehnike

- prof. elektrotehnike
- dipl. ing. računalstva
- mag. elektrotehnike i informacijske tehnologije.

OBVEZE UČENIKA:

- izradba zadataka za domaću zadaću
- realizacija svih laboratorijskih vježbi i priprema.

LITERATURA ZA UČENIKE:

Armin Pavić: *Osnove elektrotehnike 1*, udžbenik za prvi razred elektrotehničkih škola, ELEMENT, 2003.

Armin Pavić: *Osnove elektrotehnike 2*, udžbenik za drugi razred elektrotehničkih škola, ELEMENT, 2003.

Ante Glamuzina: *Električni, elektrostatski i magnetski krugovi*, zbirka zadataka, Školska knjiga, 2001.

Ante Glamuzina: *Priključak za izmjenični napon*, zbirka zadataka, Školska knjiga, 2001.

LITERATURA ZA NASTAVNIKE:

B. Kuzmanović: *Osnove elektrotehnike 1*, udžbenik za prvi razred elektrotehničkih škola, ELEMENT, 2001.

Armin Pavić: *Osnove elektrotehnike 1*, udžbenik za prvi razred elektrotehničkih škola, ELEMENT, 2003.

Armin Pavić: *Osnove elektrotehnike 2*, udžbenik za drugi razred elektrotehničkih škola, ELEMENT, 2003.

Ante Glamuzina: *Električni, elektrostatski i magnetski krugovi*, zbirka zadataka, Školska knjiga, 2001.

Ante Glamuzina: *Priključak za izmjenični napon*, zbirka zadataka, Školska knjiga, 2001.

**OKVIRNI NASTAVNI PLAN I PROGRAM
(Part 66/B1)**

MODUL 4./Nastavni predmet: Osnove elektronike

Razred: drugi (2). ZIM

Sati: 2/70; ukupno: 70

RAZRED:	1.	2.	3.	4.
Sati tjedno/godišnje	-	2/70	-	-

Zadatci:

- nabrojiti značajke poluvodiča
- objasniti formiranje P i N tipa poluvodiča
- navesti osnovne značajke aktivnih elemenata
- opisati rad aktivnih elemenata
- koristiti potrebne podatke iz kataloga
- razlikovati funkciju pojedinih aktivnih elemenata u jednostavnim shemama
- analizirati rad pojedinih elektroničkih sklopova
- razviti interes za praktično ispitivanje noviteta.

Drugi razred (2.)

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaj
Poluvodiči	<ul style="list-style-type: none"> • prepoznati kristalnu strukturu poluvodiča • objasniti formiranje P i N tipa poluvodiča • navesti razlike između P i N tipa poluvodiča • opisati formiranje PN spoja • navesti parametre dioda • objasniti UI značajku diode • navesti vrste dioda, njihove značajke, način rada i primjenu • opisati način rada logičkih i linearnih strujnih krugova • objasniti rad pojačala koje se koristi kao integrator, diferencijator, slijedilo napona i komparator 	<p>Diode</p> <ul style="list-style-type: none"> • simboli dioda • značajke i svojstva dioda • diode u seriji i paralelne • glavne značajke i uporaba silikonski kontroliranih ispravljača (tiristora) • dioda koja emitira svjetlost, fotoprovodljive diode • varistor • dioda ispravljač • funkcijska provjera dioda • materijali, konfiguracija elektrona, električna svojstva • materijali P i N tipa: efekti nečistoća na provođenje, većinski i manjinski nositelji • PN spoj u poluvodiču, razvoj potencijala diljem PN spoja u uvjetima bez prednapona, s propusnom polarizacijom i s nepropusnom polarizacijom • parametri diode: <ul style="list-style-type: none"> ○ vršni inverzni napon ○ maksimalna propusna polarizacija ○ temperatura

	<ul style="list-style-type: none"> • razlikovati prednosti i nedostatke pozitivne i negativne povratne veze • opisati načine spajanja pojačala: rezistivno-kapacitivan, induktivan, izravan i induktivno-rezistivan • objasniti formiranje PNP i NPN spoja • razlikovati PNP i NPN tip tranzistora • navesti vrste tranzistora • prepoznati pojedine elektrode na simbolu tranzistora • objasniti značajke tranzistora u spoju zajedničke: baze, emitera i kolektora • opisati rad tranzistora s efektom polja - FET • objasniti funkciju pojedinih elektroda kod FET-a • navesti vrste FET-tranzistora • navesti značajke FET-tranzistora • analizirati razlike između bipolarnih i FET-tranzistora • opisati rad i značajke sljedećih elemenata: ispravljačka dioda, LED-dioda, Shottky dioda, tunelska dioda, kapacitivna dioda, varistor, Zener dioda • opisati rad i značajke višeslojnih dioda • opisati rad i značajke optoelektroničkih elemenata. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ frekvencija ○ struja odvoda ○ rasipanje snage; • detaljni rad i značajke sljedećih uređaja: <ul style="list-style-type: none"> ○ silikonski kontrolirani ispravljač (tiristor) ○ svjetleća dioda ○ Shottky dioda ○ fotoprovodljiva dioda ○ varaktorska dioda ○ varistor ○ diode ispravljača ○ Zener dioda; <p>Integrirani strujni krugovi</p> <ul style="list-style-type: none"> • opis i rad logističkih strujnih krugova • opis i rad linearnih strujnih krugova/radnih pojačala • uvod u rad i funkciju radnog pojačala • rad i metode spajanja faza pojačala • prednosti i nedostatci pozitivne i negativne povratne veze; <p>Tranzistori</p> <ul style="list-style-type: none"> • simboli tranzistora • opis i položaj komponenata • značajke i svojstva tranzistora • konstrukcija i rad PNP i NPN tranzistora • osnovne, kolektorske i emitorske konfiguracije • provjera tranzistora • osnovna ocjena drugih tipova tranzistora i njihove uporabe.
<p>Štampane pločice</p>	<ul style="list-style-type: none"> • opisati način formiranja veza na pločici i njezinu uporabu. 	<ul style="list-style-type: none"> • opis i uporaba štampanih pločica.

<p>Servomehanizmi</p>	<ul style="list-style-type: none"> • navesti što je servomehanizam • nabrojiti funkcije servomehanizma • objasniti samoregulirajući sustav i mehanizma s povratnom vezom. 	<ul style="list-style-type: none"> • sustavi s prekinutim i zatvorenim krugom, povratna veza, uređaji za praćenje, analogni pretvornici • principi rada i uporaba sljedećih komponenata/obilježja sustava sinkronizacije: <ul style="list-style-type: none"> ○ rezolveri ○ diferencijal ○ kontrola i obrtni moment ○ transformatori ○ transmiteri induktivnosti i kapacitivnosti; • prekinuti i zatvoreni krug, uređaji za praćenje, servomehanizam, analogni, pretvornik, nulti, prigušenje, povratna veza, mrtvi pojas • konstrukcija, rad i uporaba sljedećih komponenata sustava sinkronizacije: <ul style="list-style-type: none"> ○ rezolveri ○ diferencijal ○ kontrola i obrtni moment ○ E i I transformatori ○ transmiteri induktivnosti ○ transmiteri kapacitivnosti ○ sinkronizirani transmiteri; • pogrješke servomehanizma, zamjena kabela sinkronizatora, kolebanje.
<p>Analogni diodni sklopovi</p>	<ul style="list-style-type: none"> • navesti vrste ispravljača • objasniti način rada svakog od ispravljača. 	<ul style="list-style-type: none"> • rad i funkcija dioda u sljedećim strujnim krugovima: <ul style="list-style-type: none"> ○ kliješta ○ stezači ○ punovalni i poluvalni ispravljač.
<p>Analogni tranzistorski sklopovi</p>	<ul style="list-style-type: none"> • definirati naponsko, strujno i pojačanje snage te ulaznu i izlaznu otpornost pojačala • razlikovati pojačala u spoju zajedničkog emitera, baze i kolektora. 	<ul style="list-style-type: none"> • primjena tranzistora: klase pojačala (A, B, C).
<p>Impulsna elektronika</p>	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti impulsna svojstva tranzistorske 	<ul style="list-style-type: none"> • multivibratori.

	sklopke <ul style="list-style-type: none"> • navesti vrste multivibratora. 	
--	---	--

Metodičke napomene:

Pri izvođenju nastave potrebno je imati u vidu da sadržaj predmeta odgovara Modulu 4. *Osnove elektronike* Part 66/B1 i B2. Vremensku dimenziju svake cjeline odredit će nastavnik, ali je nužno poštovati upute definirane Part-om 66 po kojima je za stjecanje vještina u procesu naobrazbe propisana potrebna razina znanja za svaku cjelinu te za B1.

Teorijski dio nastave se izvodi u učionici opremljenoj A/V uređajima.

Laboratorijske vježbe vezane uz gradivo o istosmjernim strujama se izvode u kabinetu za mjerenje, uz korištenje istosmjernih izvora napajanja, *proto-board* pločica i diskretnih elemenata, gdje učenici samostalno izvode jednostavna mjerenja u krugu istosmjerne struje.

Laboratorijske vježbe vezane uz gradivo o izmjeničnim strujama izvode se u kabinetu za računalstvo, gdje se s pomoću simulacijskih programa MULTISIM, EDISON ili TINAPRO izvode simulacije jednostavnih izmjeničnih krugova.

ELEMENTI I OBLICI PRAĆENJA I VRJEDNOVANJA UČENIKA:

Provjera usvojenosti nastavnih sadržaja učenika obavlja se putem:

- usmenih odgovora
- pisanih zadataka
- testova objektivnoga tipa koji se koriste pri polaganju ispita za dozvolu za rad zrakoplovnoga tehničara **ZIM (B1)** prema *PRAVILNIKU O KONTINUIRANOJ PLOVIDBENOSTI ZRAKOPLOVA I AERONAUTIČKIH PROIZVODA, DIJELOVA I UREĐAJA, TE O OVLAŠTENJU ORGANIZACIJA I OSOBLJA UKLJUČENIH U TE POSLOVE (NN, 115/09.)*.

Elementi praćenja i vrjednovanja:

- usvojenost nastavnih sadržaja
- rješavanje problemskih zadataka
- laboratorijske vježbe.

Pod elementima praćenja i ocjenjivanja laboratorijskih vježbi podrazumijeva se provjera teorijskih postavki koje su potrebne za provedbu laboratorijskih vježbi, točno izrađene priprema za izvođenje laboratorijskih vježbi, korektno odrađen praktični dio i objašnjenje te zaključci na temelju dobivenih mjerenja upisani u pripreme.

KADROVSKI UVJETI:

- dipl. ing. elektrotehnike
- prof. elektrotehnike,
- dipl. ing. računalstva
- mag. elektrotehnike i informacijske tehnologije.

Literatura za učenike:

- Stanko Paunović: *Elektronički sklopovi*, ELEMENT, 2001.
- Nediljka Furčić: *Elektronički sklopovi*, Neodidacta, 2009.
- materijali što su ih pripremili nastavnici.

Literatura za nastavnike:

- Stanko Paunović: *Analogni elektronički sklopovi*, ELEMENT, 2001.
- Thomas Floyd: *Electronics devices*, Prenhall inc., 2007.
- Eismim T. K.: *Aircraft electricity and electronics* (McGraw-Hill Int.,1994.)
- upute proizvođača instrumenata, komunikacijskih i navigacijskih uređaja i opreme.

**OKVIRNI NASTAVNI PLAN I PROGRAM
(Part 66/B1)**

MODUL 5./Nastavni predmet: Sustavi elektronskih instrumenata s digitalnim tehnikama

RAZRED: četvrti (4.) ZIM

Sati: 2/64; ukupno: 64

Razred:	1.	2.	3.	4.
Sati tjedno/godišnje	-	-	-	2/64

Zadatci:

- objasniti i opisati raspored i plan sustava elektronskih instrumenata u pilotskoj kabini
- opisati i objasniti namjenu, dijelove i principe rad elektronskih instrumenata i sustava
- navesti razliku između digitalnih i analognih signala
- dati primjere brojčanih sustava (binarni, oktalni, heksadecimalni)
- prezentirati konverziju jednih u druge brojčane sustave
- opisati različite vrste kodova
- koristiti pravila Booleove algebre
- prikazati (definirati) osnovne logičke krugove i funkcije
- razviti logički način razmišljanja vršeci minimizaciju i sintezu prekidačkih funkcija
- razlikovati kombinacijske mreže: koder, dekoder, multiplekser i demultiplekser
- osmisliti (projektirati) i realizirati određene kombinacijske mreže
- opisati rad sekvencijalnih sklopova
- izvesti odgovarajuća rješenja za realizaciju pojedinih brojača i registara
- razlikovati aritmetičke krugove i znati njihove funkcije i namjene
- navesti postupke A/D i D/A pretvorbe
- objasniti osnovne postupke A/D i D/A pretvorbe.

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaj
Sustavi elektronskih instrumenata	<ul style="list-style-type: none"> • prepoznati i opisati plan rasporeda sustava elektronskih instrumenata u zrakoplovu. 	<ul style="list-style-type: none"> • tipični rasporedi sustava i plan sustava elektronskih instrumenata u pilotskoj kabini.
Brojčani sustavi	<ul style="list-style-type: none"> • nabrojiti brojčane sustave • usporediti binarni, oktalni i heksadecimalni brojčani sustav • demonstrirati konverziju iz jednoga u drugi brojčani sustav. 	<ul style="list-style-type: none"> • brojčani sustavi: <ul style="list-style-type: none"> ○ binarni ○ oktalni ○ heksadecimalni; • demonstracija i konverzija između decimalnih i binarnih, oktalnih i heksadecimalnih sustava i obratno.
	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti postupke 	<ul style="list-style-type: none"> • analogni podatci, digitalni

Konverzija podataka	<p>analogno-digitalne i digitalno-analogne pretvorbe podataka</p> <ul style="list-style-type: none"> • uočiti razliku između analognih i digitalnih signala • nabrojiti A/D i D/A konvertore • ilustrirati svaki od nabrojanih postupaka pretvorbe • skicirati ulazne i izlazne vrijednosti pri različitim načinima konverzije • uočiti prednosti i nedostatke pojedinih načina konverzije. 	<p>podatci</p> <ul style="list-style-type: none"> • rad i primjena konvertera analognih podataka u digitalne i digitalnih u analogne, ulazi i izlazi, ograničenja različitih tipova.
Sabirnice podataka	<ul style="list-style-type: none"> • definirati sabirnicu • objasniti načine prenošenja podataka putem sabirnica • opisati standarde pri prijenosu podataka u zrakoplovnim sustavima. 	<ul style="list-style-type: none"> • rad sabirnica podataka u zrakoplovnim sustavima, uključujući znanje o ARINC-u i druge specifikacije.
Logički strujni krugovi	<ul style="list-style-type: none"> • definirati osnovne postulate Booleove algebre • dati primjere osnovnih logičkih funkcija, tablicu stanja, osnovni sklop • skicirati dijagrame vrijednosti ulaznih i izlaznih signala • dati primjere najznačajnijih složenih logičkih sklopova • opisati primjere logičkih sklopova u pojedinim zrakoplovnim sustavima • skicirati sheme i dijagrame za svaki navedeni sustav. 	<ul style="list-style-type: none"> • identifikacija simbola zajedničkih logičkih vrata, tabela i odgovarajućih strujnih krugova • aplikacije upotrijebljene za zrakoplovne sustave, shematski dijagrami • interpretacija logičkih dijagrama.
Osnovna struktura računala	<ul style="list-style-type: none"> • definirati osnovne pojmove vezane uz računala • nabrojiti i usporediti različite vrste memorije • opisati primjenu računala u zrakoplovnim sustavima • nabrojiti osnovne komponente mikroručunala • skicirati raspored sastavnica mikroručunala i 	<ul style="list-style-type: none"> • računalna terminologija (uključujući bit, byte, softver, hardver, CPU, IC i razne memorijske uređaje poput RAM-a, ROM-a, PROM-a) • računalna tehnologija (kako je primijenjena u zrakoplovnim sustavima) • terminologija vezana uz računala • rad, raspored i sučelje glavnih komponenata u mikroručunalu, uključujući

	<p>njegovih sabirnica</p> <ul style="list-style-type: none"> • objasniti funkciju mikroračunala • objasniti princip rada pojedinih komponenti mikroračunala • protumačiti informacije sadržane u jedno i više-adresnim riječima • definirati pojmove vezane uz memorije • opisati rad tipičnih memorijskih uređaja • usporediti način rada, prednosti i nedostatke različitih memorijskih uređaja. 	<p>njihove prateće sustave sabirnica</p> <ul style="list-style-type: none"> • informacije sadržane u jedno i više-adresnim riječima naredbe • termini vezani uz memoriju • rad tipičnih memorijskih uređaja • rad, prednosti i nedostaci raznih sustava za pohranu podataka.
Optička vlakna	<ul style="list-style-type: none"> • opisati način prijenosa podataka optičkim vodom • usporediti prijenos podataka električnim vodom i optičkim vodom • definirati osnovne pojmove vezane uz prijenos optičkim vodom • objasniti sabirnice s optičkim vodom • navesti sastavnice optičkoga komunikacijskog lanca • objasniti funkciju sastavnica optičke veze • navesti primjenu optičkih veza u zrakoplovnim sustavima. 	<ul style="list-style-type: none"> • prednosti i nedostaci prijenosa podataka optičkim vlaknima u odnosu na vrijeme transmisije električnom žicom • sabirnica podataka s optičkim vlaknima • termini vezani uz optička vlakna • završetci • elementi veze, kontrolni terminali, daljinski terminali • primjena optičkih vlakana u zrakoplovnim sustavima.
Elektronski zasloni	<ul style="list-style-type: none"> • navesti vrste elektronskih zaslona koji se koriste u zrakoplovu • objasniti princip rada i primjenu katodnih cijevi, LED-dioda i LCD zaslona. 	<ul style="list-style-type: none"> • principi rada zajedničkih tipova zaslona koji se upotrebljavaju u modernim zrakoplovima, uključujući katodne cijevi, svijetleće diode i zaslon s tekućim kristalima.
Elektrostatički osjetljivi uređaji	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti nastajanje elektrostatičkoga pražnjenja na zrakoplovu • opisati utjecaj elektrostatičkoga pražnjenja na pojedine komponente zrakoplova 	<ul style="list-style-type: none"> • specijalno postupanje s komponentama osjetljivim na elektrostatička pražnjenja • svjesnost o rizicima i mogućim oštećenjima, uređaji za antistatičku zaštitu komponenti i

	<p>i osoblja</p> <ul style="list-style-type: none"> • definirati postupke pri rukovanju s komponentama osjetljivim na elektrostatičko pražnjenje • objasniti načine zaštite od elektrostatičkog pražnjenja • navesti rizike i moguća oštećenja zbog elektrostatičkog pražnjenja. 	osoblja.
Kontrola za upravljanje softverom	<ul style="list-style-type: none"> • poznavati ograničenja softvera • definirati zahtjeve za plovidbenost • osvijestiti posljedice neodobrenih preinaka softvera. 	<ul style="list-style-type: none"> • ograničenja softvera • zahtjevi za plovidbenost • posljedice neodobrenih preinaka u softverskim programima.
Elektromagnetsko okruženje	<ul style="list-style-type: none"> • navesti utjecaj: EMC, EMI, HIRF i groma na elektronski sustav zrakoplova • opisati djelovanje svakog od fenomena • navesti zaštitu od svakog od fenomena. 	<ul style="list-style-type: none"> • grom/zaštita od groma • HIRF - radijacijsko polje visokog intenziteta • EMI - elektromagnetska interferencija • EMC - elektromagnetska kompatibilnost • utjecaj sljedećih fenomena na prakse održavanja za elektronski sustav: <ul style="list-style-type: none"> ○ EMC - elektromagnetska kompatibilnost ○ EMI - elektromagnetska interferencija ○ HIRF - radijacijsko polje visokog intenziteta.
Tipični elektronski / digitalni sustavi zrakoplova	<ul style="list-style-type: none"> • prepoznati i razumjeti ulogu i namjenu • opisati i razumjeti osnovne dijelove i principe rada sustava elektronskih instrumenata • opisati namjenu i principe rada HUD-a, HMD-a, FDS-a, ADI-a i HSI-a te njihove osnovne dijelove. 	<ul style="list-style-type: none"> • općeniti raspored tipičnih elektronskih/digitalnih sustava zrakoplova i pripadajući BITE (Built In Test Equipment) provjera kao što su: <ul style="list-style-type: none"> - ACARS-ARINC (<i>Communication and Addressing and Reporting System</i>) – sustav za komunikaciju, obraćanje i izvješćivanje - ECAM (<i>Electronic Centralised Aircraft</i>

		<p><i>Monitoring</i>) – elektronski sustav centraliziranog praćenja stanja zrakoplova</p> <ul style="list-style-type: none"> • EFIS (<i>Electronic Flight Instrum-Ent Sys</i>) – elektronski sustavi instrumenata za letenje • EICAS (<i>Engine indication And Crew Alerting System</i>) - sustav za prikaz parametara motora i upozorenja posade • FBW (<i>Fly By Wire</i>) – upravljanje zrakoplovom s pomoću računala • FMS (<i>Flight Management System</i>) - sustav upravljanja zrakoplovom • GPS (<i>Global Positioning System</i>) - satelitski navigacijski sustav • IRS (<i>Inertial Reference System</i>) – inercijalni referentni sustav • TCAS (<i>Traffic Alert Collision Avoidance System</i>) – sustav za sprječavanje sudara u zraku • HUD (<i>Head Up Dis-Play</i>) – indikator s providnim ekranom • HMD (<i>Helmet Mounted Display</i>) – indikator na pilotskoj kacigi • FDS (<i>Flight Director System</i>) - upravitelj leta • ADI (<i>Attitu-de Director Indicator</i>) – komandno-položajni indikator • HSI (<i>Horizontal Situation Indicator</i>) – indikator horizontalne situacije.
--	--	--

Metodičke napomene:

Pri izvođenju nastave potrebno je imati u vidu da sadržaj predmeta odgovara Modulu 5. *Sustavi elektronskih instrumenata s digitalnim tehnikama* Part 66/B1 i B2. Vremensku dimenziju svake cjeline odredit će nastavnik, ali je nužno poštovati upute definirane Partom 66 po kojima je za stjecanje vještina u procesu naobrazbe propisana potrebna razina znanja za svaku cjelinu te za B1 i B2.

Teorijski dio nastave se izvodi u učionici opremljenoj A/V uređajima.

Simulacije digitalnih krugova izvode se u kabinetu za računalstvo, gdje učenici nekim od simulacijskih programa ispituju jednostavne logičke i digitalne sklopove. Za nastavu se koriste primjeri tehničke dokumentacije zrakoplova, uređaja, sustava opreme i instrumenata. Presjeci i modeli te rashodovani primjeri instrumenata i uređaja, crteži, skice i plakati instrumenata i opreme u kabinama zrakoplova raznih modela i tipova.

Obveze učenika:

- realizacija svih laboratorijskih vježbi i priprema
- pribor za rad, u što ulaze: bilježnica za bilježenje nastavnih sadržaja
- kopirani nastavni materijali što su ih pripremili nastavnici
- pisaći pribor po izboru.

Obvezni načini provjeravanja i ocjenjivanja znanja:

Provjera usvojenosti nastavnih sadržaja učenika obavlja se putem:

- usmenih odgovora
- pisanih zadataka
- testova koji se koriste pri polaganju ispita za dozvolu za rad zrakoplovnoga tehničara ZIM (B1) prema *PRAVILNIKU O KONTINUIRANOJ PLOVIDBENOSTI ZRAKOPLOVA I AERONAUTIČKIH PROIZVODA, DIJELOVA I UREĐAJA, TE O OVLAŠTENJU ORGANIZACIJA I OSOBLJA UKLJUČENIH U TE POSLOVE* (NN, 115/09.).

Elementi praćenja i vrjednovanja:

- usvojenost nastavnih sadržaja
- rješavanje problemskih zadataka
- laboratorijske vježbe

Kadrovski uvjeti:

- dipl. ing. elektrotehnike
- ing. aerotehnike
- ing. aeronautike
- mag. elektrotehnike i informacijske tehnologije

Literatura za učenike:

- Stanko Paunović: *Digitalna elektronika*, ELEMENT, 2007.
- materijali što su ih pripremili nastavnici.

Literatura za nastavnike:

- Stanko Paunović: *Digitalna elektronika*, ELEMENT, 2007.
- Uroš Peruško: *Digitalna elektronika*, Školska knjiga, 1996.
- Thomas Floyd: *Digital electronics*, Prenhall.inc, 2007.
- Tehnička enciklopedija – poglavlja: *Avionski instrumenti* i *Elektronička navigacija*
- EHJ Pallet: *Aircraft Instruments*, Pitman, 1981. g.
- EHJ Pallet: *Aircraft instruments/integrated systems*, Longman, 1995./96.
- P. Bachmann: *Flugzeuge instrumente* (Typen, technik, funktion)
- Eisimin T.K.: *Aircraft electricity and electronics*, McGraw-Hill Int., 1994.

- upute proizvođača instrumenata, komunikacijskih i navigacijskih uređaja i opreme
- stručna periodična zrakoplovna literatura (stručni časopisi)
- Tino Bucak: *Zrakoplovi instrumenti 1 i 2*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2004.
- Igor Zorić: *Zrakoplovni instrumenti i prikaznici*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2005.

**OKVIRNI NASTAVNI PLAN I PROGRAM
(Part 66/B1)**

MODUL 6./Nastavni predmet: MATERIJALI I HARDVER

Razred: prvi (1.)

Sati: 4/140; ukupno: 140 sati

Razred	1.	2.	3.	4.
Broj sati tjedno/godišnje	4/140	-	-	-

Zadatci:

- usvojiti znanja o osnovnim svojstvima materijala
- objasniti postupke ispitivanja pojedinih svojstava tehničkih materijala
- koristiti standardne oznake za označivanje tehničkih materijala
- pripremiti učenike za pravilan izbor i primjenu pojedinih materijala
- prikazati standarde i stručne kataloge
- prepoznati pogriješke u tehničkim materijalima i opisati metode popravka
- ilustrirati utjecaj pojedinih materijala na ekologiju i način rješavanja tih problema
- usvojiti znanja o osnovama standarda i standardizacije
- objasniti osnove tolerancija
- usvojiti znanja o vrsti elemenata, svojstvima i funkciji u podsklopovima i sklopovima
- usvojiti znanja o vrsti materijala za izradbu elemenata, postupcima izradbe, ugradnji u podsklopove i sklopove i održavanju u eksploataciji
- stjecanje znanja o uporabi standarda i tehničke literature koja obrađuje elemente strojeva i uređaje
- razviti osjećaj za točnost, urednost i sustavnost u području konstruiranja, izradbe, ugradnje i održavanja elemenata strojeva i uređaja
- koristiti odgovarajuću stručnu terminologiju.

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Materijali u zrakoplovu – materijali koji sadrže željezo	<ul style="list-style-type: none"> • razlikovati osnovna svojstva materijala • prepoznati vrste čelika prema standardnoj oznaci • objasniti svrhu toplinskih obradbi • nabrojiti primjere • primjene čelika u zrakoplovstvu • navesti i objasniti metode ispitivanja mehaničkih svojstava čelika. 	<ul style="list-style-type: none"> • značajke, svojstva i identifikacija uobičajenih čeličnih legura upotrebljivanih u zrakoplovu • toplinska obradba i primjena čeličnih legura • ispitivanje željeznih materijala na tvrdoću, vlak, zamor i udarnu otpornost.
Materijali u zrakoplovu – materijali koji ne sadrže željezo	<ul style="list-style-type: none"> • prepoznati vrste neželjeznih materijala prema standardnoj oznaci • objasniti svrhu toplinskih obradbi • dati primjere primjene neželjeznih materijala u 	<ul style="list-style-type: none"> • značajke, svojstva i identifikacija uobičajenih neželjeznih materijala upotrebljivanih u zrakoplovu - toplinska obradba i primjena neželjeznih materijala

	<ul style="list-style-type: none"> • zrakoplovstvu • navesti i objasniti metode ispitivanja mehaničkih svojstava neželjeznih materijala. 	<ul style="list-style-type: none"> • ispitivanje neželjeznih materijala na tvrdoću, vlak, zamor i udarnu otpornost.
<p>Materijali u zrakoplovu – kompozitni i nemetalni</p>	<ul style="list-style-type: none"> • klasificirati kompozitne i nemetalne materijale • prepoznati pogreške i pogoršanja kod kompozitnih i nemetalnih materijala • odabrati metode popravka kompozitnih i nemetalnih materijala • opisati metode konstrukcije drvenih struktura zrnja • navesti značajke i tipove drva i ljepila koji se upotrebljavaju u zrakoplovima • protumačiti očuvanje i održavanje drvene konstrukcije • prepoznati pogreške u drvenom materijalu i drvenim konstrukcijama • primijeniti metode popravka drvene konstrukcije • opisati značajke, svojstva i tipove tkanina upotrebljivanih u zrakoplovima • protumačiti metode pregleda za tkanine i prepoznati tipove pogrešaka u tkanini • navesti metode popravaka. 	<ul style="list-style-type: none"> • kompozitni i nemetalni materijali - osim drva i tkanine <ul style="list-style-type: none"> - značajke, svojstva i identifikacija uobičajenih kompozitnih i nemetalnih materijala, osim drva, upotrebljivanih u zrakoplovnome sustavu - brtvila i vezivni materijali - detekcija pogreške/pogoršanja stanja kod kompozitnih i nemetalnih materijala - popravak kompozitnih i nemetalnih materijala; • drvene konstrukcije <ul style="list-style-type: none"> - metode konstrukcije drvenih struktura zrnja - značajke, svojstva i tipovi drveta i ljepila koji se upotrebljavaju u zrakoplovima - očuvanje i održavanje drvene konstrukcije - tipovi pogrešaka u drvenom materijalu i drvenim konstrukcijama - detekcija pogreške u drvenoj konstrukciji - popravak drvene konstrukcije; • tekstilne presvlake <ul style="list-style-type: none"> - značajke, svojstva i tipovi tkanina upotrebljivanih u avionima - metode pregleda za tkanine

		<ul style="list-style-type: none"> - tipovi pogrješaka u tkanini - popravak tekstilnih presvlaka.
Korozija	<p>definirati tvorbe pri galvanskim procesima, mikrobiološkim procesima, opterećenjima</p> <p>prepoznati vrste korozije</p> <p>nabrojiti uzroke korozije</p> <p>klasificirati materijale u odnosu na osjetljivost na koroziju.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • osnove kemije • tvorbe pri galvanskim procesima, mikrobiološkim procesima, opterećenjima • vrste korozije i njihovo prepoznavanje • uzroci korozije • vrste materijala, osjetljivost na koroziju.
Pričvršćivači	<ul style="list-style-type: none"> • prepoznati oblike navoja, dimenzije i tolerancije za standardne navoje upotrijebljene u zrakoplovu • protumačiti mjerenje navoja vijaka • koristiti označivanje vijaka • nabrojiti vrste svornjaka • koristiti označivanje svornjaka • nabrojiti vrste zatika • navesti međunarodne standarde • prepoznati vrste klinova • opisati načine osiguranja spojeva • prepoznati vrste tvrdih i slijepih zakovica • navesti toplinske obradbe. 	<ul style="list-style-type: none"> • navoji vijaka <ul style="list-style-type: none"> - nomenklatura vijaka, oblici navoja, dimenzije i tolerancije za standardne navoje upotrijebljene u zrakoplovu - mjerenje navoja vijaka; • svornjaci, zatici i vijci <ul style="list-style-type: none"> - vrste svornjaka: specifikacija, identifikacija i označivanje svornjaka upotrebljavanih u zrakoplovima - međunarodni standardi - matice: samokočne, sidrene, standardne - strojni vijci: specifikacije zrakoplova - zatici: vrste i uporaba, stavljanje i vađenje zatika - narezni vijci, klinovi; • osiguravajuće naprave • sigurnosne i elastične podloške <ul style="list-style-type: none"> - blokirajuća pločica - rascjepke - krunaste matice - osiguranje žicom - držači za brzo otpuštanje - ključevi, rascjepke, opružni prstenovi; • zakovice za zrakoplove <ul style="list-style-type: none"> - vrste tvrdih i slijepih zakovica: specifikacija i

		identifikacija, toplinska obradba.
Cijevi i cijevne spojke	<ul style="list-style-type: none"> • prepoznati vrste krutih i elastičnih cijevi te njihovih priključaka upotrijebljenih u zrakoplovu • nabrojiti standardne cijevne spojke za zrakoplovnu hidrauliku, gorivo, ulje, cijevi za pneumatske i zračne sustave. 	<ul style="list-style-type: none"> • identifikacija vrsta krutih i elastičnih cijevi te njihovih priključaka upotrijebljenih u zrakoplovu • standardne cijevne spojke za zrakoplovnu hidrauliku, gorivo, ulje, cijevi za pneumatske i zračne sustave.
Opruge	navesti vrste opruga objasniti njihove značajke opisati njihovu primjenu.	<ul style="list-style-type: none"> • vrste opruga, materijali, značajke i primjene.
Ležajevi	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti namjenu ležajeva • nabrojiti vrste ležajeva, njihovu konstrukciju i primjenu • navesti materijale za njihovu izradbu. 	<ul style="list-style-type: none"> • namjena ležajeva, opterećenja, materijal, konstrukcija • vrste ležajeva i njihova primjena.
Prijenos snage	<ul style="list-style-type: none"> • nabrojiti vrste zupčanika • dati primjer njihove uporabe • objasniti prijenosni odnos i podjelu prijenosnika • protumačiti načine uzubljivanja • nabrojiti ostale vrste prijenosa, njihove prednosti, nedostatke i primjenu. 	<ul style="list-style-type: none"> • vrste zupčanika i njihova uporaba • prijenosni odnosi zupčanika • redukcijski i multiplikacijski sustavi zupčanika • pogonjeni i pogonski zupčanici • zupčanik praznoga hoda • načini uzubljivanja • remeni i remenice • lanci i lančanici.
Kontrolna užad	<ul style="list-style-type: none"> • navesti vrste užadi • opisati završne čvorove, zatezače i kompenzacijske naprave • opisati Bowdenovu povlaku • objasniti fleksibilne upravljačke sustave zrakoplova. 	<ul style="list-style-type: none"> • vrste užadi • završni čvorovi, zatezači i kompenzacijske naprave • užnica i komponente užetnih sustava • Bowdenova povlaka • fleksibilni upravljački sustavi zrakoplova.
Električni kabe i konektori	<ul style="list-style-type: none"> • prepoznati vrste kabela • objasniti njihovu konstrukciju i značajke • nabrojiti vrste konektora, pinova, utikača, utičnica • protumačiti razdjelnike struje i napona, spojnice i identifikacijske kodove. 	<ul style="list-style-type: none"> • vrste kabela - konstrukcija i značajke • visokonaponski i koaksijalni kabe • presavijanje • vrste konektora, pinovi, utikači, utičnice, izolatori, razdjelnici struje i napona, spojnice, identifikacijski kodovi.

Metodičke napomene

Za izvođenje nastave ovog predmeta potrebna je učionica opremljena općim nastavnim pomagalicama i specijalizirana učionica, kabinet.

Pri obradbi sadržaja treba izbjegavati samo nabranje činjenica, a više unositi primjere praktične primjene te naročito naglašavati primjenu u zrakoplovnoj tehnici. Posebnu pozornost treba usmjeriti na korištenje priručnika, izvoda iz standarda i kataloga za pojedine materijale. Najčešći oblici rada su frontalni, uz verbalno objašnjavanje i opisivanje, individualni rad na tekstu uz detaljno proučavanje tehničke dokumentacije. Metode u obradbi nastavnih sadržaja su predavanje, razgovor, rasprava, pisanje uz povremeni rad na tekstu.

U nastavi *Elementa strojeva* treba osigurati što viši stupanj zornosti primjenom demonstracijskih metoda. Težište treba dati na funkciju elemenata, tolerancije, ugradnju, crtanje i održavanje elemenata. Numeričke zadatke koristiti radi boljeg shvaćanja izloženih zakonitosti i pojava.

Pri provjeri znanja koristi različite oblike, s naglaskom na pisanu provjeru za koju se koriste testovi identični onima za polaganje ispita za dozvolu za rad zrakoplovnoga tehničara ZIM (B1) prema *PRAVILNIKU O KONTINUIRANOJ PLOVIDBENOSTI ZRAKOPLOVA I AERONAUTIČKIH PROIZVODA, DIJELOVA I UREĐAJA, TE O OVLAŠTENJU ORGANIZACIJA I OSOBLJA UKLJUČENIH U TE POSLOVE (NN, 115/09.)*.

Tijekom školske godine učenici trebaju izraditi dva seminarska rada i dva programa.

Elementi ocjenjivanja: - **UNS**-usvojenost nastavnih sadržaja
- **program.**

Načini ocjenjivanja i ispitivanja usvojenosti nastavnih sadržaja su:

- usmeni
- pisani.

Literatura za učenike:

- Toufar - *Tehnički materijali 1*, Školska knjiga, Zagreb, 1992.
- Pandžić, Pasanović – *Elementi strojeva*, Neodidakta, Zagreb, 2008.

Literatura za nastavnika:

- Toufar – *Tehnički materijali*, Školska knjiga, Zagreb, 1992.
- Hrgović – *Tehnički materijali*, Školska knjiga, Zagreb, 1992.
- Gudelj, Buha – *Elektrotehnički materijali*, Školska knjiga, Zagreb, 2002.
- Hercigonja – *Strojni elementi 1 i 2*, Školska knjiga, Zagreb, 1996
- Pandžić, Pasanović – *Elementi strojeva*, Neodidakta, Zagreb, 2008.
- Ređep, Pavuna, Čelan, Koroman: *Elementi finomehanike*, Školska knjiga, Zagreb, 1998.
- Inženjerski priručnik, Tehnička enciklopedija
- katalogi materijala i standardi

Kadrovski uvjeti:

- dipl. ing. strojarstva
- ing. aerotehnike
- ing. aeronautike
- mag. strojarskog inženjerstva
- mag. brodograđevnog inženjerstva
- mag. zrakoplovnog inženjerstva

**OKVIRNI NASTAVNI PLAN I PROGRAM
(Part 66/B1)**

MODUL 7./Nastavni predmet: PRAKTIČNO ODRŽAVANJE

Razred	1.	2.	3.	4.
Sati tjedno /godišnje	-	4/140 + 80*	7/245 + 80*	10 (8+2) 320 + 32*

*Dio nastavnog modula/predmeta *Praktično održavanje* izvodi se u bloku od 80 (u drugom i trećem razredu), odnosno 32 sata (u četvrtom razredu) u tijeku nastavne godine, i to najkasnije do svršetka 38. tjedna i obvezno se realizira u ugovornim poduzećima iz područja zrakoplovstva.

Napomena: u četvrtom razredu od ukupno 10/320 sati nastave, za teorijsku obradbu nastavnih sadržaja iz PRAKTIČNOG ODRŽAVANJA predviđeno je 2/64 sati s posebnim - detaljnim osvrtom na nastavne cjeline: 7.1, 7.5, 7.16 - 7.20 navedenim u izvedbenom planu i programu rada koji je sastavni dio ukupnog Plana i programa rada predmeta - modula 7. - „Praktično održavanje“.

Razred: drugi (2.) ZIM

Zadatci:

- poznavati moguće opasnosti pri radu sa zrakoplovom
- poznavati i koristiti mjere ZNR-a
- koristiti alat i materijal na siguran i ekonomičan način
- stvoriti obvezu za radom na siguran i savjestan način
- poznavati tvrdo i meko lemljenje
- izraditi tvrdi i meki lemljeni spoj
- pregledati lemljene spojeve.

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Sigurnosne mjere (mjere opreza) – zrakoplov i radionica	<ul style="list-style-type: none"> • razlikovati vrste opasnosti • poznavati mjere ZNR-a • koristiti mjere ZNR-a. 	<ul style="list-style-type: none"> • vidovi sigurnih radnih praksi, uključujući mjere opreza kojih se mora pridržavati pri radu s električnom energijom, plinom, osobito kisikom, uljima i kemikalijama • postupci za uklanjanje koji se moraju poduzeti u slučaju požara ili neke druge nesreće s jednom ili više od tih opasnosti, uključujući poznavanje vatrogasnih sredstava.

Načela rada u radionici (prakse u radionici)	<ul style="list-style-type: none"> • koristiti alat i materijal • primjenjivati standarde. 	<ul style="list-style-type: none"> • briga za alat, kontrola alata, uporaba materijala radionice • dimenzije, dopuštena odstupanja i tolerancije, strukovni standardi • kalibriranje alata i opreme, standardi za kalibraciju.
Alati	<ul style="list-style-type: none"> • razlikovati alate • koristiti alate. 	<ul style="list-style-type: none"> • vrste uobičajenih ručnih alata • vrste uobičajenih električnih alata • rad i uporaba alata za precizno mjerenje.
Inženjerski nacrti, dijagrami i standardi	<ul style="list-style-type: none"> • koristiti nacрте i dijagrame. 	<ul style="list-style-type: none"> • tipovi nacрта i dijagrami, njihovi simboli, dimenzije, tolerancije i projekcije.
Dosjedi i zazori	<ul style="list-style-type: none"> • razlikovati vrste dosjeda i zazora. 	<ul style="list-style-type: none"> • veličine svrdala za rupe za svornjake, vrste dosjeda • uobičajeni sustav dosjeda i zazora.
Rukovanje materijalima	<ul style="list-style-type: none"> • izvesti ocrtavanje lima za savijanje • svladati savijanje i oblikovanje lima. 	<ul style="list-style-type: none"> • označivanje i izračun mjere pri presavijanju limova • obradba lima, uključujući presavijanje i oblikovanje • pregled limarskih radova.
Zavarivanje, tvrdo lemljenje, meko lemljenje, čvrste veze	<ul style="list-style-type: none"> • izvesti zavareni, meko i tvrdo lemljeni spoj • ispitati zavareni, meko i tvrdo lemljeni spoj • izvesti i pregledati čvrsti spoj. 	<ul style="list-style-type: none"> • metode mekog lemljenja • pregled zalemljenih spojeva • metode zavarivanja i tvrdog lemljenja • ispitivanje zavarenih i tvrdo lemljenih spojeva • metode čvrstih veza i pregled spojeva.

Razred: treći (3.) ZIM

Zadatci:

koristiti opremu i alate
koristiti opremu i uređaje za prezentaciju dokumentacije
prepoznavati i odabirati odgovarajuću dokumentaciju
koristiti pravila i standarde
izvoditi montažu i provjeru dijelova sustava na zrakoplovu
procijeniti stanje sustava i uzroke možebitnih oštećenja
provjeriti dijelove sustava i usporediti vrijednosti sa zadanima
koristiti se propisanim tehnikama skladištenja i rukovanja zrakoplovima
prepoznavati tipove pogrješaka i njihova otklanjanja
prepoznavati koroziju i način njezina otklanjanja

koristiti SRM
koristiti programe i tehnike pregleda.

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Alati	<ul style="list-style-type: none"> • poznavati i koristiti opremu i metode podmazivanja • poznavati i koristiti el. opremu za opću provjeru. 	<ul style="list-style-type: none"> • oprema za podmazivanje i metode podmazivanja • rad, funkcija i uporaba električne opreme za opću provjeru.
Inženjerski nacrti, dijagrami i standardi	<ul style="list-style-type: none"> • koristiti opremu za prezentaciju dokumentacije zrakoplova • prepoznavati i koristiti standarde • prepoznavati i koristiti sheme spajanja i dijagrame. 	<ul style="list-style-type: none"> • identificiranje informacija iz naslova • mikrofilm, mikrofiš i računalne prezentacije • <i>Specifikacija 100</i> Američkog udruženja za zračni promet (ATA) • aeronautički i drugi primjenjivi standardi, uključujući ISO, AN, MS, NAS i MIL • sheme spajanja i shematski dijagrami.
Dosjedi i zazori	<ul style="list-style-type: none"> • primjenjivati dokumentaciju i tehnike mjerenja • analizirati podatke • ocijeniti ispravnost analiziranog dijela. 	<ul style="list-style-type: none"> • raspored dosjeda i zazora za zrakoplove i motore • ograničenja savijanja, uvrtnja i habanja • standardne metode za kontrolu osovine, ležajeva i drugih dijelova.
Rukovanje zrakoplovom i skladištenje	<ul style="list-style-type: none"> • poznavati način i mjere ZNR-a pri handlingu • primijeniti postupke pri dizanju zrakoplova • sudjelovati u postupcima skladištenja, dopunjavanja i pražnjenja tekućina, odleđivanja i zaštite protiv zaleđivanja zrakoplova • poznavati rad sa sustavima vanjskih izvora energije • procijeniti opasnosti od utjecaja okruženja na rukovanje i rad sa zrakoplovom. 	<ul style="list-style-type: none"> • taksiranje i vučenje zrakoplova, pripadajuće sigurnosne mjere opreza • dizanje zrakoplova, postavljanje podmetača pod kotače, osiguranje zrakoplova i pripadajuće sigurnosne mjere opreza • metode skladištenja zrakoplova • postupci dopunjavanja /pražnjenja goriva i tekućina • postupci odleđivanja i zaštite protiv zaleđivanja • zemaljski sustavi za opskrbu električnom energijom, opskrbu hidraulike, pneumatike • utjecaji uvjeta okruženja na rukovanje zrakoplovom i rad zrakoplova.
Tehnike rastavljanja, pregleda, popravka i sastavljanja	<ul style="list-style-type: none"> • razlikovati tipove pogrješaka • obavljati vizualne preglede • obavljati čišćenje od 	<ul style="list-style-type: none"> • tipovi pogrješaka i tehnike vizualnog pregleda • čišćenje od korozije,

	<ul style="list-style-type: none"> • korozije i ponovnu zaštitu • koristiti opće metode popravaka • koristiti SRM • sudjelovati u radu s programima za kontrolu. 	<ul style="list-style-type: none"> • provjera i ponovna zaštita metode za opće popravke, <i>Priručnik za strukturalni popravak</i> • programi za kontrolu starenja, zamora i korozije.
--	--	--

Razred: četvrti (4.) ZIM

Zadatci:

- upoznati ispitnu opremu kroz pomoć pri ispitivanju
- svladati rad s kabelima i njihovim spajanjem
- koristiti pravila za montažu kabela i priključaka na zrakoplov
- upoznati načine provjere spajanja i izolacije
- koristiti tehnike spajanja krajeva užadi komandi
- svladati tehnike provjere komandnih užadi
- koristiti tehnike rada s kompozitnim materijalima
- sudjelovati u pripremi dokumentacije, vaganju i balansiranju zrakoplova
- poznavati tehnike defektacije
- poznavati tehnike rastavljanja, sastavljanja i greškolova
- koristiti razne postupke pri održavanju
- upotrebljavati dokumentaciju potrebnu za održavanje.

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Oprema za opću provjeru avionike	<ul style="list-style-type: none"> • prepoznavati opremu za provjeru avionike. 	<ul style="list-style-type: none"> • rad, funkcija i uporaba opreme za opću provjeru avionike.
Električni kabele i priključci	<ul style="list-style-type: none"> • prepoznavati vrste materijala • prepoznavati tehnike spajanja • koristiti alate u izradbi spojeva • koristiti metode provjere • koristiti tehnike zaštite izolacije • postavljati kabele na predviđena mjesta • izolirati spojeve. 	<ul style="list-style-type: none"> • kontinuitet, izolacija, tehnike spajanja i provjere • uporaba alata za spajanje presavijanjem: ručnoga i hidrauličnog • provjera spojeva načinjenih presavijanjem • vađenje i umetanje priključnih pinova • koaksijalni kabele: mjere opreza pri provjeri i montaži • tehnike zaštite instalacija: pletenje kabela, sustav za pletenje kabela, držači kabela, tehnika zaštite čahurama, uključujući omatanje toplinskim stezanjem, omotači.
Težina i balansiranje zrakoplova	<ul style="list-style-type: none"> • koristiti odgovarajuću dokumentaciju. 	<ul style="list-style-type: none"> • težište, izračun ograničenja

		balansiranja: uporaba odgovarajućih dokumenata.
Tehnike rastavljanja, pregleda, popravka i sastavljanja	<ul style="list-style-type: none"> • pomagati pri pregledu nerazarajućim tehnikama • razviti tehniku rastavljanja i ponovnoga sklapanja • odabrati tehniku otkrivanja pogrješka. 	<ul style="list-style-type: none"> • tehnike pregleda bez razaranja, uključujući penetrantne, radiografske metode, metode vrtložne struje, ultrazvučne i boroskopske metode • tehnike rastavljanja i ponovnoga sklapanja • tehnike otkrivanja pogrješka.
Događaji (Occurrence)	<ul style="list-style-type: none"> • pomagati pri pregledima. 	<ul style="list-style-type: none"> • pregledi nakon udara groma i HIRF prodiranja • pregledi nakon izvanrednih događaja kao što su tvrda slijetanja, let kroz turbulentne uvjete.
Postupci održavanja	<ul style="list-style-type: none"> • usporediti tehnike za planiranje održavanja • sudjelovati u postupcima preinaka • koristiti postupke za skladištenje • prepoznavati postupke s dokumentacijom vezane uz uporabu, održavanje i skladištenje zrakoplova i komponenti. 	<ul style="list-style-type: none"> • planiranje održavanja • postupci za preinake • postupci za skladištenje • postupci za izdavanje potvrda/vraćanje u upotrebu • sučelje s upravljanjem zrakoplovom • pregled u okviru održavanja/kontrola kvalitete/potvrda kvalitete • dodatni postupci održavanja • kontrola komponenata s ograničenim vijekom trajanja.

METODE I OBLICI RADA:

Teorijski dio nastave:

Najčešći oblici rada su frontalni, uz verbalno objašnjavanje i opisivanje, individualni rad na tekstu, uz detaljno proučavanje pravnih regulativa i propisa te opće i tehničke dokumentacije zrakoplova. Metode u obradbi nastavnih sadržaja su predavanje, razgovor, rasprava, pisanje, uz povremeni rad na tekstu.

Praktični dio nastave:

Metode rada su verbalna i prakseološka, gdje se prva koristi pri objašnjavanju i pomoći u radu te pri provjeri stupnja svladavanja procesa.

U ovom dijelu nastava se odvija u frontalnom, skupnom i individualnom obliku, ovisno o složenosti i vrsti radova.

ELEMENTI I OBLICI PRAĆENJA I VRJEDNOVANJA UČENIKA:

Teorijski dio nastave:

To su usmeni odgovori i pisani ispiti znanja esejskoga i objektivnog tipa. Učenici mogu dobiti i individualni seminarski rad – referat.

Praktični dio nastave:

Elementi praćenja i vrjednovanja učenika su:

- a) poznavanje i praktična primjena znanja (primjena znanja stečenih u teorijskoj nastavi, vještina rukovanja alatom i uređajima);
- b) kultura rada (zalaganje, savjesnost, točnost, odnos prema radu, imovini i suradnicima, urednost, želja za novim znanjima);

Oblici praćenja su:

- provjera praktičnoga rada (nastavnik u školskoj radionici, a voditelj radionice + nastavnik kad se *Praktično održavanje* izvodi izvan školske radionice);
- redovitost i kakvoća vođenja dnevnika *Praktičnog održavanja*;
- zapažanja o učeniku (kratki opis).

OBVEZE UČENIKA:

Teorijski dio nastave:

Pribor za rad u što ulaze: bilježnica za bilježenje nastavnih sadržaja, kopirani nastavni materijali što su ih pripremili nastavnici, pisaći pribor po izboru.

Praktični dio nastave:

Redovit i točan dolazak na nastavu, nošenje radnih odijela, pridržavanje mjera zaštite na radu, redovito i točno vođenje evidencije izvršenih radova.

MATERIJALNI UVJETI ILI OKRUŽENJE ZA UČENIKE:

Teorijski dio nastave:

Učionica ili kabinet s potrebnim nastavnim pomagalicama: ploča i kreda, grafoskop, računalo i LCD projektor s pristupom internetu, televizor s VHS i DVD uređajima, primjeri letne i tehničke dokumentacije zrakoplova, uređaja, sustava i opreme. Zrakoplovna pravna regulativa ICAO-a, EASA-e, FAA/FAR, CCAA (R.H.). Sheme, plakati, presjeci uređaja, opreme, dijelova konstrukcije, motora, agregata. Više kompleta standardnoga i specijalnog alata.

Praktični dio nastave:

Školska radionica koja uključuje alate, uređaje i opremu za ručnu i strojnu obradbu materijala.

Hangari i radionice Croatia Airlines-a, ZTZ-a, FPZ-a, aeroklubovi i ostale organizacije koje su se sa školom ugovorno obvezale na izvođenje *Praktičnog održavanja*.

KADROVSKI UVJETI:

- ing. aerotehnike
- ing. aeronautike
- bacc. strojarskog inženjerstva
- bacc. zrakoplovnog inženjerstva
- bacc. brodograđevnog inženjerstva.

PREPORUČENA LITERATURA ZA UČENIKE I NASTAVNIKE:

- Komplet stručne literature o održavanju zrakoplovne opreme, sustava i uređaja (Aviation Technical Training Course, Maintenance Publishers Inc 2004.)

- Aircraft maintenance/repair - Kroes/Watkins/Delp (McGraw-Hill/International edition 1993.)
- Aviation Mechanic Handbook - Dale Crane (Aviation Supplies/Academics, Inc. 2006.)
- Airframe/Powerplant mechanics - General handbook (FAA, 1970.)
- Airframe Handbook - (FAA, 1970.)
- Powerplant Handbook - (FAA, 1970.)
- A Pilots Guide to Aircraft And Their Systems - Dale Crane (Aviation Supplies/Academics, Inc. 2002.)
- E. Bazijanac/ B. Galović: *Tehnička eksploatacija i održavanje zrakoplova*, FPZ, 2002.
- tehnička dokumentacija održavanja zrakoplova, uređaja, sustava, motora i opreme različitih modela i proizvođača
- kopirani pisani i digitalni nastavni materijali što su ih pripremili nastavnici - predavači
- stručna zrakoplovna periodična literatura iz područja održavanja zrakoplova (stručni časopisi).

**OKVIRNI NASTAVNI PLAN I PROGRAM
(Part 66/B1)**

MODUL 8./Nastavni predmet OSNOVE AERODINAMIKE

Razred: drugi (2.) ZIM

Sati: 2/ 70; ukupno: 70 sati

Razred	1.	2.	3.	4.
Sati tjedno/godišnje	-	2/70	-	-

Zadatci :

- interpretirati osnovna znanja iz aerodinamike, aerodinamičkog opstrujavanja oko tijela, stvaranja sila te zakonitosti leta aviona
- objasniti i iskazati aerodinamičke sile i momente te njihove koeficijente
- definirati činitelje koji utječu na aerodinamičke sile i momente
- nabrojiti principe i zahtjeve pri konstruiranju zrakoplova
- opisati na koji se način postiže potpuna aerodinamička konstrukcija
- iskazati i prikazati matematičko određivanje veličine aerodinamičkih sila i momenata
- nacrtati konstrukciju zrakoplova i odrediti njegova aerodinamička svojstva.

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaj
Fizika atmosfere	<ul style="list-style-type: none"> • iskazati osnovne definicije • protumačiti parametre • objasniti njihov utjecaj na aerodinamiku. 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Međunarodna standardna atmosfera (International Standard Atmosphere - ISA), primjena u aerodinamici.</i>
Aerodinamika	<ul style="list-style-type: none"> • skicirati i objasniti osnovne zakone strujanja • nacrtati geometrijske i objasniti aerodinamičke značajke zrakoplova • zaključiti važnost zakonitosti • nabrojiti, objasniti i izračunati načine ostvarenja aerodinamičkih sila i njihovih koeficijenata – protumačiti primjenu aerodinamičkih sila • objasniti uvjete leta u kojima dolazi do narušavanja aeroprofila • protumačiti utjecaj leda, snijega i mraza na aeroprofil. 	<ul style="list-style-type: none"> • strujanje zraka oko tijela • granični sloj • laminarno i turbulentno strujanje • slobodno strujanje • relativno zračno strujanje • uzlazno i silazno strujanje • vrtložno strujanje • mirovanje • termini: <ul style="list-style-type: none"> ○ krivina ○ tetiva, srednja aerodinamična tetiva ○ otpor aeroprofila (parazitni), inducirani otpor ○ središte tlaka ○ napadni kut ○ pozitivno i negativno savijanje krila ○ omjer finese ○ oblik krila i odnos vitkosti krila

		<ul style="list-style-type: none"> • potisak, težina, aerodinamična rezultanta • generiranje uzgona i otpora: <ul style="list-style-type: none"> ○ napadni kut ○ koeficijent uzgona ○ koeficijent otpora ○ polarna krivulja ○ gubitak uzgona; • narušavanje aeroprofila, uključujući led, snijeg i mraz.
Teorija leta	<ul style="list-style-type: none"> • iskazati definicije teorije letenja • interpretirati, protumačiti i skicirati zakonitosti • protumačiti usvojene pojmove • razlikovati performanse • objasniti strukturu ograničenja • koristiti usvojene parametre • protumačiti njihovu važnost. 	<ul style="list-style-type: none"> • odnos između uzgona, težine, potiska i otpora • odnos poniranja • jednakomjerno letenje, osobine (performanse) • teorija okretanja • utjecaj faktora opterećenja: gubitak uzgona, krivulja leta i strukturalna ograničenja • povećanje uzgona.
Stabilnost i dinamika leta	<ul style="list-style-type: none"> • usvojiti osnove stabilnosti i dinamike leta. 	<ul style="list-style-type: none"> • uzdužna, bočna i direkcionalna stabilnost (aktivna i pasivna).

Metodičke napomene

Pri izvođenju nastave ovoga modula treba imati na umu da je on osnova za sintetiziranje sadržaja modula koji slijede.

U prezentiranju sadržaja koriste se multimedijaska pomagala, filmovi, videotumačenja, simulacije rad uređaja te stvarni prikaz na modelima uređaja.

Potrebno je inzistirati na svim navedenim očekivanim rezultatima, jer će polaznici ovog modula jednako tako moći usvojiti sadržaje modula koji se nadovezuju i kojih je ovaj modul baza.

Metode i oblici rada

Nastavu je potrebno održavati u specijaliziranoj učionici s dijelovima zrakoplova, određenim pomagalima kao što su: dimni tuneli, zračni tuneli, modeli dijelova zrakoplova, dijelovi zrakoplova. Teorijska objašnjenja treba kombinirati s praktičnim pokazivanjem na maketi zrakoplova. Nastavu treba izvoditi uz maksimalno korištenje nastavnih pomagala. Za teorijska objašnjenja koristiti frontalni oblik rada, a pri pokazivanju konkretnih pojava, procesa, učenike odijeliti u manje skupine od najviše 15 učenika.

Elementi i oblici praćenja i vrjednovanja učenika

Elementi praćenja i vrjednovanja učenika su:

- usvojenost i razumijevanje sadržaja
- primjena znanja.

Oblici provjeravanja su:

- usmeni oblik provjeravanja
- pisani oblik provjeravanja.

Za pisani oblik provjeravanja predviđeni su testovi koji se koriste pri polaganju ispita za dozvolu za rad zrakoplovnoga tehničara ZIM (B1) prema *PRAVILNIKU O KONTINUIRANOJ PLOVIDBENOSTI, ZRAKOPLOVA I AERONAUTIČKIH PROIZVODA, DIJELOVA I UREĐAJA, TE O OVLAŠTENJU ORGANIZACIJA I OSOBLJA UKLJUČENIH U TE POSLOVE (NN, 115/09.)*.

Obveze učenika

- pribor za rad, u što ulaze: bilježnica, olovka, pribor za crtanje, materijali što ih podijele nastavnici
- izradba dva seminarska rada kroz nastavnu godinu
- izradba jednoga prijevoda stručnog teksta iz stručnog časopisa
- izradba domaće zadaće.

Materijalni uvjeti i okruženje za učenike

Za ostvarivanje zadataka programa aerodinamike potrebno je osigurati specijaliziranu učionicu i kabinet za nastavnika.

Specijalizirana učionica potrebna je da bi se mogla izvoditi cjelokupna nastava iz aerodinamike. Oprema specijalizirane učionice mora sadržavati računalo s LCD projektorom, osnovne dijelove zrakoplova na kojima se javljaju aerodinamičke sile i koji imaju utjecaja na ponašanje zrakoplova u letu, dimni tunel, zračni tunel, sheme i računare za trajanje leta i dolet. Osim navedenoga, potrebno je stajalište zrakoplova, gdje će biti klipni i mlazni zrakoplovi za uporabu kao nastavno sredstvo i pomagalo; hangar za istu svrhu i radionica koja će raspolagati zrakoplovima, dijelovima zrakoplova, alatom, strojevima i opremom za održavanje i popravak zrakoplova

Kadrovski uvjeti

- ing. aerotehnike
- ing. aeronautike
- mag. strojarškog inženjerstva
- mag. zrakoplovnog inženjerstva.

Literatura koja se preporučuje za učenike:

Materijali što su ih pripremili predavači

Literatura koja se preporučuje za nastavnike:

- PRICIPLES OF FLIGHT – Oxford aviation training/Jepepeson, Sep. 2002.
- JAA ATPL - Book 13 - Oxford Aviation Jeppesen-Principles Of Flight, Sep. 2004.
- Basic Aerodynamics - Training Materijals Shannon aerospaces 2006.

OKVIRNI NASTAVNI PLAN I PROGRAM
(Part 66/B1)

MODUL 9./Nastavni predmet: LJUDSKI FAKTORI

Razred: treći (3.) ZIM

Sati: 2/70; ukupno:70

Razred	1.	2.	3.	4.
Broj sati tjedno/godišnje	-	-	2/70	-

Zadatci:

- spoznati ljudske značajke i ograničenja
- svladati temeljne pojmove socijalne psihologije
- upoznati temeljne fiziološke promjene tijekom rada
- naučiti fiziološke i psihološke vidove umora
- spoznati važnost odmora, kondicije i zdravlja
- osvijestiti utjecaj fizikalne okoline na radni učinak
- uočiti opasnosti na radnome mjestu i ljudske pogrješke
- znati primijeniti temeljna znanja o komunikaciji, međuljudskim odnosima i timske radu.

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Uvod	<ul style="list-style-type: none"> • usvojiti osnovne pojmove iz opće psihologije • povezati teorijske osnove ljudskih faktora i psihologije • ispitati nezgode uzrokovane ljudskom pogrješkom • upoznati se s teorijom „Murphyjeva“ zakona. 	<ul style="list-style-type: none"> • potreba uzimanja u obzir ljudskih faktora • nezgode koje se mogu pripisati ljudskim faktorima/ljudskim pogrješkom • "Murphyjev" zakon.
Ljudske sposobnosti i ograničenja	<ul style="list-style-type: none"> • usvojiti osnovne pojmove iz područja mišljenja, percepcije i pamćenja • upoznati se s funkcioniranjem osjetila vida i sluha • objasniti fenomen klaustrofobije. 	<ul style="list-style-type: none"> • vid • sluh • obradba informacija • pozornost i opažanje • pamćenje • klaustrofobija i fizički pristup.
Socijalna psihologija	<ul style="list-style-type: none"> • usvojiti osnovne pojmove iz socijalne psihologije • usporediti različite teorije motivacije • koristiti spoznaje iz područja međuljudskih odnosa i dinamike skupine. 	<ul style="list-style-type: none"> • odgovornost: pojedinačna i skupna • motivacija i demotivacija • pritisak suparništva • pitanja "kulture" • timski rad • upravljanje, nadziranje i vodstvo.
Faktori koji utječu na	<ul style="list-style-type: none"> • upoznati ljudske faktore 	<ul style="list-style-type: none"> • kondicija/zdravlje

rezultate	<p>koji utječu na izvedbu rada</p> <ul style="list-style-type: none"> • usporediti preopterećenost i nedovoljnu opterećenost pri radu • prepoznati stres različitih uzroka • objasniti utjecaj umora i opojnih sredstava na radni učinak. 	<ul style="list-style-type: none"> • stres: kod kuće i na poslu • vremenska stiska i krajnji rokovi • opterećenje radom: preopterećenost i nedovoljna opterećenost • spavanje i umor: rad u smjenama • alkohol, lijekovi, zloraba lijekova.
Fizičko okruženje	<ul style="list-style-type: none"> • usvojiti osnovne ergonomske principe • prepoznati utjecaj fizičke okoline u radnom okruženju i svakodnevnom životu. 	<ul style="list-style-type: none"> • buka i isparenja • osvjetljenje • klima i temperatura • kretanje i vibracije • radno okruženje.
Zadatci	<ul style="list-style-type: none"> • upoznati se s osnovnim zakonitostima fizičkoga rada • imenovati i protumačiti faktore prisutne pri rješavanju zadataka. 	<ul style="list-style-type: none"> • fizički rad • zadatci koji se ponavljaju • vizualni pregled • složeni sustavi.
Komunikacija	<ul style="list-style-type: none"> • usvojiti osnovne pojmove iz područja komunikacije • primijeniti vještine komuniciranja • razumjeti vođenje zapisa o radovima. 	<ul style="list-style-type: none"> • komunikacija unutar i između timova • vođenje knjige i dokumentacije o radovima • ažuriranje, aktualnost • prosljeđivanje informacija.
Ljudska pogrješka	<ul style="list-style-type: none"> • usporediti različite modele i teorije pogrješaka • diskutirati implikacije pogrješaka u zadacima održavanja • navesti i prikazati načine izbjegavanja i svladavanja pogrješaka. 	<ul style="list-style-type: none"> • modeli i teorije pogrješaka • vrste pogrješaka u zadacima održavanja • implikacije pogrješaka (tj. nezgoda) • izbjegavanje i svladavanje pogrješaka.
Opasnosti na radnome mjestu	<ul style="list-style-type: none"> • u radu koristiti znanja o izbjegavanju opasnosti • opisati i demonstrirati postupke za žurne slučajeve. 	<ul style="list-style-type: none"> • prepoznavanje i izbjegavanje opasnosti • postupanje u žurnim slučajevima.

Metodičke napomene

Tijekom obradbe sadržaja ovog predmeta teorijska znanja primijeniti na konkretne radne zadaće u području zrakoplovstva i potkrijepiti ih rezultatima najnovijih istraživanja. Potrebno je posebnu pozornost dati međuljudskim odnosima u radnim kolektivima i problemima (ruko)vođenja kao značajan čimbenik radne uspješnosti i zadovoljstva u radu.

Nužno je upoznati nesreće na radu i načine njihova sprječavanja u području zrakoplovstva.

Nastavnim sadržajem i simulacijama omogućiti učenicima bolju komunikaciju sa suradnicima na radnome mjestu.

Materijalni uvjeti

Za nastavu ovog predmeta potrebna je učionica opće namjene opremljena grafoskopom, računalom i projektorom.

OBLICI RADA:

Frontalni, u manjim skupinama, u paru i individualno.

NASTAVNE METODE:

- Verbalna – metoda usmenog izlaganja (tumačenje, opisivanje, objašnjavanje)
 - dijaloška metoda (razgovor, dijalog, rasprava)
- Vizualna – rad na tekstu
 - prozirnica (crtež)
 - videozapis
- Prakseološka – igra uloga.

NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:

- ploča i kreda
- grafoskop i prozirnice
- TV, video i računalni zapisi
- crteži i slike
- stručne knjige i časopisi.

KADROVSKI UVJETI:

- dipl. psiholog
- dipl. pedagog
- mag. psihologije
- mag. pedagogije - nastavnički smjer
- mag. pedagogije - opći/istraživački smjer.

ELEMENTI OCJENJIVANJA UČENIKA:

- usvojenost nastavnoga sadržaja
- kreativna primjena usvojenoga sadržaja
- aktivnost na satu i zalaganje pri izradbi domaćih radova.

NAČINI PROVJERAVANJA ZNANJA:

- usmeno
- pisano.

Pisano se provjeravanje provodi testovima koji se koriste pri polaganju ispita za dozvolu za rad zrakoplovnoga tehničara ZIM (B1) prema *PRAVILNIKU O KONTINUIRANOJ PLOVIDBENOSTI ZRAKOPLOVA I AERONAUTIČKIH PROIZVODA, DIJELOVA I UREĐAJA, TE O OVLAŠTENJU ORGANIZACIJA I OSOBLJA UKLJUČENIH U TE POSLOVE (NN, 115/09.)*.

Pri usmenoj provjeri znanja, osim stupnja poznavanja nastavnoga gradiva, važno je razumijevanje, način iznošenja gradiva (povezivanje, uspoređivanje) i primjena znanja u primjerima vezanima uz nastavno gradivo i zrakoplovstvo (stvarnim ili zamišljenim).

U pisanoj provjeri znanja koriste se zadatci objektivnoga tipa (s mogućnostima višestrukog izbora), zadatci dopunjavanja i odgovora na postavljena pitanja.

OBVEZE UČENIKA:

Od učenika se očekuje da zapisuje nastavno gradivo i pažljivo prati na satu, jer ne postoji udžbenik iz kojega može učiti. Očekuje se i da sudjeluje u radu malih skupina te u razgovorima i raspravama u razredu. Učenik je obavezan izraditi zadane domaće zadaće.

KORELACIJA:

Tijekom nastave učenici će povezivati znanje i iskustvo i iz drugih stručnih predmeta.

LITERATURA ZA NASTAVNIKA:

- M. S. PATANKAR i J. C. TAYLOR: *Applied Human Factors in Aviation Maintenance*, 2004.
- J. T. Reason i Alan Hobbs: *Managing maintenance error: a practical guide*, 2003.
- Z. Vrsalović: *Zrakoplovna psihologija*, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1998.
- Petz: *Psihologija rada*, Školska knjiga, Zagreb, 1987.
- T. Tomeković: *Psihologija rada (kadrovi i rad)*, Hrvatsko psihološko društvo, Zagreb, 1980.
- Šverko: *Psihologija*, Školska knjiga, Zagreb, 1995.
- M. Havelka: *Zdravstvena psihologija*, Medicinski fakultet u Zagrebu, 1994.
- Zarevski: *Psihologija pamćenja i učenja*, Naklada Slap, Zagreb, 1995.
- V. Andrilović i M. Čudina: *Psihologija učenja i nastave*, Školska knjiga, Zagreb, 1988.
- C. Pennington: *Osnove socijalne psihologije*, Naklada Slap, Zagreb, 1997.
- Fanuko: *Sociologija*, Globus, Zagreb, 1998.
- N. N. Šoljan i M. Kovačević: *Kognitivna znanost*, Školske novine, Zagreb, 1991.
- K. K. Reardon: *Interpersonalna komunikacija*, Alineja, Zagreb, 1998.
- Bolf, Erceg, Filipović-Baljak, Jukić i Nemet: *Zaštita na radu*, Pučko otvoreno učilište, Zagreb, 2004.

OKVIRNI NASTAVNI PLAN I PROGRAM
(Part 66/B1)

MODUL 10./Nastavni predmet: ZRAKOPLOVNI PROPISI

Razred: prvi (1.) ZIM

Sati: 1/35; ukupno: 35

Razred:	1.	2.	3.	4.
Sati tjedno/godišnje	1/32	-	-	-

Zadatci:

- objasniti i opisati globalne i nacionalne zrakoplovne propise
- primjenjivati zrakoplovne propise u školovanju i obučavanju za zrakoplovne tehničare smjera B1 i B2
- prepoznati elemente i dijelove zrakoplovnih propisa koji se primjenjuju u pregledima i održavanju zrakoplova
- objasniti programe obuke i školovanja te uvjete organizacije za obučavanje zrakoplovnih tehničara B1 i B2.

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Regulatorna osnova	<ul style="list-style-type: none"> • razumjeti i opisati ustroj i ulogu međunarodnih i nacionalnih zrakoplovnih organizacija • povezivati zahtjeve i norme između Part-ova. 	<ul style="list-style-type: none"> • uloga međunarodne organizacije civilnoga zrakoplovstva (ICAO), • uloga EASA-e, uloga država članica • odnos između Part- a 145,Part- a 66, Part- a 147 i Part- a „M“ • odnos s ostalim zračnim upravama.
Ovlašteno osoblje – održavanje Part 66	<ul style="list-style-type: none"> • opisati, objasniti i primijeniti propise iz područja Part- a 66. 	<ul style="list-style-type: none"> • temeljito razumijevanje Part- a 66.
Odobrena organizacija za održavanje Part 145	<ul style="list-style-type: none"> • opisati, objasniti i primijeniti propise iz područja Part- a 145. 	<ul style="list-style-type: none"> • temeljito razumijevanje Part- a 145.
JAR-OPS KOMERCIJALNI ZRAČNI PRIJEVOZ:	<ul style="list-style-type: none"> • pisati i prepoznati potvrde, dokumente i oznake u zrakoplovu • razumjeti i objasniti odgovornosti operatera. 	<ul style="list-style-type: none"> • potvrde aviooperatera • odgovornosti operatera • dokumenti koji se moraju nositi, plakatiranje u zrakoplovu (oznake).
CERTIFIKACIJA ZRAKOPLOVA	<ul style="list-style-type: none"> • razumjeti i objasniti potvrde i odobrenja tipa zrakoplova • opisati i razumjeti ulogu i namjenu dokumenata u zrakoplovu. 	<ul style="list-style-type: none"> • općenito: <ul style="list-style-type: none"> - pravila izdavanja potvrda EACS 23/25/27/29 - izdavanje potvrde tipa - izdavanje dodatne potvrde tipa - odobrenja organizacije za

		<p>dizajn/proizvodnju prema Part- u 21;</p> <ul style="list-style-type: none"> • dokumenti: <ul style="list-style-type: none"> ○ svjedodžba o plovidbenosti ○ svjedodžba o registraciji ○ potvrda o buci ○ plan težine ○ dozvola i ovlaštenje za radiostanicu.
Part „M“	<ul style="list-style-type: none"> • opisati, objasniti i primijeniti propise iz područja Part- a „M“. 	<ul style="list-style-type: none"> • temeljito razumijevanje Part- a „M“.
PRIMJENJIVI DRŽAVNI I MEĐUNARODNI ZAHTJEVI	<ul style="list-style-type: none"> • razumjeti i objasniti programe i preglede održavanja • objasniti i primjenjivati tehničku dokumentaciju u postupcima pregleda i održavanja • razumjeti i objasniti ETOPS te zahtjeve letenja u posebnim vremenskim uvjetima i minimalne opreme. 	<ul style="list-style-type: none"> • programi održavanja, provjere i pregledi u svrhu održavanja • glavna lista minimalne opreme • lista minimalne opreme • liste odstupanja kod opreme • <i>Naredba o plovidbenosti (airworthiness directive)</i>, • servisni bilteni • servisne informacije proizvođača, preinake i popravke • dokumentacija o održavanju: <ul style="list-style-type: none"> ○ priručnici za održavanje ○ priručnik za strukturalne popravke ○ ilustrirani katalozi dijelova • kontinuirana plovidbenost • probni letovi, ETOPS zahtjevi za održavanje i opremu • letenje u svim vremenskim uvjetima • letenje kategorije 2/3 i zahtjevi za minimalnu opremu.

METODIČKE NAPOMENE:

Osnovnim i detaljnim razumijevanjem pojedinih propisa EASA-e učenici bi trebali lakše svladavati predviđene planove i programe osnovnoga školovanja za B1 i B2 te stjecanje potrebnih dozvola i licencija za rad na održavanju pojedinih tipova zrakoplova. Usvajanjem i razumijevanjem propisa za operatere i organizacije za održavanje te samih zahtjeva za njihovo održavanje i dokumentacije, budući tehničari održavanja trebali bi biti pouzdan i siguran dio sustava eksploatacije i održavanja

komercijalnih zrakoplova u zrakoplovnim organizacijama i kompanijama. Nužno je pratiti i sve promjene, dopune i izmjene relevantnih propisa u kasnijemu profesionalnom radu.

METODE I OBLICI RADA:

Najčešći oblici rada su frontalni, uz verbalno objašnjavanje i opisivanje, individualni rad na tekstu, uz detaljno proučavanje pravnih regulativa i propisa te opće i tehničke dokumentacije zrakoplova. Metode u obradbi nastavnih sadržaja su predavanje, razgovor, rasprava, pisanje uz povremeni rad na tekstu.

ELEMENTI I OBLICI PRAĆENJA I VRJEDNOVANJA UČENIKA:

Oblici praćenja i vrjednovanja su: usmeni odgovori i pisani odgovori – testovi koji se koriste pri polaganju ispita za dozvolu za rad zrakoplovnoga tehničara ZIM (B1) prema *PRAVILNIKU O KONTINUIRANOJ PLOVIDBENOSTI ZRAKOPLOVA I AERONAUTIČKIH PROIZVODA, DIJELOVA I UREĐAJA, TE O OVLAŠTENJU ORGANIZACIJA I OSOBLJA UKLJUČENIH U TE POSLOVE (NN, 115/09.)*.

Učenici mogu dobiti i individualni seminarski rad – referat.

OBVEZE UČENIKA:

Pribor za rad, u što ulaze: bilježnica za bilježenje nastavnih sadržaja, kopirani nastavni materijali što su ih pripremili nastavnici, pišaći pribor po izboru.

MATERIJALNI UVJETI ILI OKRUŽENJE ZA UČENIKE:

Učionica ili kabinet s potrebnim nastavnim pomagalicama: ploča i kreda, grafoskop, računalo i LCD projektor s pristupom internetu, televizor s VHS i DVD uređajima, primjeri letne i tehničke dokumentacije zrakoplova, uređaja, sustava i opreme. Zrakoplovna pravna regulativa ICAO-a, EASA-e, FAA/FAR, CCAA (R.H.).

KADROVSKI UVJETI:

- ing. aerotehnike
- ing. aeronautike
- dipl. pravnik
- mag. prava

PREPORUČENA LITERATURA ZA UČENIKE I NASTAVNIKE:

- *Pravilnik o kontinuiranoj plovidbenosti zrakoplova i aeronautičkih proizvoda, dijelova uređaja, te o ovlaštenju organizacija i osoblja uključenih u te poslove (NN, 69/09.)*
- Part „M“, Part 66, Part 147, Part 145, JAR-OPS
- Uredba komisije (EZ) br. 2042/2003. od 20. 11. 2003. g.
- *Zakon o zračnom prometu (od 5. lipnja 2009.g.)*
- ANEXI ICAO-a (18)
- kopije primjera zrakoplovne letne i tehničke dokumentacije
- primjeri tehničke dokumentacije proizvođača zrakoplova, uređaja, sustava i opreme
- pravna dokumentacija i regulativa EASA
- pravna dokumentacija i regulativa FAA/FAR (U.S.A.)
- pravna zrakoplovna regulativa Republike Hrvatske:

- Agencija za civilno zrakoplovstvo R.H.: www.ccaa.hr
- Narodne novine, broj: 21/92, 132/98, 178/04, 46/07, 65/06, 109/09, 39/09, 124/09, 9/1993, 152/2009,134/09.
- kopirani pisani i digitalni materijali što su ih pripremili predavači

**OKVIRNI NASTAVNI PLAN I PROGRAM
(Part 66/B1)**

Modul11.A/Nastavni predmet: Aerodinamika, strukture i sustavi aviona
Razred: treći (3.) i četvrti (4.) ZIM
Sati: 4/140 , 3/96 ; ukupno: 236 sati

Razred	1.	2.	3.	4.
Sati	-	-	4/140	3/96

Zadatci :

- definirati i objasniti zakonitosti aerodinamike aviona i teorije leta aviona definirati aerodinamiku velikih brzina
- usvojiti osnovne zakonitosti brzoga leta
- objasniti Mach-ov broj
- obrazložiti važnost i način rada pojedinih sustava koji se koriste na avionu
- definirati i objasniti zakonitosti aerodinamike zrakoplova i teorije leta aviona
- opisati i objasniti osnovne principe konstruiranja i dijelove konstrukcije aviona
- opisati i objasniti osnovne principe rada instrumenata i svih njihovih dijelova
- obrazložiti važnost i način rada pojedinih sustava koji se koriste na avionu
- opisati važnost el. energije, proizvodnju i distribuciju te zaštitu u avionu.

Razred: treći (3.) ZIM

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Teorija letenja	<ul style="list-style-type: none"> • iskazati, nabrojiti i protumačiti vrste kontrole aviona oko sve tri osi • definirati i skicirati uređaje • objasniti njihovu važnost i primjenu • nabrojiti efekte i iskazati definicije rada • protumačiti način rada i odrediti smještaj uređaja • objasniti važnost uređaja 	Aerodinamika aviona i komande leta <ul style="list-style-type: none"> • rad i efekti • kontrole po nagibu: krilca (ailerons) i spojleri • kontrole po dubini: kormila visine (elevatora), stabilizatori i nosni aerodinamični profili (<i>canards</i>) s promjenjivim pojavljivanjem • kontrole po smjeru • ograničivači kormila pravca • kontrola korištenjem 'elevona' • 'ruddervatora' • oprema za hiperpotisak (<i>highlift devices</i>) • prorezi (<i>slots</i>) • pretkrilca (<i>slats</i>) • zakrilca (<i>flaps</i>) • krilca-zakrilca (<i>flaperons</i>) • uređaji za induciranje otpora • spojleri • uređaji za slom uzgona

	<ul style="list-style-type: none"> • nabrojiti, objasniti i definirati pojmove vezane uz aerodinamiku velikih brzina. 	<p>(<i>liftdumpers</i>)</p> <ul style="list-style-type: none"> • aerodinamične kočnice • efekti aerodinamičnih pregrada • napadne ivice nazubljenog oblika (<i>saw tooth</i>) • kontroliranje graničnoga sloja • generatori vrtloga • uređaji za slom uzgona ili uređaji na napadnim ivicama krila • rad i efekti: <ul style="list-style-type: none"> ○ trimera, balansnih i antibalansnih (glavnih) trimera ○ servotrimera ○ opružnih trimera ○ protuutega ○ prednapona komandne površine ○ aerodinamičnih balansnih ploča; <p>Brzi let</p> <ul style="list-style-type: none"> • brzina zvuka • dozvučni let • transsonični let • nadzvučni let • Machov broj • kritični Machov broj • oscilacije zbog kompresibilnosti • udarni val • aerodinamično zagrijavanje • područna pravila • čimbenici koji utječu na zračni tok u usisniku motora brzih zrakoplova • utjecaji pozitivne strijele (<i>sweepbacka</i>) na kritični Machov broj.
<p>Strukture konstrukcije zrakoplova</p>	<ul style="list-style-type: none"> • nabrojiti, skicirati i objasniti osnovne pojmove • protumačiti važnost svih zahtjeva • opisati i protumačiti konstruktivne metode • navesti tehnike spajanja strukture i usporediti tehnike spajanja • opisati čišćenje površina • interpretirati metode poravnanja 	<p>(a)</p> <ul style="list-style-type: none"> • zahtjevi plovidbenosti na strukturalnu čvrstoću • strukturalna klasifikacija, primarna, sekundarna, i tercijarna • pojmovi pouzdanosti, sigurnosti, tolerancije pogrješaka • identifikacijski sustav zona i stanica • pritisak • naprezanje • deformacija • kompresija

	<ul style="list-style-type: none"> • provjeravati simetriju konstrukcije zrakoplova. 	<ul style="list-style-type: none"> • smik • uvijanje • napetost • lučno naprezanje • zamor • odredbe o odvodima i ventilaciji • odredbe o instaliranju sustava • odredbe o zaštiti od groma • povezivanje zrakoplova; <p>(b)</p> <ul style="list-style-type: none"> • konstrukcijske metode: <ul style="list-style-type: none"> ○ trup zrakoplova s nosećom oplatom ○ okviri trupa zrakoplova ○ dodatni nosači ○ oplata zrakoplova ○ uzdužni nosači trupa ○ pregrade ○ konstrukcije ○ elementi ojačanja strukture ○ upornji ○ vezni nosači strukture ○ grede ○ strukture poda ○ ojačanje ○ metode oplate ○ zaštita od korozije ○ krila ○ repne površine ○ priključci za motor; • tehnike spajanja strukture: zakovični spojevi, vijčani spojevi, veze • metode zaštite površine: kromiranje, galvanska zaštita, bojenje • čišćenje površine • simetrija konstrukcije zrakoplova: metode za poravnanje i provjere simetrije.
<p>Strukture konstrukcije zrakoplova – avioni</p>	<ul style="list-style-type: none"> • iskazati i objasniti konstrukciju aviona • prikazati dijelove trupa • nabrojiti i iskazati važnost sigurnosnih mehanizama 	<p>- trup (ATA 52/53/56)</p> <ul style="list-style-type: none"> • konstrukcija i tlačno brtvljenje • spojevi krila, stabilizatora, nosača i podvozja • ugradnja sjedala i sustava

	<ul style="list-style-type: none"> • iskazati i objasniti konstrukciju i dijelove krila • iskazati i objasniti konstrukciju i dijelove repnih površina i komandnih površina leta • iskazati i objasniti konstrukciju i dijelove gondola i nosača motora 	<p>za utovar prtljage</p> <ul style="list-style-type: none"> • vrata i izlazi za slučaj opasnosti: konstrukcija, mehanizmi, operativni i sigurnosni mehanizmi • konstrukcija i mehanizmi prozora i vjetrobranskog stakla; <p>– krila (ATA 57)</p> <ul style="list-style-type: none"> • konstrukcija • spremnici goriva • spojevi za podvozje, nosače, kontrolne površine, uzgon/otpor; <p>– stabilizatori (ATA 55)</p> <ul style="list-style-type: none"> • konstrukcija • spoj kontrolne površine; <p>– komandne površine leta (ATA 55/57)</p> <ul style="list-style-type: none"> • konstrukcija i spojevi • balansiranje – masa i aerodinamika; <p>– gondole/nosači (ATA 54)</p> <ul style="list-style-type: none"> • konstrukcija • protupožarne pregrade • nosači motora.
<p>Klimatizacija i izjednačivanje tlaka u kabini (ATA 21)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • nabrojiti i iskazati važnost dovoda zraka • prezentirati dijelove klimatizacije • protumačiti važnost i povezanost rada sustava za izjednačivanje tlaka i njegovu kontrolu • objasniti sigurnosne i upozoravajuće naprave 	<p>– dovod zraka</p> <ul style="list-style-type: none"> • izvori dovoda zraka uključujući i motor, APU i zemaljski uređaj; <p>– klimatizacija</p> <ul style="list-style-type: none"> • sustavi klimatizacije • uređaji za kruženje zraka i pare • sustav razvođenja • sustav za kontrolu protoka, temperature i vlažnosti; <p>– izjednačivanje tlaka u kabini</p> <ul style="list-style-type: none"> • sustavi za izjednačivanje tlaka u kabini • kontrola i indikacija, uključujući kontrolne i sigurnosne ventile • uređaji za kontrolu tlaka u kabini; <p>– sigurnosne i upozoravajuće</p>

		<p>naprave</p> <ul style="list-style-type: none"> • zaštitni i upozoravajući uređaji.
<p>Sustavi instrumenata/avionike</p>	<ul style="list-style-type: none"> • razumjeti osnovne principe rada instrumenata aviona • usvojiti znanja o osnovnim dijelovima sustava za automatsko letenje, komunikacije i navigacije. 	<ul style="list-style-type: none"> - sustavi instrumenata (ATA 31) • pitot-statika: <ul style="list-style-type: none"> ○ visinomjer ○ indikator zračne brzine ○ indikator vertikalne brzine; • žiroskopski: <ul style="list-style-type: none"> ○ umjetni horizont ○ pokazivač položaja komandi ○ pokazivač smjera ○ pokazivač horizontalnog položaja zrakoplova ○ pokazivač skretanja i klizanja ○ koordinator skretanja; • kompas: izravno (direktno) očitavanje, daljinsko očitavanje • indikator napadnoga kuta, sustavi dojave gubitka uzgona • ostali sustavi indikacije u zrakoplovu; - avionika • osnove rasporeda i rada: <ul style="list-style-type: none"> - automatskog letenja (ATA 22) - komunikacije (ATA 23) - sustava navigacije (ATA 34).
<p>Električna energija (ATA 24)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • nabrojiti vrste akumulatora • objasniti konstrukciju svakog akumulatora • navesti načine proizvodnje istosmjerne i izmjenične struje • objasniti rad istosmjernih generatora • opisati konstrukciju istosmjernih generatora • nabrojiti vrste izmjeničnih generatora • opisati rad izmjeničnih generatora • opisati sustave stalne 	<ul style="list-style-type: none"> • montaža i rad akumulatora • proizvodnja istosmjerne struje • proizvodnja izmjenične struje • proizvodnja struje za slučaj opasnosti • regulacija napona • distribucija energije • invertori, transformatori, ispravljači • zaštita strujnih krugova • vanjski/zemaljski izvori napajanja.

	<p>frekvencije</p> <ul style="list-style-type: none"> • protumačiti rad sustava za regulaciju napona i prestrujnu zaštitu • opisati sve načine regulacije napona • objasniti električni sustav jednomotornih i višemotornih zrakoplova • uočiti razliku između pojedinih sustava • protumačiti važnost zaštite i regulacije • nabrojiti i objasniti sustav regulacije • protumačiti važnost zaštite i regulacije. 	
Oprema i unutarnje opremanje (ATA 25)	<ul style="list-style-type: none"> • nabrojiti, opisati i objasniti vrste opreme i načine ugradnje • izdvojiti važnost rasporeda i princip rada opreme i unutrašnje opreme. 	<p>(a)</p> <ul style="list-style-type: none"> • zahtjevi za opremu za slučaj opasnosti • sjedala i pojasevi; <p>(b)</p> <ul style="list-style-type: none"> • raspored kabine • raspored opreme • montaža unutarnje opreme u kabini • oprema za zabavu u kabini • instalacija kuhinje • oprema za rukovanje i držanje tereta • stube.
Zaštita od požara (ATA 26)	<ul style="list-style-type: none"> • nabrojiti i objasniti vrste opreme i načine ugradnje • iskazati važnost rasporeda i princip rada sustava za zaštitu od požara. 	<p>(a)</p> <ul style="list-style-type: none"> • sustavi za detekciju dima i požara te za upozoravanje • sustavi za gašenje požara • provjere sustava; <p>(b)</p> <ul style="list-style-type: none"> • prenosivi aparat za gašenje požara.
Komande leta (ATA 27)	<ul style="list-style-type: none"> • prepoznati, opisati i iskazati svrhu pojedinoga dijela komandi leta • protumačiti stručne izraze • skicirati i objasniti sustav uravnoteženja komandi. 	<ul style="list-style-type: none"> • primarne komande: <ul style="list-style-type: none"> ○ eleroni ○ elevator, ○ kormilo pravca ○ spojler; • kontrola trimanja • aktivna kontrola opterećenja • pprema za hiperpotisak • smanjivanje uzgona, aerodinamične kočnice • upravljanje sustavom: <ul style="list-style-type: none"> ○ ručno ○ hidraulično ○ pneumatsko

		<ul style="list-style-type: none"> ○ električno ○ <i>fly by wire</i>; • umjetni osjećaj opterećenja na komandama leta • prigušivač skretanja • kontrola u odnosu na Machov broj • ograničivač kormila pravca • sustavi ublaživanja bočnih udara vjetra • balansiranje i opremanje • sustav zaštite od gubitka uzgona/upozoravanja.
Sustav goriva (ATA 28)	<ul style="list-style-type: none"> • opisati i iskazati svrhu pojedinih dijelova sustava goriva • opisati i iskazati svrhu spremnika goriva i sustava dovoda goriva • opisati i iskazati svrhu ispuštanja goriva u zraku • povezati ventiliranje i ocjeđivanje goriva • prikazati križno napajanje goriva iz spremnika i transfer goriva • opisati i iskazati svrhu dopunjavanja i pražnjenja goriva • dati primjer uzdužnoga balansiranja sustava za gorivo. 	<ul style="list-style-type: none"> • raspored sustava • spremnici goriva • sustavi dovoda goriva • ispuštanje goriva u zraku • ventiliranje, ocjeđivanje goriva • unakrižno napajanje goriva iz spremnika i transfer goriva • indikacije i upozorenja • dopunjavanje goriva i pražnjenje • uzdužno balansiranje sustava za gorivo.

Razred: četvrti (4.) ZIM

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Hidraulični pogon (ATA 29)	<ul style="list-style-type: none"> • opisati i iskazati svrhu pojedinoga dijela hidrauličnoga sustava • demonstrirati povezanost s drugim sustavima. 	<ul style="list-style-type: none"> • raspored sustava • hidraulične tekućine • hidraulični spremnici i akumulatori • generiranje tlaka: električno, mehaničko, pneumatsko • generiranje tlaka za žurne slučajeve • kontrola tlaka • distribucija snage • sustavi za indikaciju i upozorenje • sučelje s drugim sustavima.

Zaštita od leda i kiše (ATA 30)	<ul style="list-style-type: none"> • opisati i iskazati svrhu pojedinoga dijela sustava za zaštitu od leda • opisati i iskazati svrhu sustava protiv zaleđivanja • opisati i iskazati svrhu zaštite protiv kiše • prikazati načine odstranjivanja kiše • opisati i iskazati svrhu grijanja pitot-cijevi i odvoda sustava brisača. 	<ul style="list-style-type: none"> • formiranje leda • klasifikacija i otkrivanje leda • sustavi protiv zaleđivanja: <ul style="list-style-type: none"> ○ električni ○ s vrućim zrakom ○ kemijski; • sustavi za odleđivanje: <ul style="list-style-type: none"> ○ električni ○ s vrućim zrakom ○ pneumatski i ○ kemijski; • zaštitno sredstvo protiv kiše i odstranjivanje kiše • grijanje Pitotove cijevi i odvoda • sustavi brisača.
Podvozje (ATA 32)	<ul style="list-style-type: none"> • opisati i iskazati svrhu pojedinoga dijela podvozja aviona. 	<ul style="list-style-type: none"> • konstrukcija, ublaživanje udara • sustavi za izvlačenje i uvlačenje podvozja: <ul style="list-style-type: none"> ○ normalno ○ u slučaju opasnosti; • indikacije i upozorenja • kotači • kočnice • sustav protiv blokiranja i autokočenje • gume • upravljanje.
Svjetla (ATA 33)	<ul style="list-style-type: none"> • nabrojiti vrste svjetala • objasniti izvedbu i način rada pojedinih sustava za osvjetljenje • protumačiti važnost svakoga sustava osvjetljenja. 	<ul style="list-style-type: none"> • vanjska: <ul style="list-style-type: none"> ○ navigacijska ○ rotirajuća protiv sudara ○ za slijetanje ○ taksiranje, led; • unutarnja: <ul style="list-style-type: none"> ○ kabina ○ pilotska kabina ○ prostor za prtljagu; • za slučaj opasnosti.
Kisik (ATA 35)	<ul style="list-style-type: none"> • opisati i iskazati svrhu pojedinoga dijela sustava za kisik. 	<ul style="list-style-type: none"> • raspored sustava: pilotska kabina, kabina • izvori, pohranjivanje, punjenje i distribucija • regulacija dovoda • indikacije i upozorenja.
Pneumatika/vakuum (ATA 36)	<ul style="list-style-type: none"> • opisati i iskazati svrhu pojedinoga dijela pneumatskoga sustava. 	<ul style="list-style-type: none"> • raspored sustava • izvori: <ul style="list-style-type: none"> ○ motor/APU ○ kompresori ○ spremnici ○ zemaljski uređaji; • kontrola tlaka • distribucija • indikacije i upozorenja

Voda/otpad (ATA 38)	<ul style="list-style-type: none"> • opisati i iskazati svrhu pojedinoga dijela sustava za vodu i odvod. 	<ul style="list-style-type: none"> • veza s ostalim sustavima. • raspored sustava za vodu, dovod, distribuciju, servisiranje i ispuštanje • raspored sustava zahoda, ispiranje i servisiranje • pitanja vezana uz koroziju.
Ugrađeni sustav održavanja (ATA 45)	<ul style="list-style-type: none"> • opisati i iskazati svrhu pojedinoga dijela ugrađenoga sustava za održavanja. 	<ul style="list-style-type: none"> • centralna računala za održavanje • sustav za unošenje podataka • sustav elektroničke knjižnice • ispis • praćenje konstrukcije (praćenje tolerancije oštećenja).

Metodičke napomene

Usvajanje sadržaja ovoga modula zahtijeva zorne prikaze svih dijelova aviona te prikaz rada dijelova aviona i njegovih sustava. Koriste se multimedijalna sredstva, sheme i simulacije rada te stvarni dijelovi aviona - kao najvjerniji prikaz.

Sva se nastavna sredstva nalaze u kabinetima. Usvajanjem ovoga modula polaznici stvaraju predodžbu o radu pojedinih dijelova zrakoplova i važnost pravilnoga rada svih, pa i najmanjih dijelova sustava aviona.

Metode i oblici rada

Nastavu je potrebno održavati u specijaliziranoj učionici s dijelovima zrakoplova i određenim pomagalicama, kao što su: dimni tuneli, aero-tuneli, modeli dijelova zrakoplova i dijelovi zrakoplova. Teorijska objašnjenja treba kombinirati s praktičnim pokazivanjem na maketi zrakoplova ili dijelovima zrakoplova, koristeći se svim dostupnim audiovizualnim sredstvima i računalnim simulacijama. Nastavu treba izvoditi uz maksimalno korištenje nastavnih pomagala. Za teorijska objašnjenja koristiti frontalni oblik rada, a pri pokazivanju konkretnih pojava, procesa, učenike odijeliti u manje skupine.

Elementi i oblici praćenja i vrjednovanja učenika

Elementi praćenja i vrjednovanja učenika su:

- usvojenost i razumijevanje sadržaja
- primjena znanja.

Oblici provjeravanja su:

- usmeni oblik provjeravanja
- pisani oblik provjeravanja.

Za pisani oblik provjeravanja predviđeni su testovi koji se koriste pri polaganju ispita za dozvolu za zrakoplovnoga tehničara ZIM (B1) prema *PRAVILNIKU O KONTINUIRANOJ*

Obveze učenika

- pribor za rad, u što ulaze: bilježnica, olovka, pribor za crtanje, materijali što su ih podijelili nastavnici
- izradba dva seminarska rada kroz nastavnu godinu
- izradba jednoga prijevoda stručnog teksta iz stručnoga časopisa
- izradba domaće zadaće.

Materijalni uvjeti i okruženje za učenike

Za ostvarivanje zadataka programa aerodinamike potrebno je osigurati specijaliziranu učionicu–kabinet za nastavnika.

Specijalizirana učionica potrebna je da bi se mogla izvoditi cjelokupna nastava modula 11. Specijalizirana učionica mora sadržavati računalo s LCD projektorom i osnovne dijelove aviona. Osim navedenoga, potrebno je: stajalište aviona, gdje će biti klipni i mlazni avion za uporabu - kao nastavno sredstvo i pomagalo; hangar za istu svrhu i radionica koja će raspolagati zrakoplovima, dijelovima zrakoplova, alatom, strojevima i opremom za održavanje i popravak zrakoplova.

Kadrovski uvjeti

- ing. aeronautike
- ing. aerotehnike
- dipl. ing. elektrotehnike, smjer radiokomunikacije za dijelove modula 11, i to 11.14. i 11.16
- mag. elektrotehnike i informacijske tehnologije za dijelove modula 11, i to 11.14. i 11.16

Literatura koja se preporučuje za učenike:

Materijali što su ih pripremili predavači.

Literatura koja se preporučuje za nastavnike:

- Airframe & Powerplant Mechanics AIRFRAME HANDBOOK.pdf
- Jeppesen sanderson training products 2002-2006
- Avionics Fundamentals (Jeppesen Sanderson).pdf
- Jeppesen sanderson training products 2002.-2006.
- Avionic Systems - Operation & Maintenance.pdf
- Jeppesen sanderson training products 2002.-2006.
- Aeroplane Aerodynamics, Structures and Systems.pdf
- Training Materijals Shannon aerospace 2006.
- Tehnička enciklopedija (avionski instrumenti, elektronička navigacija)

- zbog nedostatka literature na hrvatskomu jeziku moguće je koristiti dokumentaciju proizvođača zrakoplovnih instrumenata i inozemna izdanja stručne literature:
 - EMJ. Pallet: *Aircraft instruments*, Pitman, 1981.
 - EMJ. Pallet: *Aircraft instruments/ Integrated systems 8*, Longman, 1995./96.
 - P. Bachmann: *Flugzeuge instrumente (Typen , technik, funktion)*
 - Esimin T.K.: *Aircraft electricity and electronics*, Mc Graw-Hill International edition, 1994.
 - tehnički opis i upute proizvođača zrakoplovnih instrumenata

**OKVIRNI NASTAVNI PLAN I PROGRAM
(Part 66/B1)**

Modul11.B/Nastavni predmet: Aerodinamika, strukture i sustavi aviona

**Razred: treći (3.) i četvrti (4.) ZIM
Sati: 4/140 , 3/96 ; ukupno: 236 sati**

Razred	1.	2.	3.	4.
Sati	-	-	4/140	3/96

Zadatci :

- definirati i objasniti zakonitosti aerodinamike aviona i teorije leta aviona
- definirati aerodinamiku velikih brzina
- usvojiti osnovne zakonitosti brzoga leta
- objasniti Mach-ov broj
- obrazložiti važnost i način rada pojedinih sustava koji se koriste na avionu
- definirati i objasniti zakonitosti aerodinamike aviona i teorije leta aviona
- opisati i objasniti osnovne principe konstruiranja i dijelove konstrukcije aviona
- opisati i objasniti osnovne principe rad instrumenata i svih njihovih dijelova
- obrazložiti važnost i način rada pojedinih sustava koji se koriste na avionu
- opisati važnost el. energije, proizvodnju i distribuciju te zaštitu u avionu.

Razred: treći (3.) ZIM

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Teorija letenja	<ul style="list-style-type: none"> • iskazati, nabrojiti i protumačiti vrste kontrole aviona oko sve tri osi • definirati i skicirati uređaje • objasniti njihovu važnost i primjenu • nabrojiti efekte i iskazati definicije rada • protumačiti način rada i odrediti smještaj uređaja • objasniti važnost uređaja. 	Aerodinamika aviona i komande leta - rad i efekti: <ul style="list-style-type: none"> • kontrole po nagibu: krilca (<i>ailerons</i>) i spojleri • kontrole po dubini: kormila visine (elevatora), stabilizatori i nosni aerodinamični profili (<i>canards</i>) s promjenjivim pojavljivanjem • kontrole po smjeru • ograničivači kormila pravca • kontrola korištenjem 'elevona' • 'ruddervatora' • oprema za hiperpotisak (<i>highlift devices</i>) • prorezi (<i>slots</i>) • pretkrilca (<i>slats</i>) • zakrilca (<i>flaps</i>) • krilca-zakrilca (<i>flaperons</i>) • uređaji za induciranje otpora • spojleri • uređaji za slom uzgona (<i>liftdumpers</i>) • aerodinamične kočnice • efekti aerodinamičnih pregrada • napadne ivice nazubljenog oblika (<i>saw tooth</i>) • kontroliranje graničnoga sloja • generatori vrtloga • uređaji za slom uzgona ili uređaji na napadnim ivicama krila

		<ul style="list-style-type: none"> • rad i efekt: <ul style="list-style-type: none"> ○ trimera, balansnih i antibalansnih (glavnih) trimera ○ servotrimera ○ opružnih trimera ○ protuutega ○ prednapona komandne površine ○ aerodinamičnih balansnih ploča.
<p>Strukture konstrukcije zrakoplova</p>	<ul style="list-style-type: none"> • nabrojiti, skicirati i objasniti osnovne pojmove • protumačiti važnost svih zahtjeva • opisati i protumačiti konstruktivne metode • navesti tehnike spajanja strukture i usporediti tehnike spajanja • opisati čišćenje površina • interpretirati metode poravnanja • provjeravati simetriju konstrukcije zrakoplova. 	<p>(a)</p> <ul style="list-style-type: none"> • zahtjevi plovidbenosti na strukturalnu čvrstoću • strukturalna klasifikacija, primarna, sekundarna, i tercijarna • pojmovi pouzdanosti, sigurnosti, tolerancije pogrešaka • identifikacijski sustav zona i stanica • pritisak • naprezanje • deformacija • kompresija • smik • uvijanje • napetost • lučno naprezanje • zamor • odredbe o odvodima i ventilaciji • odredbe o instaliranju sustava • odredbe o zaštiti od groma • povezivanje zrakoplova; <p>(b)</p> <ul style="list-style-type: none"> • konstrukcijske metode: <ul style="list-style-type: none"> ○ trup zrakoplova s nosećom oplatom ○ okviri trupa zrakoplova ○ dodatni nosači ○ oplata zrakoplova ○ uzdužni nosači trupa ○ pregrade ○ konstrukcije ○ elementi ojačanja strukture

		<ul style="list-style-type: none"> ○ upornji ○ vezni nosači strukture ○ grede ○ strukture poda ○ ojačanje ○ metode oplata ○ zaštita od korozije ○ krila ○ repne površine ○ priključci za motor; • tehnike spajanja strukture: zakovični spojevi, vijčani spojevi, veze • metode zaštite površine: kromiranje, galvanska zaštita, bojenje • čišćenje površine • simetrija konstrukcije zrakoplova: metode za poravnanje i provjere simetrije.
<p>Strukture konstrukcije zrakoplova – avioni</p>	<ul style="list-style-type: none"> • iskazati i objasniti konstrukciju aviona • prikazati dijelove trupa • nabrojiti i iskazati važnost sigurnosnih mehanizama • iskazati i objasniti konstrukciju i dijelove krila • iskazati i objasniti konstrukciju i dijelove repnih površina i komandnih površina leta • iskazati i objasniti konstrukciju i dijelove gondola i nosača motora 	<ul style="list-style-type: none"> - trup (ATA 52/53/56) • konstrukcija i tlačno brtvljenje • spojevi krila, stabilizatora, nosača i podvozja • ugradnja sjedala i sustava za utovar prtljage • vrata i izlazi za slučaj opasnosti: konstrukcija, mehanizmi, operativni i sigurnosni mehanizmi • konstrukcija i mehanizmi prozora i vjetrobranskog stakla; - krila (ATA 57) • konstrukcija • spremnici goriva • spojevi za podvozje, nosače, kontrolne površine, uzgon/otpor; - stabilizatori (ATA 55) • konstrukcija • spoj kontrolne površine; - komandne površine leta (ATA 55/57) • konstrukcija i spojevi • balansiranje – masa i aerodinamika; - gondole/nosači (ATA 54) • konstrukcija

		<ul style="list-style-type: none"> • protupožarne pregrade • nosači motora.
Klimatizacija i izjednačivanje tlaka u kabini (ATA 21)	<ul style="list-style-type: none"> • prezentirati dijelove klimatizacije • protumačiti važnost i povezanost rada sustava za izjednačivanje tlaka i njegovu kontrolu • objasniti sigurnosne i upozoravajuće naprave. 	<ul style="list-style-type: none"> • sustavi za izjednačivanje tlaka i klimatizaciju • uređaji za kontrolu tlaka u kabini, zaštitu i upozoravanje.
Sustavi instrumenata/ avionike	<ul style="list-style-type: none"> • razumjeti osnovne principe rada instrumenata aviona • usvojiti znanja o osnovnim dijelovima sustava za automatsko letenje, komunikacije i navigacije. 	<p>- sustavi instrumenata (ATA 31)</p> <ul style="list-style-type: none"> • pitot-statika: <ul style="list-style-type: none"> ◦ visinomjer ◦ indikator zračne brzine ◦ indikator vertikalne brzine; • žiroskopski: <ul style="list-style-type: none"> ◦ umjetni horizont ◦ pokazivač položaja komandi ◦ pokazivač smjera ◦ pokazivač horizontalnog položaja zrakoplova ◦ pokazivač skretanja i klizanja ◦ koordinator skretanja; • kompas: izravno (direktno) očitavanje, daljinsko očitavanje • indikator napadnoga kuta, sustavi dojave gubitka uzgona • ostali sustavi indikacije u zrakoplovu; <p>- avionika</p> <ul style="list-style-type: none"> • osnove rasporeda i rada: <ul style="list-style-type: none"> ◦ automatskog letenja (ATA 22); ◦ komunikacije (ATA 2 3); ◦ sustava navigacije (ATA 34).
Električna energija (ATA 24)	<ul style="list-style-type: none"> • nabrojiti vrste akumulatora • objasniti konstrukciju svakog akumulatora • navesti načine proizvodnje istosmjerne i izmjenične struje 	<ul style="list-style-type: none"> • montaža i rad akumulatora • proizvodnja istosmjerne struje • proizvodnja izmjenične struje • proizvodnja struje za

	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti rad istosmjernih generatora • opisati konstrukciju istosmjernih generatora • nabrojiti vrste izmjeničnih generatora • opisati rad izmjeničnih generatora • opisati sustave stalne frekvencije • protumačiti rad sustava za regulaciju napona i prestrujnu zaštitu • opisati sve načine regulacije napona • objasniti električni sustav jednomotornih i višemotornih zrakoplova • uočiti razliku između pojedinih sustava • protumačiti važnost zaštite i regulacije • nabrojiti i objasniti sustav regulacije • protumačiti važnost zaštite i regulacije. 	<p>slučaj opasnosti</p> <ul style="list-style-type: none"> • regulacija napona • distribucija energije • invertori, transformatori, ispravljači • zaštita strujnih krugova • vanjski/zemaljski izvori napajanja.
Oprema i unutarnje opremanje (ATA 25)	<ul style="list-style-type: none"> • nabrojiti, opisati i objasniti vrste opreme i načine ugradnje • izdvojiti važnost rasporeda i princip rada opreme i unutrašnje opreme. 	<p>(a)</p> <ul style="list-style-type: none"> • zahtjevi za opremu za slučaj opasnosti • sjedala i pojasevi; <p>(b)</p> <ul style="list-style-type: none"> • raspored kabine • raspored opreme • montaža unutarnje opreme u kabini • oprema za zabavu u kabini • instalacija kuhinje • oprema za rukovanje i držanje tereta • stube.
Zaštita od požara (ATA 26)	<ul style="list-style-type: none"> • nabrojiti i objasniti vrste opreme i načine ugradnje • iskazati važnost rasporeda i princip rada sustava za zaštitu od požara. 	<p>(a)</p> <ul style="list-style-type: none"> • sustavi za detekciju dima i požara te za upozoravanje • sustavi za gašenje požara • provjere sustava; <p>(b)</p> <ul style="list-style-type: none"> • prenosivi aparat za gašenje požara.
Komande leta (ATA 27)	<ul style="list-style-type: none"> • prepoznati, opisati i iskazati svrhu pojedinoga dijela komandi leta • protumačiti stručne izraze 	<ul style="list-style-type: none"> • primarne komande: <ul style="list-style-type: none"> ○ eleroni ○ elevator ○ kormilo pravca ○ spojler; • kontrola trimanja

	<ul style="list-style-type: none"> • skicirati i objasniti sustav uravnoteženja komandi. 	<ul style="list-style-type: none"> • aktivna kontrola opterećenja • oprema za hiperpotisak • smanjivanje uzgona, aerodinamične kočnice • upravljanje sustavom: <ul style="list-style-type: none"> ○ ručno ○ hidraulično ○ pneumatsko ○ električno ○ <i>fly by wire</i>; • umjetni osjećaj opterećenja na komandama leta • prigušivač skretanja • kontrola u odnosu na Machov broj • ograničivač kormila pravca • sustavi ublaživanja bočnih udara vjetra • balansiranje i opremanje • sustav zaštite od gubitka uzgona/upozoravanja.
Sustav goriva (ATA 28)	<ul style="list-style-type: none"> • opisati i iskazati svrhu pojedinih dijelova sustava goriva • opisati i iskazati svrhu spremnika goriva i sustava dovoda goriva • prikazati unakrižno napajanje goriva iz spremnika i transfer goriva • opisati i iskazati svrhu dopunjavanja i pražnjenja goriva. 	<ul style="list-style-type: none"> • raspored sustava • spremnici goriva • sustavi dovoda goriva • unakrižno napajanje goriva iz spremnika i transfer goriva • indikacije i upozorenja • dopunjavanje goriva i pražnjenje.

Razred: četvrti (4.) ZIM

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Hidraulični pogon (ATA 29)	<ul style="list-style-type: none"> • opisati i iskazati svrhu pojedinoga dijela hidrauličnoga sustava. 	<ul style="list-style-type: none"> • raspored sustava • hidraulične tekućine • hidraulični spremnici i akumulatori • generiranje tlaka: električno, mehaničko • kontrola tlaka • distribucija snage • sustavi za indikaciju i upozorenje.
Zaštita od leda i kiše (ATA 30)	<ul style="list-style-type: none"> • opisati i iskazati svrhu 	<ul style="list-style-type: none"> • formiranje leda • klasifikacija i otkrivanje

	<p>pojedinih dijela sustava za zaštitu od leda</p> <ul style="list-style-type: none"> • opisati i iskazati svrhu sustava protiv zaleđivanja • opisati i iskazati svrhu zaštite protiv kiše • prikazati načine odstranjivanja kiše • opisati i iskazati svrhu grijanja Pitotove cijevi i odvoda sustava brisača. 	<p>leda</p> <ul style="list-style-type: none"> • sustavi za odleđivanje: <ul style="list-style-type: none"> ○ električni ○ s vrućim zrakom ○ pneumatski i ○ kemijski; • grijanje Pitotove cijevi i odvoda • sustavi brisača.
Podvozje (ATA 32)	<ul style="list-style-type: none"> • opisati i iskazati svrhu pojedinoga dijela podvozja aviona 	<ul style="list-style-type: none"> • konstrukcija, ublaživanje udara • sustavi za izvlačenje i uvlačenje podvozja: <ul style="list-style-type: none"> ○ normalno ○ u slučaju opasnosti; • indikacije i upozorenja • kotači • kočnice • sustav protiv blokiranja i autokočenje • gume • upravljanje.
Svjetla (ATA 33)	<ul style="list-style-type: none"> • nabrojiti vrste svjetala • objasniti izvedbu i način rada pojedinih sustava za osvjetljenje • protumačiti važnost svakoga sustava osvjetljenja. 	<ul style="list-style-type: none"> • vanjska: <ul style="list-style-type: none"> ○ navigacijska ○ rotirajuća protiv sudara ○ za slijetanje, ○ taksiranje, led; • unutarnja: <ul style="list-style-type: none"> ○ kabina ○ pilotska kabina ○ prostor za prtljagu; • za slučaj opasnosti.
Kisik (ATA 35)	<ul style="list-style-type: none"> • opisati i iskazati svrhu pojedinoga dijela sustava za kisik. 	<ul style="list-style-type: none"> • raspored sustava: pilotska kabina, kabina • izvori, pohranjivanje, punjenje i distribucija • regulacija dovoda • indikacije i upozorenja.
Pneumatika/vakuum (ATA 36)	<ul style="list-style-type: none"> • opisati i iskazati svrhu pojedinoga dijela pneumatskoga sustava. 	<ul style="list-style-type: none"> • raspored sustava • izvori: <ul style="list-style-type: none"> ○ motor/APU ○ kompresori ○ spremnici ○ zemaljski uređaji; • kontrola tlaka • distribucija • indikacije i upozorenja

Voda/otpad (ATA 38)	<ul style="list-style-type: none"> opisati i iskazati svrhu pojedinoga dijela sustava za vodu i odvod. 	<ul style="list-style-type: none"> veza s ostalim sustavima. raspored sustava za vodu, dovod, distribucija, servisiranje i ispuštanje raspored sustava zahoda, ispiranje i servisiranje pitanja vezana uz koroziju.
----------------------------	---	---

Metodičke napomene

Nastavni sadržaji modula 11A i 11B obrađuju se kroz nastavni predmet AERODINAMIKA, STRUKTURE I SUSTAVI AVIONA i to tijekom trećega razreda četiri sata tjedno te tijekom četvrtoga razreda tri sata tjedno. Predmetom su obuhvaćeni sljedeći sadržaji: *Aerodinamika aviona i komande leta, Brzi let, Strukture konstrukcije zrakoplova - opći pojmovi, Strukture konstrukcije zrakoplova - avioni, Gondole/nosači, Klimatizacija i izjednačivanje tlaka u kabini, Sustavi instrumenata/avionike, Električna energija, Oprema i unutarnje opremanje, Zaštita od požara, Komande leta, Sustav goriva, Hidraulični pogon, Zaštita od leda i kiše, Podvozje, Svjetla, Kisik, Pneumatika/vakuum, Voda/otpad i Ugrađeni sustav održavanja.*

Usvajanje sadržaja ovog modula zahtijeva zorne prikaze svih dijelova aviona te prikaz rad dijelova aviona i njegovih sustava. Koriste se multimedijalna sredstva, sheme i simulacije rada te stvarni dijelovi aviona - kao najvjerniji prikaz.

Sva se nastavna sredstva nalaze u kabinetima. Usvajanjem ovoga modula polaznici stvaraju predodžbu o radu pojedinih dijelova i važnosti pravilnoga rada svih, pa i najmanjih dijelova sustava aviona.

Metode i oblici rada

Nastavu je potrebno održavati u specijaliziranoj učionici s dijelovima zrakoplova, određenim pomagalicama kao što su: dimni tuneli, aerotuneli, modeli dijelova zrakoplova te dijelovi zrakoplova. Teorijska objašnjenja treba kombinirati s praktičnim pokazivanjem na maketi zrakoplova ili dijelovima zrakoplova i koristeći se svim dostupnim audiovizualnim sredstvima i računalnim simulacijama. Nastavu treba izvoditi uz maksimalno korištenje nastavnih pomagala. Za teorijska objašnjenja koristiti frontalni oblik rada, a pri pokazivanju konkretnih pojava, procesa, učenike odijeliti u manje skupine.

Elementi i oblici praćenja i vrjednovanja učenika

Elementi praćenja i vrjednovanja učenika su:

- usvojenost i razumijevanje sadržaja
- primjena znanja.

Oblici provjeravanja su:

- usmeni oblik provjeravanja
- pisani oblik provjeravanja.

Za pisani oblik provjeravanja predviđeni su testovi koji se koriste pri polaganju ispita za dozvolu za rad zrakoplovnoga tehničara ZIM (B1) prema *PRAVILNIKU O KONTINUIRANOJ PLOVIDBENOSTI ZRAKOPLOVA I AERONAUTIČKIH PROIZVODA, DIJELOVA I UREĐAJA, TE O OVLAŠTENJU ORGANIZACIJA I OSOBLJA UKLJUČENIH U TE POSLOVE (NN, 115/09.)*.

Obveze učenika

- pribor za rad u što ulaze: bilježnica, olovka, pribor za crtanje, materijali što su ih podijelili nastavnici
- izradba dva seminarska rada kroz nastavnu godinu
- izradba jednog prijevoda stručnoga teksta iz stručnoga časopisa
- izradba domaće zadaće.

Materijalni uvjeti i okruženje za učenike

Za ostvarivanje zadataka programa aerodinamike potrebno je osigurati specijaliziranu učionicu – kabinet za nastavnika.

Specijalizirana učionica potrebna je da bi se mogla izvoditi cjelokupna nastava modula 11. Specijalizirana učionica mora sadržavati računalo s LCD projektorom i osnovne dijelove aviona. Osim navedenoga, potrebno je: stajalište aviona, gdje će biti klipni i mlazni avion za uporabu - kao nastavno sredstvo i pomagalo; hangar za istu svrhu i radionica koja će raspolagati zrakoplovima, dijelovima aviona, alatom, strojevima i opremom za održavanje i popravak zrakoplova.

Kadrovski uvjeti

- ing. aeronautike
- ing. aerotehnike
- dipl. ing. elektrotehnike, smjer radiokomunikacije za dijelove modula 11, i to 11.14. i 11.16
- mag. elektrotehnike i informacijske tehnologije za dijelove modula 11, i to 11.14. i 11.16

Literatura koja se preporučuje za učenike:

Materijali što su ih pripremili predavači.

Literatura koja se preporučuje za nastavnike:

- Airframe & Powerplant Mechanics AIRFRAME HANDBOOK.pdf
- Jeppesen sanderson training products 2002.-2006.
- Avionics Fundamentals (Jeppesen Sanderson).pdf
- Jeppesen sanderson training products 2002.-2006.
- Avionic Systems - Operation & Maintenance.pdf
- Jeppesen sanderson training products 2002.-2006.
- Aeroplane Aerodynamics, Structures and Systems.pdf
- Training Materijals Shannon aerospace 2006.
- Tehnička enciklopedija (avionski instrumenti, elektronička navigacija).

Zbog nedostatka literature na hrvatskomu jeziku moguće je koristiti dokumentaciju proizvođača zrakoplovnih instrumenata i inozemna izdanja stručne literature :

- EMJ. Pallet: *Aircraft instruments*, Pitman, 1981.
- EMJ. Pallet: *Aircraft instruments/ Integrated systems 8*, Longman, 1995./96.
- P. Bachmann: *Flugzeuge instrumente (Typen , technik, funktion)*
- Esimin T.K.: *Aircraft electricity and electronics*, 1994., Mc Graw-Hill International edition
- tehnički opis i upute proizvođača zrakoplovnih instrumenata.

OKVIRNI NASTAVNI PLAN I PROGRAM
(Part 66/B1)

MODUL 12./Nastavni predmet: Aerodinamika, strukture i sustavi helikoptera

Razred: treći (3.) ZIM, četvrti(4.) ZIM
Sati: 2/70 i 1/32; ukupno: 102

Razred	1.	2.	3.	4.
Sati tjedno /godišnje	-	-	2/70	1/32

Zadatci :

- definirati teoriju letenja i tumačiti principe aerodinamike rotirajućega krila
- nabrojiti i protumačiti rad sustava upravljanja helikopterom u letu
- opisati i objasniti osnovne principe konstruiranja i dijelove konstrukcije helikoptera

- opisati i objasniti osnovne principe rada instrumenata i svih njihovih dijelova
- obrazložiti važnost i način rada pojedinih sustava koji se koriste na helikopteru
- opisati važnost el. energije, način proizvodnje i distribucije te prezentirati načine zaštite u helikopteru
- definirati i tumačiti praćenje krakova i analizu vibracija te prijenos snage
- nabrojiti i opisati načine rada sustava i instrumenata helikoptera.

Razred: treći (3.) ZIM

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Teorija letenja Aerodinamika rotirajućega krila	<ul style="list-style-type: none"> • iskazati i tumačiti termine • objasniti principe aerodinamike rotirajućega krila • protumačiti žiroskopski utjecaj. 	<ul style="list-style-type: none"> • terminologija • efekti žiroskopske precesije • reakcija obrtnoga momenta i kontrola pravca • asimetrija uzgona • gubitak uzgona na kraku rotora • tendencija translacije i njezina korekcija • Koriolisov efekt i kompenzacija • polje sila, snaga motora, korak kraka • autorotacija • zemaljski utjecaj.
Sustav upravljanja helikopterom u letu	<ul style="list-style-type: none"> • prezentirati komande helikoptera u letu • objasniti i prepoznati dijelove sustava i način rada • iskazati način balansiranja i način uporabe opreme za balans. 	<ul style="list-style-type: none"> • ciklička kontrola (promjena koraka) • kolektivna kontrola (promjena koraka) • njihajuća ploča • kontrola pravca: <ul style="list-style-type: none"> ○ kontrola anti-obrtnog momenta ○ repni rotor ○ puštanje zraka; • glava glavnoga rotora: konstrukcija i radne značajke • ublaživači krakova: funkcija i konstrukcija • krakovi rotora: konstrukcija i način učvršćenja krakova glavnoga i repnog rotora • kontrola trimanja: fiksni i fleksibilni stabilizatori • način rada sustava: ručni, hidraulični, električni i <i>fly by wire</i> • umjetni osjećaj opterećenja • balansiranje i opremanje.
Praćenje krakova i	<ul style="list-style-type: none"> • rastumačiti pojmove 	<ul style="list-style-type: none"> • poravnanje rotora

analiza vibracija	<ul style="list-style-type: none"> • analizirati vibracije. 	<ul style="list-style-type: none"> • praćenje glavnoga i repnog rotora • statičko i dinamičko balansiranje • vrste vibracija, načini reduciranja vibracija • rezonancija tla.
Prijenos snage	<ul style="list-style-type: none"> • definirati mjenjače kutije i spojke • pokazati važnost mjenjače kutije i spojke 	<ul style="list-style-type: none"> • mjenjači kutije glavnoga i repnog rotora • spojke, elementi sa slobodnim okretanjem i kočnice rotora.
Struktura zmaja	<ul style="list-style-type: none"> • nabrojiti klasifikacije i zahtjeve plovidbenosti • povezati identifikacijski sustav zona i stanica • nabrojiti odredbe i konstrukcijske metode • prezentirati konstrukcijske metode • objasniti metode zaštite i čišćenja te poravnanja i provjere simetrije. 	<ul style="list-style-type: none"> • zahtjevi plovidbenosti na strukturalnu čvrstoću • strukturalna klasifikacija, primarna, sekundarna i tercijarna • pojmovi pouzdanosti, sigurnosti, tolerancije pogrešaka • identifikacijski sustav zona i stanica • pritisak, naprezanje, deformacija, kompresija, smik, uvijanje, napetost, lučno naprezanje, zamor • odredbe o odvodima i ventilaciji • odredbe o instaliranju sustava • odredbe o zaštiti od groma • konstrukcijske metode: <ul style="list-style-type: none"> ○ trup zrakoplova s nosećom oplatom ○ okviri trupa zrakoplova ○ dodatni nosači ○ oplata zrakoplova ○ uzdužni nosači trupa, pregrade, konstrukcije ○ elementi ojačanja strukture ○ upornji ○ vezovi, nosači strukture, grede, strukture poda, ojačanje ○ metode oplata, zaštita od korozije; • spojevi nosača, stabilizatora i podvozja • ugradnja sjedala • vrata: konstrukcija, mehanizmi, operativni i

		<p>sigurnosni mehanizmi</p> <ul style="list-style-type: none"> • konstrukcija prozora i vjetrobranskoga stakla • spremnici goriva • protupožarne pregrade • nosači motora • tehnike spajanja strukture: zakovični spojevi, vijčani spojevi, veze • metode zaštite površine, kao što su kromiranje, galvanska zaštita, bojenje • čišćenje površine • simetrija konstrukcije zrakoplova: metode za poravnanje i provjere simetrije.
Klimatizacija (ATA 21)	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti sustav dovoda zraka • navesti izvore dovoda zraka, uključujući i odzračivanje motora i zemaljski uređaj • protumačiti važnost zaštite i klimatizacije. 	<p>- dovod zraka</p> <ul style="list-style-type: none"> • izvori dovoda zraka, uključujući i odzračivanje motora i zemaljski uređaj; <p>- klimatizacija</p> <ul style="list-style-type: none"> • sustavi klimatizacije • sustavi razvođenja • sustav za kontrolu protoka i temperature • zaštitni i upozoravajući uređaji.
Sustavi instrumenata/ avionike	<ul style="list-style-type: none"> • razumjeti osnovne principe rada instrumenata helikoptera • usvojiti znanja o osnovnim dijelovima sustava za automatsko letenje, komunikacije i navigacije na helikopteru. 	<p>sustavi instrumenata (ATA 31)</p> <ul style="list-style-type: none"> • pitot-statika: <ul style="list-style-type: none"> ○ visinomjer ○ indikator zračne brzine ○ indikator vertikalne brzine; • žiroskopski: <ul style="list-style-type: none"> ○ umjetni horizont ○ pokazivač položaja komandi ○ pokazivač smjera ○ pokazivač horizontalnoga položaja zrakoplova ○ pokazivač skretanja i klizanja ○ koordinator skretanja; • kompas: izravno (direktno) očitavanje, daljinsko očitavanje

		<ul style="list-style-type: none"> • sustavi za indikaciju vibracija – HUMS • ostali sustavi indikacije u zrakoplovu; – avionički sustavi • osnove rasporeda i rada: <ul style="list-style-type: none"> ◦ automatskog letenja (ATA 22) ◦ komunikacije (ATA 23) ◦ sustava navigacije (ATA 34).
Električna energija (ATA 24)	<ul style="list-style-type: none"> • nabrojiti vrste akumulatora • objasniti konstrukciju svakog akumulatora • nabrojiti načine proizvodnje izmjenične struje • objasniti rad istosmjernih generatora • opisati konstrukciju istosmjernih generatora • nabrojiti vrste izmjeničnih generatora • opisati rad izmjeničnih generatora • objasniti sustave stalne frekvencije • nabrojiti sustave za regulaciju napona i prestrujnu zaštitu • opisati načine regulacije napona • objasniti električni sustav jednomotornih i višemotornih helikoptera • uočiti razliku između pojedinih sustava • protumačiti važnost zaštite i regulacije. 	<ul style="list-style-type: none"> • montaža i rad akumulatora • proizvodnja istosmjerne struje, proizvodnja izmjenične struje • proizvodnja struje za slučaj opasnosti • regulacija napona • zaštita strujnih krugova • distribucija energije • invertori, transformatori, ispravljači • vanjski/zemaljski izvori napajanja.
Oprema i unutarnje opremanje (ATA 25)	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti opremanje opremom za slučaj opasnosti • protumačiti važnost zaštite • demonstrirati montažu unutarnje opreme u kabini. 	<ul style="list-style-type: none"> • zahtjevi za opremu za slučaj opasnosti • sjedala i pojasevi • sustavi za podizanje • sustavi plutanja za slučaj opasnosti • raspored kabine, držanje tereta • raspored opreme • montaža unutarnje opreme u kabini.
Zaštita od požara (ATA 26)	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti sustav za detekciju dima, požara i za upozoravanje • protumačiti važnost zaštite sustava za 	<ul style="list-style-type: none"> • sustavi za detekciju dima i požara te za upozoravanje • sustavi za gašenje požara

	gašenje požara <ul style="list-style-type: none"> • prikazati provjere sustava. 	<ul style="list-style-type: none"> • provjere sustava.
Sustav goriva (ATA 28)	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti raspored sustava za gorivo • protumačiti važnost zaštite • komentirati dopunjavanje i pražnjenje goriva. 	<ul style="list-style-type: none"> • raspored sustava • spremnici goriva • sustavi dovoda goriva • ispuštanje goriva u zraku • ventiliranje, ocjeđivanje goriva • unakrižno napajanje goriva iz spremnika i transfer goriva • indikacije i upozorenja • dopunjavanje goriva i pražnjenje.

Razred: četvrti (4.) ZIM (B1)

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Hidraulični pogon (ATA 29)	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti raspored sustava • protumačiti važnost zaštite sustava za indikaciju i upozorenje • prikazati veze s drugim sustavima. 	<ul style="list-style-type: none"> • raspored sustava • hidraulične tekućine • hidraulični spremnici i akumulatori • generiranje tlaka: električno, mehaničko, pneumatsko • generiranje tlaka za žurne slučajeve • kontrola tlaka • distribucija snage • sustavi za indikaciju i upozorenje • veza s drugim sustavima.
Zaštita od leda i kiše (ATA 30)	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti sustav zaštite od leda • protumačiti važnost zaštite • demonstrirati uporabu zaštitnoga sredstva protiv kiše • ukazati na važnost grijanja Pitotove cijevi i odvoda. 	<ul style="list-style-type: none"> • formiranje leda, klasifikacija leda i otkrivanje leda • sustavi protiv zaleđivanja i za odleđivanje: električni, s vrućim zrakom i kemijski • zaštitno sredstvo protiv kiše i odstranjivanje kiše • demontaža uređaja za zaštitu od leda i kiše • grijanje Pitotove cijevi i odvoda.
Podvozje (ATA 32)	<ul style="list-style-type: none"> • iskazati osnovno o glavnim dijelovima podvozja • opisati upravljanje podvozjem. 	<ul style="list-style-type: none"> • konstrukcija, amortiziranje • sustavi za izvlačenje i uvlačenje podvozja: normalno i u slučaju opasnosti • indikacije i upozorenje • kotači, gume, kočnice

		<ul style="list-style-type: none"> • upravljanje • skije, plovci.
Svjetla (ATA 33)	<ul style="list-style-type: none"> • nabrojiti vrste svjetla • objasniti izvedbu i način rada pojedinih sustava osvjetljenja • protumačiti važnost zaštite. 	<ul style="list-style-type: none"> • vanjska: navigacijska, za slijetanje, taksiranje, led • unutarnja: kabina, pilotska kabina, prostor za prtljagu • za slučaj opasnosti.
Pneumatika/vakuum (ATA 36)	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti raspored sustava • protumačiti važnost zaštite, indikacije i upozorenja • protumačiti veze s ostalim sustavima. 	<ul style="list-style-type: none"> • raspored sustava • izvori: motor, kompresori, spremnici, opskrba na zemlji • kontrola tlaka • distribucija • indikacije i upozorenja • veza s ostalim sustavima.

Metodičke napomene

Usvajanjem sadržaja ovoga modula polaznici moraju biti upoznati na zoran način sa svim dijelovima helikoptera. Koristiti multimedijška pomagala i sredstva, simulacije i videozapise, sheme i modele koji se nalaze u kabinetu. Samo na taj način mogu organizirati i primijeniti usvojeno znanje.

Usvajanje sadržaja ovoga modula zahtijeva zorne prikaze svih dijelova helikoptera te prikaz rad dijelova helikoptera i njegovih sustava. Koriste se multimedijalna sredstva, sheme i simulacije rada te stvarni dijelovi helikoptera - kao najvjerniji prikaz.

Sva se sredstva nalaze u kabinetima. Usvajanjem ovoga modula polaznici stvaraju predodžbu o radu pojedinih dijelova i važnosti pravilnoga rada svih, pa i najmanjih dijelova sustava helikoptera.

Metode i oblici rada

Nastavu je potrebno održavati u specijaliziranoj učionici s dijelovima zrakoplova, određenim pomagalima kao što su: dimni tuneli, aerotuneli, modeli dijelova zrakoplova, dijelova zrakoplova. Teorijska objašnjenja treba kombinirati s praktičnim pokazivanjem na maketi zrakoplova ili dijelovima zrakoplova te koristeći se svim dostupnim audiovizualnim sredstvima i računalnim simulacijama. Nastavu treba izvoditi uz maksimalno korištenje nastavnih pomagala. Za teorijska objašnjenja koristiti frontalni oblik rada, a pri pokazivanju konkretnih pojava, procesa, učenike odijeliti u manje skupine.

Elementi i oblici praćenja i vrjednovanja učenika

Elementi praćenja i vrjednovanja učenika su:

- usvojenost i razumijevanje sadržaja
- primjena znanja.

Oblici provjeravanja su:

- usmeni oblik provjeravanja
- pisani oblik provjeravanja.

Za pisani oblik provjeravanja predviđeni su testovi koji se koriste pri polaganju ispita za dozvolu za rad zrakoplovnoga tehničara ZIM (B1) prema *PRAVILNIKU O KONTINUIRANOJ PLOVIDBENOSTI, ZRAKOPLOVA I AERONAUTIČKIH PROIZVODA, DIJELOVA I UREĐAJA, TE O OVLAŠTENJU ORGANIZACIJA I OSOBLJA UKLJUČENIH U TE POSLOVE* (NN, 115/09.).

Obveze učenika

- pribor za rad, u što ulaze: bilježnica, olovka, pribor za crtanje, materijali što ih podijele nastavnici
- izradba dva seminarska rada kroz nastavnu godinu
- izradba jednog prijevoda stručnoga teksta iz stručnoga časopisa
- izradba domaće zadaće.

Materijalni uvjeti i okruženje za učenike

Za ostvarivanje zadataka programa aerodinamike potrebno je osigurati specijaliziranu učionicu – kabinet za nastavnika.

Specijalizirana učionica potrebna je da bi se mogla izvoditi cjelokupna nastava modula 12. Specijalizirana učionica mora sadržavati računalo s LCD projektorom i osnovne dijelove helikoptera. Osim navedenoga, potrebno je: stajalište zrakoplova, gdje će biti klipni i mlazni helikopter za uporabu - kao nastavno sredstvo i pomagalo; hangar za istu svrhu i radionica koja će raspolagati helikopterima, dijelovima helikoptera, alatom, strojevima i opremom za održavanje i popravak zrakoplova.

Kadrovski uvjeti

- ing. aeronautike
- ing. aerotehnike
- dipl. ing. elektrotehnike, smjer radiokomunikacije za dijelove modula 12, i to 12.8. i 12.15.
- mag. elektrotehnike i informacijske tehnologije za dijelove modula 12, i to 12.8. i 12.15.

Literatura koja se preporučuje za učenike:

Materijali što su ih pripremili predavači.

Literatura koja se preporučuje za nastavnike:

- Helikopters aerodinamics, structure and systems - Basic training maintenance materijal 2005.
- Airframe & Powerplant Mechanics AIRFRAME HANDBOOK.pdf
- Jeppesen sanderson training products 2002.-2006.
- Airframe and systems of Helikopter – Oxford aviation training/Jepepeson Jan. 2002.
- Tehnička enciklopedija (avionski instrumenti, elektronička navigacija).

Zbog nedostatka literature na hrvatskomu jeziku moguće je koristiti dokumentaciju proizvođača zrakoplovnih instrumenata i inozemna izdanja stručne literature :

- EMJ. Pallet: *Aircraft instruments*, Pitman, 1981.
- EMJ. Pallet: *Aircraft instruments/ Integrated systems 8*, Longman, 1995./96.
- P. Bachmann: *Flugzeuge instrumente (Typen , technik, funktion)*
- Esimin T.K.: *Aircraft electricity and electronics*, Mc Graw-Hill International edition, 1994.

- tehnički opis i upute proizvođača zrakoplovnih instrumenata.

OKVIRNI NASTAVNI PLAN I PROGRAM
(Part 66/B1)

MODUL 15./Nastavni predmet: MOTORI S PLINSKOM TURBINOM

Razred: treći (3.) ZIM, četvrti (4.) ZIM

Sati: 2/70 i 2/64; ukupno: 134

Razred	1.	2.	3.	4.
Sati tjedno/godišnje	-	-	2/70	2/64

Zadatci :

- naučiti osnovne principe rada zrakoplovnih mlaznih motora
- shvatiti ulogu konstrukcijskih elemenata zrakoplovnih mlaznih motora
- usvojiti upute za pravilno održavanje i rukovanje zrakoplovnim motorima
- osposobiti za održavanje i popravak pogonskih sustava u zrakoplovnim organizacijama

- definirati, razlikovati i tumačiti značajke motora s plinskom turbinom
- nabrojiti sustave motora i objasniti principe rada
- razlikovati turboprop i turboosovinske motore
- opisati postupke montaže pogonskoga sustava
- objasniti sustav za zaštitu od požara
- pratiti parametre rada motora
- skladištiti i konzervirati motore.

Razred: treći (3.) ZIM

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Osnove reaktivnoga pogona	<ul style="list-style-type: none"> • razlikovati vrste energije • objasniti veze između pojmova • razlikovati načine rada turbomotora. 	<ul style="list-style-type: none"> • potencijalna energija, kinetička energija, Newtonovi zakoni kretanja, Braytonov ciklus • veza između sile, rada, snage, energije, brzine, ubrzanja • strukturni sklop i rad turboblaznih, turboventilatorskih, turboosovinskih, turboprop motora.
Značajke motora	<ul style="list-style-type: none"> • nabrojiti i objasniti osnovne značajke motora • opisati vrste potisaka i usporediti ih. 	<ul style="list-style-type: none"> • nominalna snaga motora, statični potisak, utjecaj brzine, visine i toploga podneblja, 'suha snaga' (<i>flat rating</i>), ograničenja • efikasnost motora • stupanj dvostrujnosti i stupanj porasta tlaka u motoru • tlak, temperatura i brzina protoka plina • bruto-potisak, neto-potisak, potisak prigušene mlaznice, distribucija potiska, rezultirajući potisak, potisak konjske snage, njemu odgovarajuća konjska snaga na osovini, specifična potrošnja goriva.
Ulaz	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti važnost zaštite od leda • definirati efekte ulaznih konfiguracija. 	<ul style="list-style-type: none"> • zaštita od leda • efekti raznih ulaznih konfiguracija • ulazni kanali kompresora.
Kompresori	<ul style="list-style-type: none"> • nabrojiti vrste i opisati način rada kompresora • objasniti metode kontrole toka zraka • iskazati nazive na hrvatskomu i engleskomu jeziku. 	<ul style="list-style-type: none"> • aksijalni i centrifugalni tipovi • strukturna svojstva i principi rada i primjene • balansiranje ventilatora • rad • uzroci i posljedice

		<p>odvajanja strujnica od lopatica kompresora (<i>stallinga</i>) i 'pumpanja' kompresora</p> <ul style="list-style-type: none"> • metode kontroliranja toka zraka: odzračni ventili, sprovodne lopatice s promjenivim ulazom (<i>variable inlet guide vanes</i>), varijabile lopatice statora (<i>variable stator vanes</i>), rotirajuće lopatice statora • omjer kompresora.
Sekcija za izgaranje	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti svojstva i princip rada sekcije za izgaranje. 	<ul style="list-style-type: none"> • strukturna svojstva i principi rada.
Turbinska sekcija	<ul style="list-style-type: none"> • tumačiti rad i značajke različitih tipova lopatica turbine • iskazati uzroke i posljedice naprezanja. 	<ul style="list-style-type: none"> • rad i značajke različitih tipova lopatica turbine • uzroci i posljedice naprezanja i pomaka (<i>stress & creep</i>) lopatica turbine • lopatice sprovodnog aparata • spajanje lopatica s diskom.
Ispuh	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti strukturu i princip rad • reverseri potiska. 	<ul style="list-style-type: none"> • strukturna svojstva i principi rada • reverseri potiska • smanjenje buke motora • mlaznice konvergentne, divergentne i promjenjive površine.
Ležajevi i brtve	<ul style="list-style-type: none"> • razlikovati i objasniti strukturu i princip rada. 	<ul style="list-style-type: none"> • strukturna svojstva i principi rada.
Maziva i goriva	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti svojstva i specifikacije • prikazati sigurnosne mjere. 	<ul style="list-style-type: none"> • svojstva i specifikacije • sigurnosne mjere opreza • dodatci gorivu.
Sustavi podmazivanja	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti rad/raspored i komponente sustava. 	<ul style="list-style-type: none"> • rad/raspored i komponente sustava.
Sustavi dovoda goriva	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti raspored i komponente sustava • tumačiti kontrolu rada motora. 	<ul style="list-style-type: none"> • raspored i komponente sustava • kontrola rada motora i sustavi za miješanje goriva i zraka, uključujući elektronsku kontrolu motora (FADEC).
Zračni sustavi	<ul style="list-style-type: none"> • prezentirati način rada sustava. 	<ul style="list-style-type: none"> • rad sustava raspodjele zraka u motoru i sustava kontrole odležavanja (<i>anti-ice</i>), uključujući unutrašnji rashladni sustav, brtvljenje i vanjske operacije vezane uz zrak (<i>air services</i>).

Razred: četvrti (4.) ZIM (B1)

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Sustavi za pokretanje i paljenje	<ul style="list-style-type: none"> prikazati način rada sustava za pokretanje motora i njegovih komponenti. 	<ul style="list-style-type: none"> uvjeti sigurnosti pri održavanju rad sustava za pokretanje motora i njegovih komponenti sustavi i komponente za paljenje.
Sustavi za indikacije motora	<ul style="list-style-type: none"> razumjeti osnovne principe rada i očitane podatke sustava za indikaciju motora s plinskom turbinom iskazati pojmove na hrvatskomu i engleskomu jeziku. 	<ul style="list-style-type: none"> sustavi za temperaturu ispušnih plinova/temperaturu međufaza turbina indikacija potiska motora: omjer tlaka motora (EPR), sustavi mjerenja izlaznoga tlaka turbine motora ili tlaka mlaznika (<i>jet pipe</i>) snaga tlak i protok goriva brzina motora mjerenje i indikacija vibracije obrotni moment tlak i temperatura ulja.
Sustav za povećanje snage	<ul style="list-style-type: none"> tumačiti način rada sustava za dodatno izgaranje. 	<ul style="list-style-type: none"> sustavi za dodatno izgaranje rad i primjene injektiranje vode, smjesa voda-metanol.
Turboprop motori	<ul style="list-style-type: none"> opisati vrste turbina s plinskom vezom objasniti važnost zaštite od prekoračenja broja okretaja. 	<ul style="list-style-type: none"> turbina s plinskom vezom/ slobodna turbina i turbina sa zupčastom vezom zaštita od prekoračenja broja okretaja integrirana kontrola motora i elise reduktori.
Turboosovinski motori	<ul style="list-style-type: none"> opisati pogonske sustave. 	<ul style="list-style-type: none"> rasporedi, pogonski sustavi, reduktori, spojke, kontrolni sustavi.
Pomoćni uređaji za napajanje (APU)	<ul style="list-style-type: none"> objasniti svrhu uređaja i način rada sustava zaštite. 	<ul style="list-style-type: none"> svrha, rad, sustavi zaštite.
Montaža pogonske grupe	<ul style="list-style-type: none"> opisati montažu pogonskoga sustava. 	<ul style="list-style-type: none"> izvedba protupožarnih stijenki, obloga motora, akustičnih panela, okova motora, antivibracijskih okova, crijeva, cijevi, dovoda, konektora, ožičenja, kontrolnih kabela i poluga, okova za

		dizanje, ispusnih otvora.
Sustavi za zaštitu od požara	<ul style="list-style-type: none"> objasniti način rada sustava za detekciju i gašenje požara 	<ul style="list-style-type: none"> rad sustava za detekciju i gašenje požara
Praćenje parametara motora i rad na zemlji	<ul style="list-style-type: none"> prepoznati i tumačiti vrste oštećenja udarom stranoga tijela u motor pregledati postupak praćenja rada motora (uključujući analizu ulja, vibracije i pregled boroskopom) prikazati izlaznu snagu i ostale parametare motora. 	<ul style="list-style-type: none"> oštećenje udarom stranoga tijela u motor pranje/čišćenje kompresora pregled motora i komponenata prema kriterijima, tolerancijama i podacima koje je specificirao proizvođač motora postupci za startanje i probu motora na zemlji tumačenje izlazne snage i ostalih parametara motora praćenje rada motora (uključujući analizu ulja, vibracije i pregled boroskopom).
Skladištenje i konzerviranje motora	<ul style="list-style-type: none"> opisati načine konzerviranja i de-konzerviranja motora i motornih komponenata i sustava. 	<ul style="list-style-type: none"> konzerviranje i de-konzerviranje motora i motornih komponenata i sustava.

Metodičke napomene

Veoma je bitna zornost u usvajanju sadržaj ovoga modula da bi polaznici uočili međusobnu povezanost sustava ovih motora i važnost besprijekornoga rada njegovih dijelova. Pri radu koristiti videozapise simulacije rada, modele i presjeke motora koji se nalaze u kabinetima.

Teorijska objašnjenja gradiva treba kombinirati s opisom konstrukcije i principom rada konkretnog uređaja ili sustava na zrakoplovnome motoru. Pri opisu konstrukcije i objašnjenju principa rada pojedinih elemenata zrakoplovnih motora, učenike podijeliti u manje skupine zbog veće zornosti i kvalitetnijeg usvajanja izlaganja predavača.

Teorijska objašnjenja u nastavi stalno treba povezivati s praktičnim rješenjima na pogonskim sustavima zrakoplova. U nastavi koristiti sva didaktička sredstva, pojedine dijelove zrakoplovnih motora, zrakoplovne motore u presjeku, a radi što veće očiglednosti u nastavnomu procesu. Realizaciju demonstracije zapažanja, probe i zaustavljanja motora na zemlji izvesti diobom učenika u manje skupine te uz pomoć voditelja praktičnog održavanja i demonstratora.

Metode i oblici rada

Nastavu je potrebno održavati u specijaliziranoj učionici. Teorijska objašnjenja treba kombinirati s praktičnim pokazivanjem na maketi mlaznoga motora ili dijelovima mlaznoga motora i koristeći se svim dostupnim audiovizualnim sredstvima i računalnim simulacijama. Nastavu treba izvoditi uz maksimalno korištenje nastavnih pomagala. Za

teorijska objašnjenja koristiti frontalni oblik rada, a pri pokazivanju konkretnih pojava, procesa, učenike odijeliti u manje skupine.

Elementi i oblici praćenja i vrjednovanja učenika

Elementi praćenja i vrjednovanja učenika su:

- usvojenost i razumijevanje sadržaja
- primjena znanja.

Oblici provjeravanja su:

- usmeni oblik provjeravanja
- pisani oblik provjeravanja.

Za pisani oblik provjeravanja predviđeni su testovi koji se koriste pri polaganju ispita za dozvolu za rad zrakoplovnoga tehničara ZIM (B1) prema *PRAVILNIKU O KONTINUIRANOJ PLOVIDBENOSTI ZRAKOPLOVA I AERONAUTIČKIH PROIZVOĐA, DIJELOVA I UREĐAJA, TE O OVLAŠTENJU ORGANIZACIJA I OSOBLJA UKLJUČENIH U TE POSLOVE (NN, 115/09.)*.

Obveze učenika

- pribor za rad, u što ulaze: bilježnica, olovka, pribor za crtanje, materijali što ih podijele nastavnici
- izradba dva seminarska rada kroz nastavnu godinu
- izradba jednog prijevoda stručnoga teksta iz stručnoga časopisa
- izradba domaće zadaće.

Materijalni uvjeti i okruženje za učenike

Za ostvarivanje zadataka programa aerodinamike potrebno je osigurati specijaliziranu učionicu – kabinet za nastavnika.

Specijalizirana učionica potrebna je da bi se mogla izvoditi cjelokupna nastava modula 15. Specijalizirana učionica mora sadržavati računalo s LCD projektorom i osnovne dijelove aviona. Uz navedeno, potrebno je: stajalište aviona, gdje će biti klipni i mlazni zrakoplov za uporabu - kao nastavno sredstvo i pomagalo; hangar za istu svrhu i radionica koja će raspolagati avionima, dijelovima aviona, alatom, strojevima i opremom za održavanje i popravak zrakoplova.

Kadrovski uvjeti

- ing. aeronautike
- ing. aerotehnike
- dipl. ing. elektrotehnike, smjer radiokomunikacije
- mag. elektrotehnike i informacijske tehnologije.

Literatura koja se preporučuje za učenike:

Materijali što su ih pripremili predavači.

Literatura koja se preporučuje za nastavnike:

- Airframe & Powerplant Mechanics POWERPLANT HANDBOOK.pdf
- Jeppesen sanderson training products 2002.-2006.
- A&P TECHNICIAN POWERPLANT.pdf
- Jeppesen sanderson training products 2002.-2006.

- Gas Turbine Engines.pdf
- Training Materijals Shannon aerospace
- JAA ATPL BOOK 04 - Oxford Aviation Jeppesen - Powerplant.pdf
- Jeppesen sanderson training products 2002.-2006.
- Tehnička enciklopedija (avionski instrumenti, elektronička navigacija).

Zbog nedostatka literature na hrvatskomu jeziku moguće je koristiti dokumentaciju proizvođača zrakoplovnih instrumenata i inozemna izdanja stručne literature :

- EMJ. Pallet: *Aircraft instruments*, Pitman, 1981.
- EMJ. Pallet: *Aircraft instruments/ Integrated systems 8*, Longman, 1995./96.
- P. Bachmann: *Flugzeuge instrumente (Typen , technik, funktion)*
- Esimin T.K.: *Aircraft electricity and electronics*, Mc Graw-Hill International edition, 1994.
- tehnički opis i upute proizvođača zrakoplovnih instrumenata.

OKVIRNI NASTAVNI PLAN I PROGRAM **(Part 66/B1)**

MODUL 16./Nastavni predmet: KLIPNI MOTORI

Sati: 2/70 i 1/32; ukupno: 102

Razred	1.	2.	3.	4.
Sati tjedno/godišnje	-	-	2/70	1/32

Zadaci :

- naučiti osnovne principe rada zrakoplovnih klipnih motora
- shvatiti ulogu konstrukcijskih elemenata zrakoplovnih klipnih motora
- usvojiti upute za pravilno održavanje i rukovanje zrakoplovnim motorima
- osposobiti za održavanje i popravak pogonskih sustava u zrakoplovnim organizacijama
- definirati, razlikovati i tumačiti značajke zrakoplovnih klipnih motora
- nabrojiti sustave motora i objasniti principe rada
- razlikovati zrakoplovne klipne motore

- opisati postupke montaže pogonskoga sustava
- objasniti sustav za zaštitu od požara
- pratiti parametre rada motora
- skladištiti i konzervirati motore.

Razred: treći (3.) ZIM

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Uvod	<ul style="list-style-type: none"> • opisati konfiguraciju i redoslijed paljenja. 	<ul style="list-style-type: none"> • konfiguracija motora i redoslijed paljenja • radna zapremina i kompresijski omjer • mehanički, toplinski i volumetrički učinci • radni principi – 2-taktni, 4-taktni, Otto i Diesellovi motori.
Performanse motora	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti parametre • analizirati proračune i izmjere. 	<ul style="list-style-type: none"> • smjesa/osiromašenje goriva, pretpaljenje • faktori koji utječu na snagu motora • proračun i izmjeri snage.
Konstrukcija motora	<ul style="list-style-type: none"> • razlikovati dijelove motora • objasniti način rada motora. 	<ul style="list-style-type: none"> • reduktor propelera • mehanizmi ventila • klipnjače, usisne i ispušne grane • kućište motora, radilica, bregasta osovinu, korita motora • sklop pogona agregata • sklopovi klipova i cilindra.
Sustavi goriva motora	<ul style="list-style-type: none"> • opisati raspored i komponente sustava goriva motora • opisati rad motora i vrste kontrole • opisati rad rasplinjača. 	<ul style="list-style-type: none"> - rasplinjači • vrste, konstrukcija i principi rada • zaleđivanje i grijanje; - sustavi za ubrizgavanje goriva • vrste, konstrukcija i principi rada; - elektronska kontrola motora • rad kontrole motora • sustavi miješanja goriva (uključujući elektronsku kontrolu motora FADAC).
Sustavi za startanje i paljenje	<ul style="list-style-type: none"> • opisati načine rada sustava • prikazati vrste sustava za paljenje. 	<ul style="list-style-type: none"> • niskonaponski i visokonaponski sustavi • ožičenje visokoga napona, svjećice • sustav za startanje, sustavi za predgrijanje • vrste, konstrukcija i

		principi rada magneta.
Indukcijski, ispušni i rashladni sustavi	<ul style="list-style-type: none"> • opisati načine rada ovih sustava. 	<ul style="list-style-type: none"> • konstrukcija i rad: indukcijskih sustava i alternativnih zračnih sustava • ispušni i rashladni sustavi – zračni i vodeni.
Tlačno punjenje/ turbo punjenje	<ul style="list-style-type: none"> • opisati način rada sustava • prikazati razlike u radu sustava. 	<ul style="list-style-type: none"> • sustavi zaštite • kontrolni sustavi • terminologija sustava • principi i svrha tlačnoga punjenja i utjecaj na parametre motora • konstrukcija i način rada tlačnih/turbo sustava.
Maziva i goriva	<ul style="list-style-type: none"> • definirati sigurnosne mjere • objasniti svojstva i dodatke gorivu. 	<ul style="list-style-type: none"> • sigurnosne mjere opreza • svojstva i specifikacije dodatci gorivu.

Razred: četvrti (4.) ZIM

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Sustavi podmazivanja	<ul style="list-style-type: none"> • opisati i tumačiti rad/raspored i komponente sustava podmazivanja. 	<ul style="list-style-type: none"> • rad/raspored i komponente sustava podmazivanja.
Sustavi za indikacije motora	<ul style="list-style-type: none"> • obrazložiti utjecaj tlaka i ostalih komponenti sustava • prikazati važnost temperature. 	<ul style="list-style-type: none"> • tlak u ispušnoj grani • tlak i protok goriva • temperatura ispušnih plinova • tlak i temperatura ulja • temperatura rashladnoga sredstva • brzina motora • temperatura glave cilindra.
Montaža pogonske grupe	<ul style="list-style-type: none"> • definirati raspored dijelova pogonskoga sustava. 	<ul style="list-style-type: none"> • izvedba: <ul style="list-style-type: none"> ○ protupožarnih stjenka ○ obloga motora ○ akustičnih panela ○ okova motora ○ antivibracijskih

		<ul style="list-style-type: none"> okova <ul style="list-style-type: none"> o crijeva, cijevi, dovoda, konektora, ožičenja, kontrolnih kabela i poluga o okova za dizanje o ispusnih otvora.
Praćenje parametara motora i rad na zemlji	<ul style="list-style-type: none"> • opisati redoslijed pregleda motora • obrazložiti važnost procedure pregleda. 	<ul style="list-style-type: none"> • pregled motora i komponenti prema kriterijima, tolerancijama i podacima što ih je specificirao proizvođač motora • tumačenje izlazne snage i ostalih parametara motora • postupci za startanje i probu motora na zemlji.
Skladištenje i konzerviranje motora	<ul style="list-style-type: none"> • opisati načine skladištenja i konzerviranja motora. 	<ul style="list-style-type: none"> • konzerviranje i de-konzerviranje motora i motornih komponenti i sustava.

Metodičke napomene

Pri izučavanju je najvažnije uočiti međusobnu povezanost sustava motora i važnost besprijekornoga rada njegovih dijelova. U nastavi treba koristiti videozapise simulacije rada, modele i presjeke motora.

Teorijska objašnjenja gradiva treba kombinirati s opisom konstrukcije i principom rada konkretnog uređaja ili sustava na zrakoplovnome motoru. Pri opisu konstrukcije i objašnjenju principa rada pojedinih elemenata zrakoplovnih motora treba koristiti metodu demonstriranja.

Teorijska objašnjenja u nastavi stalno treba povezivati s praktičnim rješenjima na pogonskim sustavima zrakoplova. U nastavi koristiti dijelove zrakoplovnih motora i zrakoplovne motore u presjeku. Demonstriranje zapuštanja, probe i zaustavljanja motora na zemlji izvesti uz pomoć voditelja praktičnog održavanja.

Metode i oblici rada

Najčešći oblici rada su frontalni i demonstriranja, a koriste se još i rad u paru, rad u skupinama te kombinirani oblici rada.

Metode u obradbi nastavnih sadržaja su izlaganje, razgovor, rasprava.

Elementi i oblici praćenja i vrjednovanja učenika

Elementi praćenja i vrjednovanja učenika su:

- usvojenost i razumijevanje sadržaja
- primjena znanja.

Oblici provjeravanja su:

- usmeni oblik provjeravanja
- pisani oblik provjeravanja.

Za pisani oblik provjeravanja predviđeni su testovi koji se koriste pri polaganju ispita za dozvolu za rad zrakoplovnoga tehničara ZIM (B1) prema *PRAVILNIKU O KONTINUIRANOJ PLOVIDBENOSTI, ZRAKOPLOVA I AERONAUTIČKIH PROIZVODA, DIJELOVA I UREĐAJA, TE O OVLAŠTENJU ORGANIZACIJA I OSOBLJA UKLJUČENIH U TE POSLOVE* (NN, 115/09.).

Obveze učenika

- pribor za rad, u što ulaze: bilježnica, olovka, pribor za crtanje, materijali što su ih podijelili nastavnici
- izradba dva seminarska rada kroz nastavnu godinu
- izradba jednog prijevoda stručnoga teksta iz stručnoga časopisa
- izradba domaće zadaće.

Materijalni uvjeti i okruženje za učenike

Za ostvarivanje zadataka programa aerodinamike potrebno je osigurati specijaliziranu učionicu koja mora sadržavati računalo s LCD projektorom i primjerenim računalnim programima, osnovne dijelove zrakoplova, stajalište zrakoplova na kojem se nalazi maketa klipnoga i mlaznoga aviona te modeli elisa.

Kadrovski uvjeti

- ing. aeronautike
- ing. aerotehnike
- dipl. ing. elektrotehnike, smjer radiokomunikacije
- mag. elektrotehnike i informacijske tehnologije.

Literatura koja se preporučuje za učenike:

Materijali što su ih pripremili predavači.

Literatura koja se preporučuje za nastavnike:

- Airframe & Powerplant Mechanics POWERPLANT HANDBOOK.pdf
- Jeppesen sanderson training products 2002.-2006.
- A&P TECHNICIAN POWERPLANT.pdf
- Jeppesen sanderson training products 2002.-2006.
- Piston Engines.pdf
- Training Materijals Shannon aerospace
- JAA ATPL BOOK 04 - Oxford Aviation Jeppesen - Powerplant.pdf
- Jeppesen sanderson training products 2002.-2006.
- Tehnička enciklopedija (avionski instrumenti, elektronička navigacija).

Zbog nedostatka literature na hrvatskomu jeziku moguće je koristiti dokumentaciju proizvođača zrakoplovnih instrumenata i inozemna izdanja stručne literature :

- EMJ. Pallet: *Aircraft instruments*, Pitman, 1981.
- EMJ. Pallet: *Aircraft instruments/ Integrated systems 8*, Longman, 1995./96.
- P. Bachmann: *Flugzeuge instrumente (Typen , technik, funktion)*
- Esimin T.K.: *Aircraft electricity and electronics*, Mc Graw-Hill International edition, 1994.
- tehnički opis i upute proizvođača zrakoplovnih instrumenata.

OKVIRNI NASTAVNI PLAN I PROGRAM
(Part 66/B1)

MODUL 17./Nastavni predmet: ELISA

Razred: drugi (2.) ZIM

Sati: 1/35; ukupno: 35

Razred	1.	2.	3.	4.
Sati tjedno/godišnje	-	1/35	-	-

Zadatci :

- objasniti teoriju krakova i vrste sila
- nabrojiti vrste elisa
- definirati i opisati konstrukciju elisa
- navesti i obrazložiti kontrolu koraka elise
- obrazložiti važnost sinkronizacije i zaštite elise od zaleđivanja
- opisati način održavanja elise te njezino skladištenje i konzerviranje.

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Uvod	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti teoriju kraka elise • nabrojiti vrste kutova i sile • prikazati okretni moment, zračni tok na napadnom kutu kraka, objasniti utjecaj vibracije i rezonancije na krakove elise. 	<ul style="list-style-type: none"> • teorija krakova: <ul style="list-style-type: none"> ○ veliki/mali kut kraka ○ povratni kut ○ napadni kut ○ broj okretaja; • klizanje propelera • aerodinamična, centrifugalna i potisna sila • okretni moment • zračni tok na napadnom kutu kraka • vibracije i rezonancije.
Konstrukcija elise	<ul style="list-style-type: none"> • nabrojiti vrste elisa i usporediti položaje krakova elise • opisati konstruktivne metode i materijale za izradbu elise. 	<ul style="list-style-type: none"> • montaža elise/kape elise • elise s fiksnim korakom, promjenjivim korakom, konstantne brzine • položaj kraka • gornja površina kraka • trup kraka • donja površina kraka • sklop glavine • konstruktivne metode i materijali upotrijebljeni kod drvenih, kompozitnih i metalnih elisa.
Kontrola koraka elise	<ul style="list-style-type: none"> • opisati zaštitu od prekoračenja brzine vrtnje • opisati vrste kontrole brzine i metode promjene koraka • navesti načine postavljanja elise na nož • protumačiti negativni korak. 	<ul style="list-style-type: none"> • zaštita od prekoračenja brzine vrtnje • kontrola brzine i metode promjene koraka, mehanička i električna/elektronska • postavljanje elise na nož i negativni korak.
Sinkroniziranje elise	<ul style="list-style-type: none"> • analizirati dijelove opreme za sinkroniziranje elise. 	<ul style="list-style-type: none"> • oprema za sinkroniziranje elise.
Zaštita elise od zaleđivanja	<ul style="list-style-type: none"> • izreći važnost tekućine za odleđivanje • opisati električnu opremu za odleđivanje. 	<ul style="list-style-type: none"> • tekućine i električna oprema za odleđivanje.
Održavanje elise	<ul style="list-style-type: none"> • tumačiti proceduru održavanja elise • pokazati važnost sheme za popravak elise • izraditi statičko i dinamičko balansiranje. 	<ul style="list-style-type: none"> • rad motora elise • sheme za tretiranje/ popravak elise • procjena oštećenja krakova, erozije, korozije, oštećenja od udara stranih predmeta, delaminacije • statičko i dinamičko

		balansiranje • praćenje krakova.
Skladištenje i konzerviranje elise	• opis postupaka konzervacije i dekonzervacije elise.	• konzerviranje i de-konzerviranje elise.

Metodičke napomene

Tijekom izučavanja najvažnije je uočiti međusobnu povezanost elise i motora te važnost besprijekornoga rada njegovih dijelova.

U nastavi treba koristiti videozapise simulacije rada elise i motora te njihove modele. Teorijska objašnjenja gradiva treba kombinirati s opisom konstrukcije i principom rada elise na modelu zrakoplovnoga motora. Pri opisu konstrukcije i objašnjenju principa rada elise poželjno je koristiti metodu demonstriranja.

Teorijska objašnjenja u nastavi stalno treba povezivati sa sadržajima modula *Praktično održavanje*.

Metode i oblici rada

U nastavi se najčešće koristi frontalni i individualni oblici rada, radu u paru, rad u skupinama.

Nastavnik treba koristiti metodu demonstriranja.

Elementi i oblici praćenja i vrjednovanja učenika

Elementi praćenja i vrjednovanja učenika su:

- usvojenost i razumijevanje sadržaja
- primjena znanja.

Oblici provjeravanja su:

- usmeni oblik provjeravanja
- pisani oblik provjeravanja.

Za pisani oblik provjeravanja predviđeni su testovi koji se koriste pri polaganju ispita za dozvolu za rad zrakoplovnoga tehničara ZIM (B1) prema *PRAVILNIKU O KONTINUIRANOJ PLOVIDBENOSTI, ZRAKOPLOVA I AERONAUTIČKIH PROIZVOĐA, DIJELOVA I UREĐAJA, TE O OVLAŠTENJU ORGANIZACIJA I OSOBLJA UKLJUČENIH U TE POSLOVE (NN, 115/09.)*.

Obveze učenika

- pribor za rad, u što ulaze: bilježnica, olovka, pribor za crtanje, materijali što su ih podijelili nastavnici
- izradba dva seminarska rada kroz nastavnu godinu
- izradba jednog prijevoda stručnoga teksta iz stručnoga časopisa
- izradba domaće zadaće.

Materijalni uvjeti i okruženje za učenike

Potrebno je osigurati specijaliziranu učionicu koja mora sadržavati računalo s LCD projektorom i primjerenim strukovnim programima, osnovne dijelove zrakoplova, stajalište zrakoplova, gdje će biti klipni i mlazni avion, te modeli elisa.

Kadrovski uvjeti

- ing. aeronautike
- ing. aerotehnike
- dipl. ing. elektrotehnike, smjer radiokomunikacije
- mag. elektrotehnike i informacijske tehnologije.

Literatura koja se preporučuje za učenike:

Materijali što su ih pripremili predavači.

Literatura koja se preporučuje za nastavnike:

- Airframe & Powerplant Mechanics POWERPLANT HANDBOOK.pdf
- Jeppesen sanderson training products 2002.-2006.
- Airframe & Powerplant Mechanics AIRFRAME HANDBOOK.pdf
- Jeppesen sanderson training products 2002.-2006.
- Aeroplane Aerodynamics, Structures and Systems.pdf
- Training Materijals Shannon aerospace
- Propellers - Training Materijals Shannon aerospace

OKVIRNI NASTAVNI PLAN I PROGRAM

Izborni nastavni predmet: TEHNIČKO CRTANJE I DOKUMENTIRANJE

Razred: prvi (1.) ZIM

Razred:	1.	2.	3.	4.
Sati tjedno/godišnje	2/70	-	-	-

Zadatci:

- upoznati vrste tehničkih crteža i standarde za tehničko crtanje
- usvojiti postupke za konstrukciju i crtanje krivulja
- razviti sposobnost grafičkoga prikazivanja predmeta (pravokutno projiciranje na ravninama i prostorno prikazivanje)
- upoznati vrste i namjenu tehničko-tehnološke dokumentacije
- razvijati sposobnost samostalnog rada na proširivanju stečenih osnova iz ovog područja
- proširiti stečena znanja iz matematike i fizike
- znanje stečeno u ovom predmetu učenici bi trebali primjenjivati u strukovnim predmetima iz zrakoplovne tehnike.

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Uvod u tehničko crtanje	<ul style="list-style-type: none"> • prepoznati i opisati vrste tehničkih crteža • navesti standarde koji se upotrebljavaju u tehničkom crtanju • opisati vrste crta i dati primjer uporabe • primijeniti standardne formate • nacrtati standardno zaglavlje i sastavnicu. 	<ul style="list-style-type: none"> • vrste tehničkih crteža • standardi za tehničko crtanje • formati crteža • vrste i uporaba crta • tehničko pismo • zaglavlja i sastavnice.
Osnove nacrtnge geometrije	<ul style="list-style-type: none"> • definirati temeljne pojmove nacrtnge geometrije • primijeniti pravila projiciranja. 	<ul style="list-style-type: none"> • temeljni pojmovi nacrtnge geometrije • projiciranje na jednu, dvije i tri ravnine.
Pravokutno projiciranje	<ul style="list-style-type: none"> • nacrtati projekcije likova i tijela u tri ravnine • analizirati projekcije točaka predmeta u nacrtu, tlocrtu i bokocrtu • skicirati različite predmete. 	<ul style="list-style-type: none"> • projiciranje lika i tijela na jednu, dvije i tri ravnine • metode određivanja projekcije točaka predmeta u nacrtu, tlocrtu i bokocrtu • temeljna načela pri snimanju i skiciranju predmeta.
Tehničke krivulje	<ul style="list-style-type: none"> • konstruirati i primijeniti tehničke krivulje. 	<ul style="list-style-type: none"> • elipsa • parabola, hiperbola • Arhimedova spirala • zavojnica • evolventa, cikloida.
Prostorno prikazivanje	<ul style="list-style-type: none"> • razlikovati načine prostornoga prikazivanja • nacrtati predmete u kosoj projekciji, dimetriji i izometriji. 	<ul style="list-style-type: none"> • pojmovi o perspektivi, vrste projekcija • kosa, dimetrijska i izometrijska projekcija.
Osnove AutoCAD-a	<ul style="list-style-type: none"> • opisati izgled korisničkog sučelja • odabrati i namjestiti mjerne jedinice • koristiti alatne trake za zadavanje naredbi • nacrtati standardne objekte • usporediti pravokutne i polarne koordinate • razlikovati apsolutne i relativne koordinate • primijeniti različite načine označivanja objekata • kreirati i koristiti slojeve. 	<ul style="list-style-type: none"> • izgled korisničkoga sučelja • otvaranje novoga crteža • namještanje mjernih jedinica • alatne trake • crtanje jednostavnih objekata • vrste koordinata • označivanje objekata • slojevi, boje i vrste linija.
	<ul style="list-style-type: none"> • primijeniti različite 	<ul style="list-style-type: none"> • prilagođavanje

Crtanje u 2D	<ul style="list-style-type: none"> • pogleda na crtež • upotrijebiti različite ciljnice točaka na objektima • primijeniti naredbe za uređivanje • navesti elemente kota • objasniti pravila kotiranja • stvoriti novi kotni stil • urediti tekst. 	<ul style="list-style-type: none"> • pogleda na crtež • ciljnice točaka na objektima • uređivanje crteža • kotiranje • tekst.
Simboli	<ul style="list-style-type: none"> • prepoznati simbole u tehničkoj dokumentaciji • klasificirati simbole • nacrtati i koristiti sheme. 	<ul style="list-style-type: none"> • svrha primjene simbola u tehničkoj dokumentaciji • vrste simbola • sheme.
Dokumentacija	<ul style="list-style-type: none"> • navesti dokumentaciju za preuzimanje, otpremu i popravak • objasniti kolanje dokumenata u poduzeću • opisati arhiviranje i čuvanje dokumenata. 	<ul style="list-style-type: none"> • dokumentacija za preuzimanje, otpremu i popravak • kolanje dokumenta u poduzeću • arhiviranje i čuvanje dokumentacije.

Metodičke napomene

Za izvođenje nastave ovoga predmeta potrebna je učionica opremljena općim nastavnim pomagalicama i specijalizirana učionica.

Pri izradbi izvedbenoga programa treba predvidjeti određeno vrijeme (u prvom polugodištu približno 30%, a u drugom do 50% od ukupnog vremena) za vježbe učenika. Vježbe se izvode u skupinama od 10 do 16 učenika. U drugom polugodištu vježbe treba izvoditi s pomoću računala i aplikacijskih programa za crtanje (npr. AutoCAD, CADdy) u specijaliziranoj učionici za računalstvo. Nakon obradbe nekoliko cjelina, učenicima treba zadati opsežniji zadatak u obliku "programa", za svako polugodište po jedan. U drugom polugodištu njegova izradba treba biti povezana s primjenom aplikacijskih računalskih programa za tehničko crtanje.

Rasporedom sati treba predvidjeti nastavu tehničkoga crtanja u bloku od dva sata. Pri ispitivanju znanja učenika prednost treba imati pisani ispit, odnosno provjera praktične osposobljenosti za primjenu računala u tehničkom crtanju. Konačnu ocjenu čine ocjene dobivene ispitivanjem i ocjenom programskih zadataka.

Tijekom školske godine treba planirati četiri pisane provjere znanja i četiri programa.

Elementi ocjenjivanja:

- **UNS** - usvojenost nastavnih sadržaja
- **program.**

Načini ocjenjivanja i ispitivanja usvojenosti nastavnih sadržaja su:

- usmeni
- pisani.

Obveze učenika:

- donošenje pribora za crtanje i odgovarajućih papira
- bilježnica, olovka, udžbenik i radna bilježnica
- izradba četiri programa tijekom godine.

Literatura za učenike:

- Jerko Pandžić: *Tehničko crtanje i dokumentiranje*, Neodidacta d.o.o., Zagreb, 2007.
- Jerko Pandžić: *Tehničko crtanje i dokumentiranje – radna bilježnica*, Neodidacta d.o.o., Zagreb, 2007.

Literatura za nastavnika:

- Jerko Pandžić: *Tehničko crtanje i dokumentiranje*, Neodidacta d.o.o., Zagreb, 2007.
- Hercigonja – *Tehničko crtanje*, Školska knjiga, Zagreb, 2001.
- Koludrović: *Tehničko crtanje u slici s kompjuterskim aplikacijama*, Autorska naklada Koludrović, Rijeka, 2009. (novo izdanje)
- Koludrović: *Osnovne vježbe iz tehničkog crtanja s kompjuterskim aplikacijama*, Autorska naklada Koludrović, Rijeka, 2009. (novo izdanje)
- Lučić: *Priručnik za tehničko crtanje na računalu*, Mato Lučić, Osijek, 2007.

Kadrovski uvjeti:

- dipl. ing. elektrotehnike
- dipl. ing. strojarstva
- prof. elektrotehnike
- dipl. ing. brodogradnje
- prof. strojarstva
- bacc. strojarskog inženjerstva
- mag. strojarskog inženjerstva
- bacc. brodograđevnog inženjerstva
- mag. brodograđevnog inženjerstva
- bacc. zrakoplovnog inženjerstva
- mag. zrakoplovnog inženjerstva.

OKVIRNI NASTAVNI PLAN I PROGRAM

Izborni nastavni predmet: TERMODINAMIKA

Razred: drugi (2.) ZIM

Razred:	1.	2.	3.	4.
Sati tjedno/godišnje	-	2/70	-	-

Zadatci

- steći uvid u sve osnovne zakonitosti iz područja termodinamike
- upoznati se s toplinskim procesima transformacije, prijenosa i korištenja toplinske energije
- osposobiti učenike da samostalno koriste tablice i dijagrame
- naučiti učenike da se služe standardima, stručnim katalozima
- upoznati učenike s utjecajem pojedinih toplinskih procesa na ekologiju i način rješavanja tih problema
- znanje stečeno u ovom predmetu učenici bi trebali primjenjivati u strukovnim predmetima iz zrakoplovne tehnike.

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Osnovne veličine	<ul style="list-style-type: none">• prisjetiti se mjernih jedinica SI-sustava	<ul style="list-style-type: none">• temperatura, skale, jedinice, instrumenti

stanja	<ul style="list-style-type: none"> • nabrojiti osnovne veličine stanja • opisati instrumente za mjerenje osnovnih veličina stanja. 	<ul style="list-style-type: none"> • tlak, volumen, pojam, jedinice, instrumenti.
Širenje krutih tijela i kapljevina	<ul style="list-style-type: none"> • dati primjer linearnoga i prostornog širenja krutih tijela • izračunati produljenje, odnosno povećanje volumena. 	<ul style="list-style-type: none"> • linearno širenje • prostorno širenje.
Količina topline i specifični toplinski kapacitet	<ul style="list-style-type: none"> • protumačiti pojam topline i specifični toplinski kapacitet • izabrati specifični toplinski kapacitet iz termodinamičkih tablica • izračunati temperaturu izjednačenja i vodnu vrijednost. 	<ul style="list-style-type: none"> • količina topline i specifični toplinski kapacitet • temperatura izjednačenja • vodna vrijednost.
Toplinsko širenje plinova	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti molekularno-kinetičku teoriju topline • objasniti pojam idealnoga plina • opisati zakone koji vrijede za idealne plinove • primijeniti jednadžbu stanja idealnoga plina za određivanje nepoznatih veličina stanja • objasniti pojam normnoga stanja • razlikovati plinsku i opću plinsku konstantu • koristiti se termodinamičkim tablicama • opisati Avogadrov zakon • protumačiti prednosti rada s kmol-om. 	<ul style="list-style-type: none"> • molekularno-kinetička teorija topline • realni i idealni plinovi • Gay-Lussacov zakon • Boyle-Mariotteov zakon • Charlesov zakon • opći plinski zakon • jednadžba stanja idealnoga plina • količina tvari • normno stanje • opća plinska konstanta • Avogadrov zakon.
Prvi glavni stavak termodinamike	<ul style="list-style-type: none"> • definirati prvi glavni stavak termodinamike • objasniti zakon o održanju energije • izračunati mehanički rad iz p-v dijagrama • protumačiti pojam unutarnje energije • izraziti prvu glavnu jednadžbu termodinamike za različite slučajeve • primijeniti prvu glavnu jednadžbu termodinamike za rješavanje problemskih zadataka • objasniti pojam entalpije. 	<ul style="list-style-type: none"> • mehanički rad • zakon o održanju energije • p-v dijagram • specifični toplinski kapacitet za kmol i m_n^3 • prva glavna jednadžba termodinamike • entalpija • unutarnja energija.
Promjene stanja idealnih plinova	<ul style="list-style-type: none"> • opisati promjene stanja idealnih plinova i skicirati ih u p-v dijagramu 	<ul style="list-style-type: none"> • izohora • izobara • izoterma

	<ul style="list-style-type: none"> • primijeniti opću jednadžbu stanja plina za dobivanje izraza za pojedine promjene stanja • s pomoću politrope komentirati ostale promjene stanja. 	<ul style="list-style-type: none"> • adijabata • politropa.
Drugi glavni stavak termodinamike	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti bit drugoga glavnog stavka termodinamike • skicirati i objasniti kružni proces • navesti nužne uvjete za odvijanje kružnoga procesa • protumačiti T-s dijagram i skicirati promjene stanja u njemu • opisati Carnotov kružni proces i skicirati ga u p-v i T-s dijagramu • izračunati stupanj korisnoga djelovanja • opisati kružne procese motora SUI i skicirati ih u p-v i T-s dijagramu • izračunati veličine stanja u karakterističnim točkama procesa i stupanj korisnoga djelovanja • opisati stalnotlačni kružni proces • opisati procese plinskih turbina. 	<ul style="list-style-type: none"> • bit drugoga glavnog stavka • kružni procesi • promjene stanja u T-s dijagramu • kružni procesi u toplinskom dijagramu • Carnotov kružni proces • procesi motora SUI • procesi kompresora • procesi plinskih turbina.
Vodena para	<ul style="list-style-type: none"> • protumačiti proizvodnju vodene pare i nabrojiti osnovna stanja • objasniti i skicirati granične krivulje u p-v dijagramu • primijeniti termodinamičke tablice za određivanje osnovnih stanja • opisati i skicirati u p-v dijagramu procese isparivanja i ohlađivanja pare • skicirati promjene stanja pare u p-v i T-s dijagramu • koristiti se toplinskim dijagramima za rješavanje zadataka. 	<ul style="list-style-type: none"> • proizvodnja vodene pare • p-v dijagram za vodenu paru • granične krivulje u p-v dijagramu • ohlađivanje i kondenzacija pare • proces isparivanja • toplinski dijagrami za vodenu paru • promjena stanja mokre pare.
Primjena tehničkih para	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti kružni proces kod rashladnih uređaja • dati primjere rashladnih uređaja • objasniti pojam dizalice topline. 	<ul style="list-style-type: none"> • odstupanje od zakona idealnih plinova • osnovi ciklus rashladnog uređaja • rashladni uređaji.
Strujanje	<ul style="list-style-type: none"> • nabrojiti i objasniti temeljne pojmove • objasniti jednadžbu 	<ul style="list-style-type: none"> • strujanje - temeljni pojmovi, oblici • jednadžba kontinuiteta

	kontinuiteta <ul style="list-style-type: none"> • primijeniti jednadžbu kontinuiteta za rješavanje problemskih zadataka • opisati zakon strujanja • primijeniti zakon strujanja za različite slučajeve strujanja • izračunati energiju strujanja i stupanj djelovanja. 	<ul style="list-style-type: none"> • energija strujanja • primjena zakona strujanja • strujanje kroz cijevi • strujanje kroz sapnice • strujanje kroz okretno lopatično kolo • transformacija kinetičke energije u mehaničku • gubitci i stupnjevi djelovanja kod parnih i plinskih turbina.
--	--	---

Za izvođenje nastave ovoga predmeta potrebna je učionica opremljena općim nastavnim pomagalicama i specijalizirana učionica.

Pri ostvarivanju nastavnih sadržaja za teorijska objašnjenja predvidjeti oko 60% raspoloživih sati, a ostale sate realizirati kroz rješavanje problemskih zadataka. Pri teorijskim objašnjenjima, kao i pri rješavanju zadataka, treba navoditi primjere iz prakse, a naročito iz područja zrakoplovne tehnike.

Tijekom školske godine treba planirati četiri (4) školske zadaće. Uz pisana provjeravanja znanja treba obavljati i usmena ispitivanja. Konačnu ocjenu čine ocjene iz pisanih i usmenih provjera.

Tijekom školske godine treba planirati četiri (4) pisane provjere znanja.

Elementi ocjenjivanja:

- **UPS**- usvojenost programskih sadržaja
- **RB** – ocjenjivanje zadataka iz radne bilježnice.

Načini ocjenjivanja i ispitivanja *UPS-a* su:

- usmeno
- pisano.

Literatura za učenike:

- Kostelić – *Nauka o toplini*, Školska knjiga, Zagreb, 1992.
- Njire – *Termodinamika: radna bilježnica*, POU Zagreb, 2005.

Literatura za nastavnika:

- Galović – *Termodinamika I*, FSB Zagreb, Zagreb, 2007.
- Galović – *Termodinamika II*, FSB Zagreb, Zagreb, 2007.
- Kostelić – *Nauka o toplini*, Školska knjiga, Zagreb, 1992.
- Njire – *Termodinamika: radna bilježnica*, POU Zagreb, 2005.
- F. Bošnjaković: *Nauka o toplini I*, Tehnička knjiga, Zagreb, 1978.
- *Inženjerski priručnik*
- *Tehnička enciklopedija* (LZMK)

Kadrovski uvjeti:

- dipl. ing. strojarstva
- prof. strojarstva
- prof.fizike i pogonskih strojeva
- dipl. ing. brodogradnje

- mag. strojarskog inženjerstva
- mag. brodograđevnog inženjerstva

OKVIRNI NASTAVNI PLAN I PROGRAM

Izborni nastavni predmet: ENGLESKI JEZIK U ZRAKOPLOVSTVU

Sati: 2/70

Razred:	1.	2.	3.	4.
Sati tjedno/godišnje	2/70	2/70	-	-

Razred: prvi (1.)

Zadatci:

- ispričati o osobama i činjenicama iz povijesti zrakoplovstva u Hrvatskoj i svijetu
- upotrijebiti izraze vezane uz opisivanje svojstava materijala, projektiranje i specifikacije zrakoplova, uključujući brojeve i mjerne jedinice
- koristiti nazive vezane uz svojstva i uporabu alata i strojeva te proizvodne tehnike
- upotrijebiti prošla, sadašnja i buduća glagolska vremena u kontekstu zrakoplovstva
- razlikovati vrste riječi i pravilno upotrijebiti prijedloge u rečenici i u kombinaciji s drugim vrstama riječi (*phrasal verbs*)
- upotrijebiti osnovne pojmove vezane uz aerodinamiku, kretanje zrakoplova, sile koje djeluju na zrakoplov

- raspravljati o zanimanjima vezanima uz zrakoplovstvo
- napisati CV
- opisati primjenu hidraulike u zrakoplovstvu, uključujući sustave za slijetanje i kočenje te kontrolne površine
- opisati električni sustav zrakoplova, elektromotor, akumulator
- opisati dijagram
- upotrijebiti gramatičke strukture vezane uz procese održavanja zrakoplova
- upotrijebiti pasiv, glagolska vremena za izražavanje prošlosti, modalne glagole i kondicionalne rečenice u kontekstu zrakoplovstva.

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Povijest zrakoplovstva	<ul style="list-style-type: none"> • opisati pojmove i činjenice vezane uz važne povijesne trenutke i osobe. 	<ul style="list-style-type: none"> • povijest zrakoplovstva u svijetu • povijest zrakoplovstva u Hrvatskoj.
Projektiranje i inovacije	<ul style="list-style-type: none"> • upotrijebiti rječnik za opisivanje i uspoređivanje svojstava materijala, brojeva i mjerenih jedinica. 	<ul style="list-style-type: none"> • svojstva materijala • projektiranje zrakoplova (tehnički crteži) • specifikacije • glagolska vremena (sadašnjost, prošlost i budućnost).
Načini proizvodnje	<ul style="list-style-type: none"> • upotrijebiti glagole potrebne za opisivanje proizvodnih postupaka • izdvojiti važne podatke tijekom čitanja i slušanja i prenijeti podatke iz teksta u tablicu. 	<ul style="list-style-type: none"> • proizvodne tehnike • svojstva i uporaba alata i strojeva • vrste riječi • imperativ • prijedlozi.
Osnove aerodinamike i strukture zrakoplova	<ul style="list-style-type: none"> • upotrijebiti važne pojmove vezane uz strukturu zrakoplova i aerodinamiku • napisati CV. 	<ul style="list-style-type: none"> • kretanje zrakoplova • sile koje djeluju na zrakoplov • poslovi zrakoplovnih tehničara i mehaničara i pisanje CV-a • pasiv.
Hidraulika	<ul style="list-style-type: none"> • opisati i uspoređivati sustave za slijetanje i kočenje te kontrolne površine. 	<ul style="list-style-type: none"> • hidraulika i njezina primjena u zrakoplovstvu • sustavi za slijetanje i kočenje • kontrolne površine • prilozi i imenice.
Održavanje	<ul style="list-style-type: none"> • koristiti rječnik potreban za ispunjavanje formulara vezanih uz održavanje zrakoplova • postaviti pitanja i dati objašnjenja u vezi sa sustavom održavanja • napisati upute. 	<ul style="list-style-type: none"> • postupci održavanja • rječnik vezan uz mehanička oštećenja, rastavljanje i sastavljanje zrakoplova • formulari • kondicionali.

Razred: drugi (2.)

Zadatci:

- upotrijebiti pojmove vezane uz konstrukciju zrakoplova i klipni motor
- opisati primjenu pneumatike u zrakoplovstvu, uključujući i sustave grijanja i hlađenja
- objasniti i opisati grafove, dijagrame i tablice u usmenom i pisanom obliku
- objasniti utjecaj vremena na probleme održavanja zrakoplova
- razgovarati o sigurnosti na radnome mjestu, sigurnosnim postupcima i opremi
- opisati posebne sigurnosne situacije, npr. nalet ptica na zrakoplov
- upotrijebiti pojmove vezane uz opis pojedinih faza leta
- upotrijebiti pasiv, glagolska vremena za izražavanje prošlosti, sadašnjosti i budućnosti, priloge, imenice i odnosne rečenice u kontekstu zrakoplovstva
- opisati zrakoplovne instrumente i navigacijske sustave
- objasniti tehničke crteže i sheme uporabom rječnika vezana uz probleme s električnim sustavom
- upotrijebiti pogodbene rečenice, glagolska vremena za izražavanje prošlosti, sadašnjosti i budućnosti te upravni i neupravni govor u kontekstu zrakoplovstva.

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Osnove strukture zrakoplova i klipni motor	<ul style="list-style-type: none"> • upotrijebiti u pisanom i govornom obliku pojmove vezane uz strukturu zrakoplova i klipni motor. 	<ul style="list-style-type: none"> • rječnik vezan uz strukturu zrakoplova i klipni motor • sva glagolska vremena i pasiv.
Električni sustav zrakoplova	<ul style="list-style-type: none"> • upotrijebiti pojmove vezane uz električni sustav zrakoplova, elektromotor i akumulator • opisati i razgovarati o kvarovima u električnomu sustavu • opisati dijagram. 	<ul style="list-style-type: none"> • održavanje električnog sustava zrakoplova • elektromotor i akumulator • dijagram • glagolska vremena za izražavanje prošlosti.
Pneumatika	<ul style="list-style-type: none"> • upotrijebiti rječnik vezan uz pneumatiku te sustave grijanja i hlađenja • objasniti i opisati grafove, dijagrame i tablice u pisanome i usmenom obliku • pronaći važne podatke u različitim vrstama teksta, npr. priručnicima, oglasima... 	<ul style="list-style-type: none"> • pneumatika • sustavi grijanja i hlađenja • mjerenja i računanje • rječnik povezan s promjenom fizikalnoga stanja • kombinacije glagol/imenica u tehničkomu jeziku i složene imenice • odnosne rečenice.
Sigurnosni uvjeti	<ul style="list-style-type: none"> • upotrijebiti rječnik i gramatičke strukture vezane uz opasnosti na radnome mjestu • objasniti sigurnosne postupke i rad sigurnosne opreme • opisati tablice i izvještaje vezane uz sigurnosne postupke. upotrijebiti rječnik i gramatičke strukture potrebne za opisivanje problema održavanja zrakoplova u 	<ul style="list-style-type: none"> • kemijska sredstva • sigurnosna upozorenja, oprema i sustavi • oštećenja i opasnosti • modalni glagoli • problemi održavanja zrakoplova u otežanim vremenskim uvjetima (problem zaledivanja) • opasnost zbog naleta ptica.

	zimskim uvjetima <ul style="list-style-type: none"> • opisati posebne sigurnosne situacije, npr. nalet ptica na zrakoplov. 	
Zrakoplovni instrumenti	<ul style="list-style-type: none"> • usvojiti rječnik vezan uz zrakoplovne instrumente i navigacijske sustave te probleme vezane uz njih • pronaći podatke u složenom tekstu • slijediti upute. 	<ul style="list-style-type: none"> • zrakoplovni instrumenti i navigacijski sustavi • tehnički crteži i sheme • rječnik vezan uz probleme s električnim sustavom • kondicionali • upravni i neupravni govor.
Let	<ul style="list-style-type: none"> • usvojiti i pravilno upotrijebiti rječnik vezan uz zrakoplovnu dokumentaciju (plan leta) • opisati pojedine faze prilikom izvođenja školskoga kruga. 	<ul style="list-style-type: none"> • plan leta • faze leta • ponavljanje glagolskih vremena.

CILJEVI NASTAVE:

Priprema učenika za buduće zanimanje i služenje engleskim jezikom u pisanom i usmenom obliku. Učenik treba razumjeti pisani i govorni jezik, snalaziti se u stručnim terminima i izražavanju vlastitih stajališta, komunikaciji i prevođenju stručnih tekstova.

ZADATCI:

Programom je predviđeno uvježbavanje svih osnovnih jezičnih vještina (slušanje, čitanje, govor i pisanje), ali i vježbe komuniciranja, izgovora, pisanja i prevođenja jednostavnijih tekstova. U svom budućem radu na održavanju zrakoplova, učenici će se morati služiti tehničkom literaturom na engleskomu jeziku te je poseban naglasak na čitanju s razumijevanjem i prevođenju.

KORELACIJA:

Engleski jezik u ZIM i IRE smjeru tematski je povezan s predmetima struke.

METODE I OBLICI RADA:

Predviđene su verbalne metode nastave - nastavnik motivira učenike i demonstrira vještinu izražavanja na stranome jeziku (pravilan izgovor, objašnjavanje jezičnih zakonitosti).

Učenici kroz ponavljanje i uvježbavanje - individualno, u paru ili skupini - utvrđuju vlastite sposobnosti pisanoga i usmenog izražavanja.

ELEMENTI I OBLICI PRAĆENJA I VRJEDNOVANJA UČENIKA:

Elementi praćenja i vrjednovanja učenika su:

- čitanje i slušanje s razumijevanjem
- govor
- gramatika
- pisano izražavanje
- prijevod.

U rubriku *Napomene* upisuju se ocjene iz aktivnosti učenika na satu, točnoga i pravodobnog izvršavanju zadatka i domaćih zadaća.

Oblici provjeravanja su:

- usmeno
- pisano.

Pri usmenoj provjeri znanja, osim izgovora i gramatičke cjelovitosti rečenica, važan je i stupanj poznavanja nastavnoga gradiva, razumijevanje, način iznošenja gradiva i njegovo povezivanje sa znanjem iz ostalih predmeta struke.

Pisana provjera znanja uključuje školske zadaće, gramatičke provjere (zadatci objektivnoga tipa, zadatci nadopunjavanja i odgovora na postavljena pitanja) i prijevode.

OBVEZE UČENIKA:

Učenike se prati u njihovu radu tijekom cijele školske godine. Na svakom satu učenik treba aktivno pratiti sve aktivnosti, bilježiti, pisati domaće i školske zadaće i prijevode.

MATERIJALNI UVJETI ILI OKRUŽENJE ZA UČENIKE:

U nastavi se koristi standardna oprema učionice: ploča, kreda, udžbenik, priručnik, skripte, stručni časopisi, kazete, kazetofon, video, CD.

KADROVSKI UVJETI:

- prof. engleskoga jezika i književnosti
- mag. engleskoga jezika i književnosti.

LITERATURA ZA UČENIKE I NASTAVNIKE:

LITERATURA ZA UČENIKE:

Skripta za engleski jezik, stručni časopisi

Harris, M.; Mower, D.; Sikorzynska, A.: *New opportunities*, Pearson Education Ltd., 2006.

LITERATURA ZA NASTAVNIKE:

Beech, J.: *Thank you for flying with us*, Phoenix, 1990.

Ellis, S.; Gerightly, T.: *English for Aviation*, OUP, 2008.

Emery, H.; Roberts, A.: *Aviation English*, Macmillan Education, 2008.

Gunston: *Jane's Aerospace Dictionary*, Jane's Information Group, 1998.

Hall, E. J.: *The language of air travel in English: ground services*, Prentice Hall Regents, 1976.

Harding, K.: *Going international*, OUP, 2002.

Kukovec, A.: *Aviation English*, SELECT CO, 2001.

Macklin B. and Nash T.: *Air Travel*, Collier – Macmillan, 1972.

Marinčić, M.: *Ground Aviation English Terminology and Apron Control Communication Phraseology*, Zračna luka Zagreb, 1998.

Mcharty, M.; O'Dell, F.: *English Vocabulary in Use*, CUP, 2001.

Morgan, D.; Regan, N.: *Take-off*, Garnet Publishing, 2008.

Murphy, R.: *English grammar in use*, CUP, 1998.

Soars, L. and J.: *New Headway*, Upper-Intermediate, OUP, 2005.

Thompson, A.J.; Martinet, A.V.: *A practical English grammar*, OUP, 1993.

Wilkinson: *Aircraft Structures and Systems*, Longman, 1996.

OKVIRNI NASTAVNI PLAN I PROGRAM

Izborni nastavni predmet: TEHNIČKA MEHANIKA

Razred: prvi (1.) ZIM

Razred:	1.	2.	3.	4.
Sati tjedno/godišnje	2/70	-	-	-

Zadatci:

- naučiti zakonitosti i posljedice djelovanja sila
- naučiti dimenzioniranje dijelova strojeva i shvatiti problematiku konstruiranja dijelova strojeva
- upoznati djelovanje sile trenja u tehničkoj praksi
- proširiti stečena znanja iz matematike i fizike
- znanje stečeno u ovom predmetu učenici bi trebali primjenjivati u strukovnim predmetima iz zrakoplovne tehnike.

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
	<ul style="list-style-type: none">• definirati pojam	<ul style="list-style-type: none">• pojam i podjela

Uvod u mehaniku	mehanike <ul style="list-style-type: none"> • imenovati grane mehanike • objasniti temeljne pojmove mehanike • ponoviti mjerne jedinice SI-sustava • opisati osnovne trigonometrijske funkcije. 	mehanike <ul style="list-style-type: none"> • SI-sustav mjernih jedinica • temeljni pojmovi trigonometrijske funkcije
Statički sustav sila	<ul style="list-style-type: none"> • iskazati definiciju sile • usporediti grafičko i analitičko predočavanje sile • nabrojiti vrste statičkih sustava sila • navesti i objasniti osnovna načela statike • prezentirati grafičke i analitičke metode određivanja rezultantne sile • izračunati rezultantu kolinearnoga, konkurentnog i nekonkurentnoga sustava sila analitičkom i grafičkom metodom • objasniti pojam statičkog momenta sile i sprega sila • protumačiti i primijeniti grafičke i analitičke uvjete ravnoteže za rješavanje statičkih problema. 	<ul style="list-style-type: none"> • pojam i određenost sile • grafičko i analitičko predočavanje sile • vrste statičkih sustava sila • načela statike • kolinearni sustav sila • konkurentni i nekonkurentni sustav sila • rastavljanje sila na dvije i tri komponente • verižni poligon • statički moment sile • momentno pravilo • par ili spreg sila • grafički i analitički uvjeti ravnoteže • primjena uvjeta ravnoteže.
Težište	<ul style="list-style-type: none"> • definirati temeljne pojmove • odrediti težište jednostavnih i sastavljenih štapova analitičkom i grafičkom metodom • odrediti težište jednostavnih, sastavljenih i oslabljenih ploha analitičkom i grafičkom metodom • objasniti oblike ravnotežnih stanja. 	<ul style="list-style-type: none"> • temeljni pojmovi • metode određivanja koordinata težišta • težište jednostavnih i sastavljenih dužina • težište jednostavnih i sastavljenih ploha.
Ravni puni nosači	<ul style="list-style-type: none"> • prepoznati vrste oslonaca i načine opterećenja nosača • izračunati reakcije u 	<ul style="list-style-type: none"> • vrste nosača • metode rješavanja • vrste opterećenja • nosač na dva oslonca:

	osloncima nosača grafičkom i analitičkom metodom <ul style="list-style-type: none"> • odrediti zakonitosti promjene uzdužnih i poprječnih unutrašnjih sila, kao i unutarnjih momenata u nosaču • izračunati maksimalni moment savijanja • napraviti dijagram unutrašnjih sila i momenta. 	<ul style="list-style-type: none"> - koncentrirano opterećenje - jednoliko opterećenje - kombinirano opterećenje • konzola • rešetkasti nosači <ul style="list-style-type: none"> - temeljni pojmovi - Cremonin plan sila - Culmanova metoda • Ritterova metoda.
Znanost o čvrstoći	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti temeljne pojmove • opisati Hookeov zakon i skicirati Hookeov dijagram • razlikovati vrste opterećenja • izračunati momente inercije i momente otpora • razlikovati vrste naprezanja • dimenzionirati jednostavne elemente strojeva. 	<ul style="list-style-type: none"> • temeljni pojmovi • Hookeov zakon • čvrstoća materijala, dopušteno naprezanje i koeficijent sigurnosti • momenti inercije i otpora • Steinerov poučak • vrste naprezanja • složena naprezanja.
Trenje	<ul style="list-style-type: none"> • navesti temeljne pojmove • razlikovati trenje klizanja i trenje kotrljanja • izračunati silu trenja • analizirati trenje na čepovima i užetno trenje • usporediti kočnice s papučama i pojasne kočnice. 	<ul style="list-style-type: none"> • temeljni pojmovi • vrste trenja • trenje u ležajima vratila • trenje na čepovima • kočnice s papučama • užetno trenje • pojasne kočnice.

Metodičke napomene

Za izvođenje nastave ovoga predmeta potrebna je učionica opremljena općim nastavnim pomagalicama i specijalizirana učionica.

Pri ostvarivanju nastavnih sadržaja za teorijska objašnjenja predvidjeti oko 40 % raspoloživih sati, a ostale sate realizirati kroz rješavanje problemskih zadataka. Zadatke treba rješavati grafičkim i analitičkim postupkom.

Pri teorijskim objašnjenjima, kao i pri rješavanju zadataka, treba navoditi primjere iz prakse, a naročito iz područja zrakoplovne tehnike.

Tijekom školske godine treba planirati četiri školske zadaće i četiri programa. Osim pisanoga provjeravanja znanja, treba vršiti i usmena ispitivanja. Konačnu ocjenu čine ocjene iz pisanih i usmenih provjera i programa.

Elementi ocjenjivanja: - **UNS**-usvojenost nastavnih sadržaja
- **program.**

Načini ocjenjivanja i ispitivanja usvojenosti nastavnih sadržaja su:
- usmeni
- pisani.

Literatura za učenike:

- Šutalo, Maković, Pasanović: *Tehnička mehanika 1 – statika*, Neodidacta, Zagreb, 1996.
- Esterajher – *Znanost o čvrstoći*, Birotehnika, Zagreb, 1994.
- Šutalo – *Radna bilježnica iz statike*, Neodidacta, Zagreb, 1996.

Literatura za nastavnika:

- Meter – *Tehnička mehanika, statika*, Birotehnika, Zagreb, 1996.
- Esterajher – *Znanost o čvrstoći*, Birotehnika, Zagreb, 1994.
- Muftić – *Statika*, Tehnička knjiga, Zagreb, 1989.
- Šutalo, Maković, Pasanović– *Tehnička mehanika 1 – statika*, Neodidacta, Zagreb, 1996.
- Inženjerski priručnik, Tehnička enciklopedija

Kadrovski uvjeti:

- dipl. ing. strojarstva
- prof. strojarstva
- dipl. ing. brodogradnje
- mag. strojarskog inženjerstva
- mag. brodograđevnog inženjerstva.

OKVIRNI NASTAVNI PLAN I PROGRAM

Izborni nastavni predmet: OSNOVE ZRAKOPLOVSTVA

Razred: drugi (2.) ZIM

Razred:	1.	2.	3.	4.
Sati tjedno/godišnje	-	2/70	-	-

Zadatci:

- steći temeljna znanja o vrstama, podjelama zrakoplova i njihova pogona – motora
- usvojiti osnove povijesnog razvoja zrakoplovstva u svijetu i Hrvatskoj
- prepoznati osnovne značajke i dijelove zrakoplova lakših od zraka – aerostata
- prepoznati osnovne značajke i dijelove zrakoplova težih od zraka – aerodina sa i bez pogona
- usvojiti osnovna znanja o aerodromima i letilištima, službama i organizaciji kontrole letenja
- steći temeljne elemente i znanja iz područja aerodinamike i teorije letenja
- prepoznati osnovne vrste, osobine i značajke općega (generalnog) zrakoplovstva
- usvojiti osnovna znanja o zrakoplovnim organizacijama i udrugama u svijetu i Hrvatskoj.

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Uvod u zrakoplovstvo	<ul style="list-style-type: none"> • navesti i objasniti osnovne podjele i značajke zrakoplova. 	<ul style="list-style-type: none"> • definicije i podjele zrakoplova na kategorije, prema pogonu, elementima konstrukcije i letnim osobinama.
Organizacija zrakoplovnoga prometa	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti i opisati vrste, organizaciju i rad aerodroma, opreme i uređaja te njihovih službi • objasniti podjelu zračnoga prostora i rad službi kontrole letenja. 	<ul style="list-style-type: none"> • aerodromi i letilišta • organizacija i rad službi na aerodromu, aerodromski uređaji i oprema • zračni prostor RH i rad službi kontrole letenja.
Povijest zrakoplovstva	<ul style="list-style-type: none"> • navesti i opisati glavne povijesne događaje i ličnosti u razvoju povijesti zrakoplovstva u svijetu i Hrvatskoj. 	<ul style="list-style-type: none"> • razvoj zrakoplovstva kroz povijest: stari i srednji vijek, prve letjelice – baloni i dirizabli • razvoj aerodina: razdoblje 1900.-1916. g. i 1916. – 1945. g. • razvoj zrakoplovstva nakon 2. svjetskog rata.
Osnove teorije letenja i aerodinamike	<ul style="list-style-type: none"> ○ usvojiti i opisati osnovne fizikalne i aerodinamičke zakonitosti leta zrakoplova i upravljanja. 	<ul style="list-style-type: none"> • MSA/ISA, zakon kontinuiteta i Bernoullijeva jednadžba • geometrijske značajke krila, sila uzgona i otpora, osi upravljanja • polara brzine i polara Liliental
Zrakoplovne organizacije	<ul style="list-style-type: none"> • navesti i opisati glavne zrakoplovne organizacije i udruge u svijetu, Europi i Hrvatskoj i njihovu ulogu. 	<ul style="list-style-type: none"> • definicija i osnovna podjela zrakoplovnih organizacija, ICAO, EASA, IATA, ICAA, CCAA, FAI, HZS, aeroklubovi i sekcije.
Opće (generalno) zrakoplovstvo	<ul style="list-style-type: none"> • navesti i opisati zrakoplove opće (generalne) kategorije, njihovu namjenu, osnovne dijelove konstrukcije i opreme te načine upravljanja i korištenje. 	<ul style="list-style-type: none"> • zrakoplovno jedrilicarstvo i jedrilica, helikopter i autožiro, zrakoplov s klipnim pogonom, zmajevi, <i>paraglider</i> letni sustavi • ultralake i eksperimentalne letjelice, osnovni dijelovi krila, trupa, repa, komandi, opreme kabine • padobran: vrste, namjena, podjela i dijelovi • zrakoplovno i raketno modelarstvo.
Osnovno o održavanju	<ul style="list-style-type: none"> • objasniti i opisati osnovne postupke pri projektiranju i 	<ul style="list-style-type: none"> • faze leta aerodina • projektiranje i gradnja

zrakoplova	gradnji zrakoplova te osnovne postupke pri održavanju zrakoplova.	zrakoplova, osnovno o postupcima održavanja zrakoplova.
-------------------	---	---

METODIČKE NAPOMENE:

Ovim se predmetom želi učenike postupno i na pristupačan način uvesti u svijet zrakoplovstva upoznavajući ih s osnovnim pojmovima o zrakoplovima, načinu letenja, dijelovima i njihovoj opremi te službama, organizacija i udrugama u zrakoplovstvu. Kroz svladavanje programa učenici se upoznaju i potiču na aktivno bavljenje zrakoplovnim športovima u aeroklubovima i letačkim školama, a što će im posredno i izravno proširiti stručna znanja u daljnjem školovanju te radu u budućem zanimanju.

METODE I OBLICI RADA:

Pri obradbi tema i nastavnih sadržaja ovoga predmeta poseban se naglasak stavlja na načine njihove prezentacije, lišene suvišnih pojedinosti, pri čemu se obilato koriste razna audiovizualna pomagala, uređaji i oprema, težeći davanju i usvajanju temeljnih znanja učenicima radi postizanja još većeg interesa za detaljniju obradbu nastavnih sadržaja šire i uže struke u narednim godinama školovanja. Sukladno iznesenom, treba naglasiti da je ovo prvi predmet koji obrađuje zrakoplovne sadržaje na početku školovanja učenika u ZTS-u po Part- u 66/B1/B2. Uz usmena izlaganja - verbalna pojašnjenja i opisivanja - potiče se rasprava i razgovor s učenicima pri obradbi svih tema te samostalno proširivanje znanja korištenjem raznih izvora njihove dopune – primjerice internetom i u knjižnici škole, bogatoj zrakoplovnom knjižnom i periodičnom literaturom.

NAČINI PROVJERAVANJA I OCJENJIVANJA ZNANJA:

Osnovni oblici provjeravanja znanja su usmeni odgovori i pisane kontrolne zadaće – testovi. Učenici dobivaju i 1 – 2 referata po samostalnom izboru teme iz područja zrakoplovstva koji predaju u pisanom obliku.

Elementi vrjednovanja su:

UNS – usvojenost nastavnih sadržaja.

KADROVSKI UVJETI:

- ing. aerotehnike
- ing. aeronautike
- bacc. zrakoplovnog inženjerstva
- mag. zrakoplovnog inženjerstva.

MATERIJALNI UVJETI I OKRUŽENJE ZA UČENIKE:

Specijalizirana učionica – kabinet s pločom, kredom i potrebnom audiovizualnom opremom: TV s VHS i CD/DVD uređajem, grafoskop, računalo s LCD projektorom i pristupom internetu.

OBVEZE UČENIKA:

Pribor za rad, u što ulaze: bilježnica za bilježenje nastavnih sadržaja, kopirani nastavni materijali što su ih pripremili nastavnici, pišaći pribor po izboru.

PREPORUČENA LITERATURA ZA UČENIKE I NASTAVNIKE:

- Dumičić, Perak, Sviličić: *Osnove prijevoza i prijenosa*, Škola za cestovni promet,

Zagreb, 1998.

- C.C. Bergius: *Cesta pilota*, Stvarnost, Zagreb, 1962.
- B. Puhlovski: *Hrvatski Ikar*, Alfa, Zagreb, 1995.
- L. Kirić: *Počeci zrakoplovstva u Hrvatskoj*, Stvarnost, Zagreb, 1962.
- *Tehnička enciklopedija*, Leksikografski zavod „M. Krleža“, 1994. g.
- pisani materijali što su ih pripremili predavači
- periodična zrakoplovna literatura: *Aerosvijet*, *Aeronautika*, *Flying*, *Pilot*, *Airforces Monthly*, *Aerokurier* i ostali

OKVIRNI NASTAVNI PLAN I PROGRAM

Izborni predmet: FIZIKA

Razred: drugi (2.)

Razred	1.	2.	3.	4.
Sati tjedno/godišnje	-	2/70		-

Zadatci:

- primijeniti osnovne ideje specijalne teorije relativnosti
- primijeniti osnovne ideje i pojmove kvantne fizike
- primijeniti osnovne ideje i pojmove nuklearne fizike.

Nastavna cjelina	Očekivani rezultati	Nastavni sadržaji
Specijalna teorija relativnosti	<ul style="list-style-type: none">• navesti i objasniti načelo relativnosti i stalnost brzine svjetlosti• opisati pojave kontrakcije duljine i dilatacije vremena• primijeniti izraze za energiju	<ul style="list-style-type: none">• Galileijeva relativnost• Einsteinova relativnost• Einsteinovo zbrajanje brzina• Lorentzove transformacije

	<p>mirovanja i ekvivalentnost mase i energije.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • relativnost i istodobnost • vremenska dilatacija i njezine posljedice • relativističko skraćivanje duljina • relativistička dinamika.
<p>Valno-čestična svojstva elektromagnetnoga zračenja</p>	<ul style="list-style-type: none"> • primijeniti Stefan-Boltzmannov i Wienov zakon • kvalitativno opisati ovisnost intenziteta zračenja apsolutno crnoga tijela o valnoj duljini • objasniti i primijeniti Planckovu kvantnu hipotezu i koncept fotona • opisati i objasniti pojavu fotoelektričnoga efekta (Einsteinovo objašnjenje) • opisati valnu i čestičnu sliku svjetlosti • iskazati i primijeniti de Broglievu relaciju. 	<ul style="list-style-type: none"> • fotoelektrični učinak • vrste zračenja • zračenje crnoga tijela • Einsteinova teorija fotoelektričnog učinka • valno-čestična obilježja • ogib elektrona.
<p>Valno-čestična priroda tvari</p>	<ul style="list-style-type: none"> • opisati svojstva tvari te valnu i čestičnu prirodu elektromagnetskoga zračenja • objasniti što je kvantni oblak. 	<ul style="list-style-type: none"> • čestično-valna svojstva tvari • valna funkcija i kvantni oblak.
<p>Razvoj modela atoma i energijski spektri</p>	<ul style="list-style-type: none"> • opisati Bohrov model vodikova atoma • objasniti pojam energijskih razina atoma • objasniti nastanak linijskih spektara s pomoću energijskih razina • objasniti nastanak vodikova spektra • navesti i primijeniti osnovne ideje kvantno-mehaničkoga modela atoma (Heisenbergove relacije neodređenosti). 	<ul style="list-style-type: none"> • razvoj modela atoma • Boškovićev model • Thomsonov i Rutherfordov model atoma • Bohrov model atoma • energijski spektri • vodikov spektar • kvantno-mehanički model atoma (Heisenbergove relacije neodređenosti).
<p>Atomske jezgre i elementarne čestice</p>	<ul style="list-style-type: none"> • navesti i opisati osnovne sile u prirodi • opisati građu atomske jezgre i približne dimenzije jezgre atoma • objasniti i primijeniti pojmove nukleona, atomskoga broja, masenoga broja i izotopa • objasniti energiju vezanja jezgre • opisati pojavu radioaktivnosti • nabrojiti osnovne vrste radioaktivnoga zračenja i njihova svojstva (sastav, 	<ul style="list-style-type: none"> • atomske jezgre i elementarne čestice • građa atomskih jezgara • radioaktivnost • detekcija i djelovanje ionizirajućega zračenja • jaka sila • nuklearne reakcije • četiri fundamentalna djelovanja • elementarne čestice.

	naboj, doseg) <ul style="list-style-type: none"> • primijeniti zakon radioaktivnoga raspada • primijeniti zakone očuvanja naboja i masenoga broja kod nuklearnih reakcija • objasniti fisiju i fuziju jezgara atoma. 	
--	---	--

METODE I OBLICI RADA:

Najčešći oblici rada su frontalni uz verbalno objašnjavanje i opisivanje, individualni rad na tekstu, rad u paru i skupinama, kombinirano.

Metode pri obradbi nastavnih sadržaja su izlaganje, razgovor, rasprava, rad na tekstu, oluja mozgova, projektna metoda, laboratorijske vježbe, problemski usmjerena nastava, heuristički usmjerena nastava, metoda pitanja i odgovora.

ELEMENTI I OBLICI PRAĆENJA I VRJEDNOVANJA UČENIKA:

ELEMENTI OCJENJIVANJA

1. UPS – USVOJENOST PROGRAMSKIH SADRŽAJA
2. RP – RJEŠAVANJE PROBLEMA
3. PR – PRAKTIČAN RAD

1. Element ocjenjivanja **UPS** – *USVOJENOST PROGRAMSKIH SADRŽAJA* - podrazumijeva pretežito više vrsta ispitivanja i verifikaciju usvojenosti nastavnih (programskih) sadržaja kojima se od učenika očekuje (traži) da pokaže do koje je mjere usvojio (kvantitativno) temeljne fizikalne pojmove, zakonitosti (zakone) i pojave, ali ipak više na formalnoj (naučenoj) razini, a manje kroz primjenu, rješavanje problema i dublje, operativnije razumijevanje. Ne znači da se kroz ovaj element ocjenjivanja ne mogu provjeravati, verificirati, evidentirati, upisivati ocjene iz zadataka i fizikalnih problema u pisanom obliku. Ispitivanje ne mora nužno biti ni samo usmeno, ni samo pisano ❶.

2. Element ocjenjivanja **RP** – *RJEŠAVANJE PROBLEMA* - podrazumijeva provjeravanje sposobnosti, znanja, snalaženja učenika pri rješavanju problemskih fizikalnih situacija (primjera, zadataka, pojava, fenomena); primjene temeljnih fizikalnih prirodnih zakona, posebice u vezi s primjenom u tehnici i struci. Element ocjenjivanja RP ne podrazumijeva nužno klasične pisane provjere znanja, nego se može ispitivati «pred pločom». Moguće su i 15-minutne, tzv. kratke pisane provjere znanja (test), rješavanje manjega broja problema (pisano), a ocjene se upisuju u bilješke. Ova ocjena govori više o kvaliteti usvojenosti fizikalnoga sadržaja i njegovu dubljem i operativnijem razumijevanju ❶.

❶ pisane provjere mogu se upisivati u element UPS i RP.

3. Element ocjenjivanja **PR** – *PRAKTIČNI RAD* - temelji se na tzv. projektnoj metodi kojom se učenicima zadaju teme (po dva do četiri učenika obrađuju neku temu) vezane uz fizikalne sadržaje koji se inače obrađuju po programu. Jedan sat se maksimalno potroši na metodologiju, a učenik je dužan na arku papira napisati kratki, općeniti uvod, opisati način rada, mjerenja, obradbe podataka, predložiti rezultate (kvantitativno ili grafički) te napisati zaključak ili komentar. PR se može obraditi i u obliku seminara na neku zadanu temu ili sadržaj prema dodatnoj literaturi, no bolje je da su zadatci (teme) jednostavni i ne zahtijevaju dodatnu literaturu. Ova ocjena može obuhvatiti i laboratorijske vježbe (klasične) iz fizike, ako postoje terminske

(raspored), materijalne i prostorne mogućnosti. Ocjenom iz laboratorijskih vježbi provjerava se i prati uspješnost pripreme, izvođenja i obradbe vježbi. Ovaj element ocjenjivanja može se upisivati u bilješke.

OBVEZE UČENIKA:

- nošenje pribora za rad: bilježnica za bilježenje nastavnih sadržaja, udžbenik i zbirka zadataka ili nastavni materijali što su ih pripremili nastavnici, pisaći pribor po izboru, pribor za crtanje, kalkulator
- izradba zadataka za domaću zadaću
- učenici su obvezni svojim redovitim pohađanjem nastave omogućiti nastavniku da ih kroz pisani i usmeni oblik provjere znanja što objektivnije ocijeni.

MATERIJALNI UVJETI ILI OKRUŽENJE ZA UČENIKE:

Univerzalna učionica s potrebnim nastavnim pomagalicama: školska ploča i kreda, grafoskop, plakati, modeli, stručna literatura, oprema iz praktikuma za fiziku i kemiju. Specijalizirana učionica s potrebnim nastavnim pomagalicama: računalo s instaliranim CAS (Computer Algebra System) softverom i LCD projektor, računala povezana u mrežu s mogućnošću pristupa internetu.

KADROVSKI UVJETI:

- profesor fizike
- dipl. ing. fizike
- mag. edukacijske matematike i fizike
- mag. fizike
- mag. edukacijske fizike.

LITERATURA ZA NASTAVNIKE

- Tatjana Roginić: *FIZIKA 1*; udžbenik za 1. raz. s trogodišnjim programom, Školska knjiga, Zagreb, 2008. (i sva kasnija izdanja)
- Tatjana Roginić: *FIZIKA 2*; udžbenik za 2. raz. s trogodišnjim programom, Školska knjiga, Zagreb, 2008. (i sva kasnija izdanja)
- Tatjana Roginić: *FIZIKA 3*; udžbenik za 3. raz. s trogodišnjim programom, Školska knjiga, Zagreb, 2008. (i sva kasnija izdanja)
- Jakov Labor: *FIZIKA 1*, udžbenik za 1. razred, Alfa, Zagreb, 2008. (i sva kasnija izdanja)
- Jakov Labor: *FIZIKA 2*, udžbenik za 2. razred, Alfa, Zagreb, 2008. (i sva kasnija izdanja)
- Jakov Labor: *FIZIKA 3*, udžbenik za 3. razred, Alfa, Zagreb, 2008. (i sva kasnija izdanja)
- Branka Mikuličić, Milena Varićak, Elza Vernić: *Zbirka zadataka iz fizike*, Školska knjiga, Zagreb, 2009.
- Nada Brković: *Zbirka zadataka iz fizike*, Luk, Zagreb, 2007.

LITERATURA ZA UČENIKE

- Supek, Furić: *Počela fizike*, Školska knjiga, Zagreb, 1994.
- Ivan Supek: *Povijest fizike*, Školska knjiga, Zagreb, 1980.
- Žarko Dadić: *Povijest ideja u matematici i fizici*, Školska knjiga, Zagreb, 1992.

- Rudolf Krsnik: *Udžbenik za 2. i 3. razred gimnazije* (B inačica), Školska knjiga, Zagreb, 2007. (i sva kasnija izdanja)
- Vladimir Paar: *Atomi, molekule, poluvodiči, supravodljivost*, Školska knjiga, Zagreb, 1989.
- Vladimir Šips: *Toplina* (udžbenik za 2. razred gimnazije), Školska knjiga, 1993.
- Tonči Andreis, Miro Plavčić, Nikica Simić: *Fizika 4* (za 4. razred gimnazije i srodne škole četverogodišnjeg programa fizike), Profil, Zagreb, 2008. (i sva kasnija izdanja)
- Richard Feynman: *Osobitost fizikalnih zakona*, Školska knjiga, Zagreb, 1991.
- Rudolf Krsnik: *Udžbenik za 4. razred gimnazije*, Školska knjiga, Zagreb, 2008. (i sva kasnija izdanja)
- Mladen Martinis, Vesna Mikuta: *Udžbenik za 2. razred gimnazije*, Školska knjiga, Zagreb, 2009. (i sva kasnija izdanja)
- Vladimir Paar, Vladimir Šips: *Fizika 3, zbirka riješenih zadataka*, Školska knjiga, Zagreb, 2007. (i sva kasnija izdanja)
- Frank Close: *Svemirska lukovica*, Školska knjiga, Zagreb, 1997.
- Tonči Andreis, Miro Plavčić, Nikica Simić: *Fizika 1* (za 1. razred gimnazije i srodne škole četverogodišnjeg programa fizike), Profil, Zagreb, 2009. (i sva kasnija izdanja)
- Tonči Andreis, Miro Plavčić, Nikica Simić: *Fizika 2* (za 2. razred gimnazije i srodne škole četverogodišnjeg programa fizike), Profil, Zagreb, 2009. (i sva kasnija izdanja)
- Rudolf Krsnik: *Udžbenik za 1. razred gimnazije*, Školska knjiga, Zagreb, 1998.
- Rudolf Krsnik: *Udžbenik za 2. razred gimnazije*, Školska knjiga, Zagreb, 1997.
- Rudolf Krsnik: *Udžbenik za 3. razred gimnazije*, Školska knjiga, Zagreb, 1995.
- Željko Jakopović: *Fizika 1, Priručnik za nastavnike*, Školska knjiga, Zagreb, 1994.
- Hrvoje Negovec, Damir Pavlović : *Fizika 2, Priručnik za nastavnike*, Školska knjiga, Zagreb, 2008.
- Berislav Liščić: *Fizika 3, Priručnik za nastavnike*, Školska knjiga, Zagreb, 2003.
- Vjera Lopac: *Priručnik za nastavnike Fizika 4*, Školska knjiga, Zagreb, 2004.

IX. ZAVRŠNI RAD

Završnim radom u tehničkim, umjetničkim i drugim strukovnim školama provjeravaju se i ocjenjuju učenikove strukovne, odnosno umjetničke kompetencije određene razine, sukladno razini kvalifikacije koju stječe.

Završnim radom zrakoplovnoga tehničara IRE provjeravaju se znanja i sposobnosti iz područja elektrotehnike, odnosno osposobljenost učenika za obavljanja poslova za održavanje i popravljanje zrakoplovnih instrumenata.

Temeljem **Pravilnika o izradbi i obrani završnog rada** (Narodne novine, br. 118/09.), završni rad u četverogodišnjim tehničkim i drugim školama sastoji se od:

- izradbe završnoga rada
- obrane završnoga rada.

