|  |  |
| --- | --- |
| **MODUULI** | **SISÄLTÖVAATIMUS** |

|  |  |
| --- | --- |
| **MODUULI 1.** | MATEMATIIKKA |
| **1.1 Aritmetiikka** | Aritmeettiset termit ja symbolit, kerto- ja jakolaskumenetelmät, murto- ja desimaaliluvut, kertoimet ja kerrannaiset, painot, mittayksiköt ja muunnoskertoimet, suhdeluvut ja verrannot, keskiarvot ja prosenttiosuudet, pinta-alat ja tilavuudet, neliöt, kuutiot, neliöjuuret ja kuutiojuuret. |
| **1.2 Algebra (a)** | Yksinkertaiset algebralliset lausekkeet, yhteen-, vähennys-, kerto- ja jakolasku, sulkujen käyttö, yksinkertaiset algebralliset murtoluvut |
| **1.2 Algebra (b)** | Ensimmäisen asteen yhtälöt ja niiden ratkaisut;  Eksponentit ja potenssit, negatiiviset ja murtolukueksponentit;  Binaariluvut ja muut kyseeseen tulevat lukujärjestelmät;  Yhtälöryhmät ja toisen asteen yhtälöt, joissa on yksi tuntematon;  Logaritmit. |
| **1.3 Geometria (a)** | Yksinkertaiset geometriset tehtävät |
| **1.3 Geometria (b)** | Graafinen esitys: kuvaajien merkitys ja käyttötarkoitus, yhtälöiden/funktioiden kuvaajat; |
| **1.3 Geometria (c)** | Yksinkertainen trigonometria: trigonometriset suhteet, taulukoiden sekä suorakulmaisten ja napakoordinaatistojen käyttö, koordinaatit. |

|  |  |
| --- | --- |
| **MODUULI 2.** | FYSIIKKA |
| **2.1 Aine** | Aineen olemus: alkuaineet, atomien rakenne, molekyylit;  Kemialliset yhdisteet;  Olotilat: kiinteä, nestemäinen ja kaasumainen;  Tilanmuutokset. |
| **2.2 Mekaniikka**  **2.2.1 Statiikka** | Voimat, momentit ja voimaparit, vektoriesitys;  Painopiste;  Jännitystä ja kimmoisuutta koskevan teorian perusteet: vetojännitys, puristus, leikkausvoima ja kiertojännitys;  Kiinteiden aineiden, nesteiden ja kaasujen luonne ja ominaisuudet;  Paine ja noste nesteissä (painemittarit). |
| **2.2.2 Kinetiikka** | Suoraviivainen liike: tasainen suoraviivainen liike, tasaisesti kiihtyvä liike (liike painovoimakentässä);  Pyörintäliike: tasainen pyörintäliike (keskipako- ja keskihakuvoimat);  Jaksottainen liike: heiluriliike;  Värähtelyjen, harmonisten värähtelyjen ja resonanssin yksinkertainen teoria;  Nopeussuhde, mekaaninen hyötysuhde ja tehokkuus. |
| **2.2.3 Dynamiikka (a)** | Massa  Voima, inertia, työ, teho, energia (potentiaali-, liike- ja kokonaisenergia), lämpö, tehokkuus; |
| **2.2.3 Dynamiikka (b)** | Liikemäärä, liikemäärän säilyminen;  Impulssi;  Hyrrävoimien periaatteet;  Kitka: kitkan olemus ja vaikutukset, kitkakerroin (vierintävastus). |
| **2.2.4 Nestedynamiikka (a)** | Ominaispaino ja tiheys; |
| **2.2.4 Nestedynamiikka (b)** | Viskositeetti, nesteen vastus, virtaviivaistamisen vaikutukset;  Kokoonpuristuvuuden vaikutus nesteisiin;  Staattinen, dynaaminen ja kokonaispaine: Bernoullin laki, Venturiputki. |
| **2.3 Termodynamiikka (a)** | Lämpötila: lämpömittarit ja lämpötila-asteikot: Celsius, Fahrenheit ja Kelvin; Lämmön määritelmä. |
| **2.3 Termodynamiikka (b)** | Lämpökapasiteetti, ominaislämpö;  Lämmön siirtyminen: kulkeutuminen, säteily ja johtuminen;  Tilavuuden laajentuminen;  Termodynamiikan ensimmäinen ja toinen pääsääntö;  Kaasut: ideaalikaasulait; ominaislämpö vakiotilavuudessa ja -paineessa, laajenevan kaasun tekemä työ;  Isoterminen, adiabaattinen laajeneminen ja puristuminen, moottorin työkierto, vakiotilavuus ja vakiopaine, jäähdyttimet ja lämpöpumput;  Tiivistymis- ja höyrystymislämpö, lämpöenergia, palamislämpö. |
| **2.4 Optiikka (valo)** | Valon olemus; valon nopeus;  Heijastumis- ja taittumislait: heijastuminen tasopinnoilta, heijastuminen pallomaisista peileistä, taittuminen, linssit;  Kuituoptiikka. |
| **2.5 Aaltoliike ja ääni** | Aaltoliike: mekaaniset aallot, sinimuotoinen aaltoliike, interferenssi-ilmiöt, seisovat aallot;  Ääni: äänen nopeus, äänen synty, voimakkuus, korkeus ja laatu, Doppler-ilmiö. |

|  |  |
| --- | --- |
| **MODUULI 3.** | SÄHKÖOPIN PERUSTEET |
| **3.1 Elektroniteoria** | Sähkövarausten rakenne ja jakautuminen atomeissa, molekyyleissä, ioneissa ja yhdisteissä;  Johteiden, puolijohteiden ja eristeiden molekyylirakenne. |
| **3.2 Staattinen sähkö ja sähkön johtuvuus** | Staattinen sähkö ja staattisten sähkövarausten jakautuminen;  Sähköstaattinen veto- ja hylkimisvoima;  Varauksen yksiköt, Coulombin laki;  Sähkön johtuminen kiinteissä aineissa, nesteissä, kaasuissa ja tyhjössä. |
| **3.3 Sähköopin termistö** | Seuraavat termit, niiden yksiköt ja niihin vaikuttavat tekijät: potentiaaliero, sähkömotorinen voima, jännite, virta, vastus, johtokyky, varaus, virran kulku, elektronivirta. |
| **3.4 Sähkön tuottaminen** | Sähkön tuottaminen seuraavin tavoin: valon, lämmön, kitkan, paineen, kemiallisen vaikutuksen, magnetismin ja liikkeen avulla. |
| **3.5 Tasavirtalähteet** | Seuraavien kennojen rakenne ja niissä tapahtuvat kemialliset reaktiot: ensiöparit, akkuparit, lyijyakkujen kennot, nikkeli-kadmium-kennot, muut alkalikennot;  Sarjaan ja rinnan kytketyt kennot;  Akun tai pariston sisäinen vastus ja sen vaikutus:  Termoparien rakenne, materiaalit ja käyttö;  Valokennojen toiminta. |
| **3.6 Tasavirtapiirit** | Ohmin laki, Kirchoffin jännite- ja virtalait;  Vastuksen, jännitteen ja virran arvojen laskeminen edellä mainittujen lakien avulla;  Virtalähteen sisäisen vastuksen merkitys. |
| **3.7 Sähkövastus / vastukset (a)** | Sähkövastus ja siihen vaikuttavat tekijät;  Ominaisvastus;  Vastuksien värikoodit, arvot ja toleranssit, ensisijaiset arvot, tehot;  Vastukset sarjassa ja rinnan;  Kokonaisvastuksen laskeminen piirissä, jossa on joko sarjaan tai rinnan kytkettyjä vastuksia tai sekä sarjaan että rinnan kytkettyjä.  Potentiometrien ja säätövastusten toiminta ja käyttö;  Wheatstonen sillan toiminta. |
| **3.7 Sähkövastus / vastukset (b)** | Vastuksen positiivinen ja negatiivinen lämpötilakerroin;  Kiinteät vastukset, stabiilius, toleranssi ja käytön rajoitukset, eri rakenteet;  Muuttuvat vastukset, termistorit, varistorit;  Potentiometrien ja säätövastusten rakenne;  Wheatstonen sillan rakenne. |
| **3.8 Teho** | Teho, työ ja energia (liike- ja potentiaalienergia);  Tehohäviö vastuksessa;  Tehon kaava;  Tehoon, työhön ja energiaan liittyvät laskutehtävät. |
| **3.9 Kapasitanssi/kondensaattori** | Kondensaattorin toiminta ja tehtävä;  Kapasitanssiin vaikuttavat tekijät: levyjen pinta-ala, levyjen välinen etäisyys, levyjen lukumäärä, eriste, dielektrisyyskerroin, käyttöjännite, suurin sallittu käyttöjännite;  Kondensaattorityypit, niiden rakenne ja toiminta;  Kondensaattorien värikoodit;  Kapasitanssin ja jännitteen laskeminen sarja- ja rinnankytkentöjä sisältävissä piireissä;  Kondensaattorin latautumista ja purkautumista esittävät eksponenttikäyrät, aikavakiot;  Kondensaattorien testaaminen. |
| **3.10 Magnetismi (a)** | Magnetismin teoria;  Magneetin ominaisuudet;  Maan magneettikentässä ripustettuna olevan magneetin käyttäytyminen;  Magnetointi ja demagnetointi;  Magneettinen suojaus;  Erilaiset magneettiset aineet;  Sähkömagneettien rakenne ja toimintaperiaatteet;  Sormisääntö, joka koskee virtajohtimen ympärille syntyvän magneettikentän suuntaa. |
| **3.10 Magnetismi (b)** | Magnetomotorinen voima, kenttävoimakkuus, magneettivuon tiheys, permeabiliteetti, hystereesisilmukka, pysyvyys, koersiivivoima, reluktanssi, kyllästyspiste, pyörrevirrat;  Magneettien hoidossa ja säilytyksessä huomioon otettavaa. |
| **3.11 Induktanssi / induktori** | Faradayn laki;  Magneettikentässä liikkuvaan johtimeen indusoituva jännite; Induktion periaatteet; Seuraavien tekijöiden vaikutus indusoituneen jännitteen arvoon: magneettikentän voimakkuus, vuon muuttumisnopeus, johdinkierrosten määrä;  Keskinäisinduktio:  Ensiövirran muutosnopeuden ja keskinäisinduktion vaikutus indusoituneeseen jännitteeseen;  Keskinäisinduktioon vaikuttavat tekijät: käämin kierrosten määrä, käämin fyysinen koko, käämin permeabiliteetti, käämin kierrosten asento toisiinsa nähden; Lenzin laki ja napaisuuden määrittämissäännöt  Sähkömotorinen vastavoima, itseinduktio; Kyllästyspiste; Induktorien tärkeimmät käyttötarkoitukset. |
| **3.12 Tasavirtamoottorien ja generaattorien teoria** | Moottoreita ja generaattoreita koskeva perusteoria:  Tasavirtageneraattorin rakenne ja sen eri osien tarkoitus;  Tasavirtageneraattorien toiminta sekä siitä saatavan virran voimakkuuteen ja napaisuuteen vaikuttavat tekijät;  Tasavirtamoottorien toiminta sekä niiden tehoon, vääntömomenttiin, pyörimisnopeuteen ja pyörimissuuntaan vaikuttavat tekijät;  Pää- ja sivuvirtamoottorit sekä kaksoismagnetoidut moottorit;  Käynnistingeneraattorin rakenne. |
| **3.13 Vaihtovirtateoria** | Siniaalto: vaihe, jakson kestoaika, taajuus, jakso;  Hetkelliset, keskimääräiset, neliöllisen keskiarvon mukaiset, huippuarvot ja huipusta huippuun mitatut virran arvot sekä niiden laskeminen jännitteelle, virralle ja teholle.  Kolmio- ja neliöaallot;  Yksi- ja kolmivaihevirran periaatteet. |
| **3.14 Ohmista (R), kapasitiivista (C) ja induktiivista (L) vastusta sisältävät piirit** | Jännitteen ja virran vaiheiden välinen suhde rinnan- ja sarjakytkentöjä ja niiden yhdistelmiä sisältävissä L-, C- ja R-piireissä;  Tehohäviöt L-, C- ja R-piireissä;  Impedanssiin, vaihekulmaan, tehokertoimeen ja virran arvoon liittyvät laskut;  Todelliseen tehoon, näennäistehoon ja loistehoon liittyvät laskut. |
| **3.15 Muuntajat** | Muuntajien rakenneperiaatteet ja toiminta;  Muuntajissa syntyvät häviöt ja niiden estäminen;  Muuntajien toiminta kuormitettuna ja ilman kuormitusta;  Tehonsiirto, tehokkuus, napaisuuden merkinnät;  Linja- ja vaihejännitteiden ja -virtojen laskeminen;  Kolmivaihejärjestelmän tehon laskeminen;  Ensiö- ja toisiovirta ja -jännite, käämien kierrosmäärien suhde, teho, tehokkuus;  Säästömuuntajat. |
| **3.16 Suodattimet** | Seuraavien suodatintyyppien toiminta, sovellukset ja käyttö: alipäästö-, ylipäästö, kaistanpäästö- ja kaistanestosuodattimet. |
| **3.17 Vaihtovirtageneraattorit** | Silmukan pyöriminen magneettikentässä ja syntyvä aallonmuoto;  Roottori- ja staattorikäämeillä varustettujen vaihtovirtageneraattorien toiminta ja rakenne;  Yksi-, kaksi- ja kolmivaihegeneraattorit;  Kolmivaihejännitteen tähti- ja kolmiokytkentöjen edut ja käyttötarkoitukset;  Kestomagneettigeneraattorit. |
| **3.18 Vaihtovirtamoottorit** | Seuraavien moottorien rakenne, toimintaperiaate ja ominaisuudet: Sekä yksi- että monivaiheiset tahti- ja oikosulkumoottorit;  Nopeuden ja pyörimissuunnan ohjaamismenetelmät;  Menetelmät pyörivän kentän synnyttämiseksi: kondensaattori, induktori, sulkunapa tai jaettu napaisuus. |

|  |  |
| --- | --- |
| **MODUULI 4.** | ELEKTRONIIKAN PERUSTEET |
| **4.1 Puolijohteet**  **4.1.1 Diodit (a)** | Diodien symbolit;  Diodien tyypit ja ominaisuudet;  Diodit sarjassa ja rinnan;  Tyristorien, LEDien, valodiodien, varistorien ja tasasuuntausdiodien tärkeimmät ominaisuudet ja käyttökohteet;  Diodien toiminnan testaaminen. |
| **4.1.1 Diodit (b)** | Materiaalit, elektronirakenteet, sähköiset ominaisuudet; P- ja N-tyypin puolijohdemateriaalit: epäpuhtauksien vaikutus johtavuuteen sekä enemmistö- ja vähemmistövirrankuljetusominaisuuksiin;  Puolijohteen PN-liitos, potentiaalieron syntyminen PN-liitoksen yli esijännittämättömässä, myötösuuntaan esijännitetyssä ja estosuuntaan esijännitetyssä tilassa;  Diodin parametrit: estosuunnan huippujännite, suurin myötösuuntainen virta, lämpötila, taajuus, vuotovirta, tehohäviö; Diodien toiminta ja tehtävä seuraavissa piireissä: leikkaindiodit, jännitetason lukitsimet, puoli- ja kokoaaltotasasuuntaajat, jännitteen kahdentajat ja kolminkertaistajat; Seuraavien komponenttien yksityiskohtainen toiminta ja ominaisuudet: tyristori, LED, Shottky-diodi, valodiodi, kapasitanssidiodi, tasasuuntausdiodi, Zener-diodi. |
| **4.1.2 Transistorit (a)** | Transistorien symbolit;  Komponenttien kuvaus ja asemointi;  Transistorien tyypit ja ominaisuudet; |
| **4.1.2 Transistorit (b)** | PNP- ja NPN-transistorien rakenne ja toiminta;  Kanta-, kollektori- ja emitterikytkennät;  Transistorien testaaminen.  Perustiedot muista transistorityypeistä ja niiden käyttötarkoituksista.  Transistorien käyttösovellukset: vahvistinluokat (A, B ja C);  Yksinkertaiset piirit, joissa on seuraavia tekijöitä: esijännitys, erotus, takaisinkytkentä ja stabilointi;  Monivaihepiirien periaatteet: kaskadit, vuorovaihepiirit, multivibraattorit, flip-flop-piirit. |
| **4.1.3 Integroidut piirit (a)** | Logiikka- ja lineaaripiirien / operaatiovahvistimien kuvaus ja toiminta |
| **4.1.3 Integroidut piirit (b)** | Logiikka- ja lineaaripiirien kuvaus ja toiminta.  Johdatus integraattorina, derivaattorina, jänniteseuraimena ja komparaattorina käytettävien operaatio vahvistimien toimintaan ja tehtäviin;  Toiminta ja vahvistinasteiden kytkentätavat; resistiivinen, kapasitiivinen, induktiivinen (muuntaja), induktiivis-resistiivinen (IR), suora;  Positiivisen ja negatiivisen takaisinkytkennän edut ja haitat. |
| **4.2 Painetut virtapiirit** | Painettujen virtapiirien kuvaus ja käyttötarkoitukset. |
| **4.3 Servomekanismit (a)** | Seuraavien termien ymmärtäminen: Avoimet ja suljetut järjestelmät, takaisinkytkentä, seuranta, analogia-anturit;  Seuraavien tahdistinjärjestelmien komponenttien / ominaisuuksien periaatteet ja käyttötarkoitukset: resolverit, differentiaalikäyttö, ohjaus ja vääntömomentti, muuntajat, induktiiviset ja kapasitiiviset anturit. |
| **4.3 Servomekanismit (b)** | Seuraavien termien ymmärtäminen: Avoin ja takaisinkytkentäinen piiri, seuranta, servomekanismi, analoginen, anturi, tyhjä tai nolla-arvoinen, vaimennus, takaisinkytkentä, erottelukynnys;  Seuraavien tahdistinjärjestelmien komponenttien rakenne, toiminta ja käyttö: resolverit, differentiaalikäyttö, ohjaus ja vääntömomentti, E- ja I-muuntajat, induktiiviset anturit, kapasitiiviset anturit, tahtianturit;  Servomekanismien viat, tahdistusjohtojen vaihtaminen, heilunta. |
| **MODUULI 5.** | DIGITAALITEKNIIKKA ELEKTRONISET MITTARISTOT |
| **5.1 Elektroniset mittaristot** | Tyypilliset järjestelmät ja elektronisten mittaristojen sijoittelu ohjaamoissa. |
| **5.2 Lukujärjestelmät** | Lukujärjestelmät: binaari-, oktaali ja heksadesimaaliluvut;  Havaintoesitys lukujen muuntamisesta desimaalijärjestelmästä binaari-, oktaali- ja heksadesimaalijärjestelmiin ja toisin päin. |
| **5.3 Tiedon muuntaminen** | Analogisessa muodossa oleva tieto, digitaalisessa muodossa oleva tieto;  AD- ja DA-muuntimien toiminta ja käyttösovellukset, meno- ja tulosignaalit, eri tyyppien rajoitukset. |
| **5.4 Dataväylät** | Dataväylien toiminta ilma-alusten järjestelmissä, mukaan lukien ARINC- ja muiden järjestelmien tuntemus. |
| **5.5 Logiikkapiirit (a)** | Tavallisimpien loogisten porttipiirien symbolien, totuustaulukkojen ja vastinpiirien tuntemus;  Ilma-aluksissa käytettävät sovellukset, logiikkakaaviot. |
| **5.5 Logiikkapiirit (b)** | Logiikkakaavioiden tulkinta. |
| **5.6 Tietokoneiden perusrakenteet (a)** | Tietotekninen sanasto (mukaan lukien käsitteet bitti, tavu, ohjelmisto, laitteisto, keskusyksikkö, integroitu piiri, erilaiset muistivälineet, kuten RAM, ROM, PROM);  Tietotekniikka (siten kuin sitä sovelletaan ilma-alusten järjestelmissä). |
| **5.6 Tietokoneiden perusrakenteet (b)** | Tietokoneisiin liittyvä sanasto:  Mikrotietokoneiden ja niiden väyläjärjestelmien tärkeimpien komponenttien toiminta, sijoittelu ja liitännät;  Yksi- ja moniosoitteisiin komentoihin sisältyvä tieto;  Muistiin liittyvät termit:  Tyypillisten muistivälineiden toiminta;  Erilaisten tiedontallennusjärjestelmien toiminta, edut ja haitat. |
| **5.7 Mikroprosessorit** | Mikroprosessorin tekemät toiminnot ja sen toiminta yleisesti;  Kaikkien seuraavien mikroprosessorin osien perustoiminta: ohjaus- ja keskusyksikkö, kellotaajuusgeneraattori, rekisteri, aritmeettis-looginen yksikkö (ALU) |
| **5.8 Integroidut piirit** | Enkooderien ja dekooderien toiminta ja käyttö;  Erityyppisten enkooderien toiminta:  Käyttö keskitiheässä, tiheässä ja erittäin tiheässä integroinnissa. |
| **5.9 Kanavointi** | Kanavointilaitteiden ja kanavoinnin purkulaitteiden logiikkapiirien toiminta, käyttösovellukset ja tunnistaminen. |
| **5.10 Kuituoptiikka** | Kuituoptiikalla toteutetun tiedonsiirron edut ja haitat sähköjohtimien avulla tapahtuvaan verrattuna.  Kuituoptinen dataväylä;  Kuituoptiikkaan liittyvät termit;  Pääteliittimet;  Liittimet, ohjauspäätteet, etäpäätteet;  Kuituoptiikan käyttö ilma-alusten järjestelmissä. |
| **5.11 Elektroniset näyttölaitteet** | Tavallisimpien ilma-aluksissa käytettävien näyttötyyppien toimintaperiaatteet, mukaan lukien Kuvaputki-, LED- ja nestekidenäytöt. |
| **5.12 Staattiselle sähkölle herkät laitteet** | Staattisen sähkön purkauksille herkkien laitteiden erityiskäsittely;  Vaarojen ja mahdollisesti aiheutuvien vaurioiden sekä komponenttien ja henkilökohtaisten  suojavarusteiden tuntemus. |
| **5.13 Ohjelmistojen hallinnan valvonta** | Tietokoneohjelmistoja koskevien rajoitusten ja lentokelpoisuusvaatimusten tuntemus sekä niihin tehtyjen luvattomien muutosten mahdollisten katastrofisten seuraamusten ymmärtäminen. |
| **5.14 Sähkömagneettinen ympäristö** | Seuraavien seikkojen vaikutus elektronisten järjestelmien kunnossapitokäytäntöihin:  EMC eli sähkömagneettinen yhteensopivuus  EMI eli sähkömagneettiset häiriöt  HIRF eli voimakas säteilykenttä  Salamat ja niiltä suojautuminen. |
| **5.15 Tyypilliset elektroniset / digitaaliset ilma-aluksissa käytettävät järjestelmät** | Tyypillisten ilma-aluksissa käytettävien elektronisten/digitaalisten järjestelmien yleinen järjestely ja niihin liittyvä sisäänrakennettu testaus, kuten:   1. *ainoastaan luokan B1 ja B2 osalta:*   ACARS—ARINC -viestintä- ja raportointijärjestelmä  EICAS eli moottorinvalvontajärjestelmä  FBW eli elektroninen ohjausjärjestelmä  FMS eli lennonhallintajärjestelmä  IRS eli inertiasuunnistusjärjestelmä   1. *ainoastaan luokan B1 ja B2 osalta:*   ECAM eli ilma-aluksen keskitetty valvontamittaristo  EFIS eli elektroninen lennonvalvontajärjestelmä  GPS eli maailmanlaajuinen satelliittipaikannusjärjestelmä  TCAS eli liikenteestä hälyttävä ja yhteentörmäysvaarasta varoittava järjestelmä  Integroitu modulaarinen avioniikka  Matkustamojärjestelmät  Tietojärjestelmät |

|  |  |
| --- | --- |
| **MODUULI 6.** | MATERIAALIT JA LAITTEISTOT |
| **6.1 Ilma-alusten materiaalit — rautametalliset (a)** | Ilma-aluksissa yleisesti käytettyjen seostettujen teräksien ominaisuudet ja niiden tunnistaminen;  Seostettujen terästen lämpökäsittely ja käyttösovellukset; |
| **6.1 Ilma-alusten materiaalit — rautametalliset (b)** | Rautametallisten materiaalien kovuuden, vetomurtolujuuden, väsymislujuuden ja iskunkestävyyden testaus. |
| **6.2 Ilma-alusten materiaalit — ei-rautametalliset (a)** | Ilma-aluksissa yleisesti käytettyjen ei-rautametallisten materiaalien ominaisuudet ja niiden tunnistaminen;  Ei-rautametallisten materiaalien lämpökäsittely ja käyttösovellukset; |
| **6.2 Ilma-alusten materiaalit — ei-rautametalliset (b)** | Ei-rautametallisten materiaalien kovuuden, vetomurtolujuuden, väsymislujuuden ja iskunkestävyyden testaus. |
| **6.3 Ilma-alusten materiaalit — komposiittimateriaalit ja ei-metalliset materiaalit**  **6.3.1 Komposiittimateriaalit ja ei-metalliset materiaalit puuta ja kankaita lukuun ottamatta (a)** | Ilma-aluksissa yleisesti käytettävien komposiittimateriaalien ja ei-metallisten materiaalien, paitsi puun ja kankaiden, ominaisuudet ja tunnistaminen  Tiivistys- ja sitomisaineet. |
| **6.3.1 Komposiittimateriaalit ja ei-metalliset materiaalit puuta ja kankaita lukuun ottamatta (b)** | Komposiittimateriaalien ja ei-metallisten materiaalien vikojen/huonontumisen havaitseminen.  Komposiittimateriaalien ja ei-metallisten materiaalien korjaus. |
| **6.3.2 Puiset rakenteet** | Ilma-alusten puisten runkorakenteiden valmistusmenetelmät;  Ilma-aluksissa käytettävät puu- ja liimatyypit ja niiden ominaisuudet;  Puisten rakenteiden suojaaminen ja kunnossapito;  Puumateriaaleissa ja puisissa rakenteissa esiintyvät viat;  Puisissa rakenteissa olevien vikojen havaitseminen;  Puisten rakenteiden korjaaminen. |
| **6.3.3 Kankaiset katteet** | Ilma-aluksissa käytettävät kangastyypit ja niiden ominaisuudet;  Kankaiden tarkastusmenetelmät;  Kankaissa esiintyvät viat;  Kankaisen katteen korjaus. |
| **6.4 Korroosio (a)** | Kemialliset perusteet;  Korroosion synty galvaanisen vaikutuksen johdosta, mikrobiologisesti tai jännityksen johdosta; |
| **6.4 Korroosio (b)** | Korroosiotyypit ja niiden tunnistaminen;  Korroosion syyt;  Materiaalityypit, alttius korroosiolle. |
| **6.5 Kiinnitystarvikkeet**  **6.5.1 Ruuvien kierteet** | Ruuvien nimitykset;  Kierretyypit, ilma-aluksissa käytettävien standardikierteiden mitat ja toleranssit;  Ruuvikierteiden mittaaminen. |
| **6.5.2 Pultit, vaarnaruuvit ja ruuvit** | Pulttityypit: ilma-aluksissa käytettävien pulttien tekniset tiedot, tunnistaminen ja merkintä, kansainväliset standardit;  Mutterit: lukkomutterit, ankkurimutterit, tavalliset mutterit; Koneruuvit: ilma-aluksia koskevat tekniset tiedot;  Vaarnaruuvit: tyypit ja käyttötarkoitukset, paikoilleen asettaminen ja irrottaminen;  Itsekierteittävät ruuvit, vaarnat. |
| **6.5.3 Lukituslaitteet** | Kieleke- ja jousialuslevyt, lukkolaatat, haarasokat, laippamutterit, vaijerinlukitsimet, pikalukitsimet, kiilat, lukkorenkaat, saksisokat. |
| **6.5.4 Ilma-aluksissa käytettävät niitit** | Tavanomaisten ja sokkoniittien tyypit: tekniset tiedot ja tunnistaminen, lämpökäsittely |
| **6.6 Putket ja liittimet (a)** | Ilma-aluksissa käytettävät jäykät ja joustavat putkityypit ja putkiliittimet sekä niiden tunnistaminen; |
| **6.6 Putket ja liittimet (b)** | Ilma-alusten hydrauliikka-, polttoaine-, öljy- ja paineilmajärjestelmissä käytettävät standardiliittimet. |
| **6.7 Jouset** | Jousityypit, jousien materiaalit, ominaisuudet ja käyttötarkoitukset. |
| **6.8 Laakerit** | Laakerien käyttötarkoitus, kuormitukset, materiaalit, rakenne; Laakerityypit ja niiden käyttötarkoitukset. |
| **6.9 Voimansiirtolaitteet** | Vaihdetyypit ja niiden käyttötarkoitukset;  Välityssuhteet, alennus- ja ylennysvaihdejärjestelmät, vetävät ja vedetyt hammaspyörät, välipyörät, hammastukset;  Hihnat ja hihnapyörät, ketjut ja ketjupyörät. |
| **6.10 Ohjausvaijerit** | Vaijerityypit;  Vaijeripäätteet, vanttiruuvit ja kevityslaitteet; Kääntöpyörät ja vaijerijärjestelmän osat; Bowdenköydet;  Ilma-alusten joustavat ohjausjärjestelmät. |
| **6.11 Sähkökaapelit ja liittimet** | Kaapelityypit, niiden rakenne ja ominaisuudet;  Korkeajännite- ja koaksiaalikaapelit;  Liittäminen puristamalla: Liitintyypit, holkit, päätteet, eristeet, nimellisvirta ja -jännite, kytkeminen, tunnuskoodit. |

|  |  |
| --- | --- |
| **MODUULI 7. A ja B** | HUOLTO JA KUNNOSSAPITO |
| **7.1 Ilma-aluksissa ja korjaamolla noudatettavat turvallisuusmääräykset** | Työturvallisuusnäkökohdat, mukaan lukien varotoimet työskenneltäessä sähkön, kaasujen (etenkin hapen), öljyjen ja kemikaalien kanssa.  Lisäksi ohjeet siitä, miten toimitaan tulipalon tai muun onnettomuuden sattuessa, johon liittyy edellä mainittuja vaaratekijöitä, mukaan lukien tiedot erilaisista sammutusaineista. |
| **7.2 Korjaamon työtavat** | Työkaluista huolehtiminen, niiden tarkastaminen, korjaamon materiaalien käyttö;  Mitat, sallitut poikkeamat ja toleranssit, työn laatu; Työkalujen ja laitteiden kalibrointi, kalibrointistandardit. |
| **7.3 Työkalut** | Tavallisimmat käsityökalut; Tavallisimmat sähkö- ja paineilmatyökalut;  Tarkkuusmittavälineiden toiminta ja käyttö; Voitelulaitteet ja -menetelmät; Tavanomaisten sähköisten testauslaitteiden toiminta, käyttötarkoitus ja käyttö. |
| **7.4 Yleiset avioniikan testauslaitteet** | Tavanomaisten avioniikan testauslaitteiden toiminta, käyttötarkoitus ja käyttö. |
| **7.5 Tekniset piirustukset, kaaviot ja standardit** | Piirustustyypit ja kaaviot, niiden symbolit, mitat, toleranssit ja kuvannot;  Otsikkoruudun tietojen tulkinta;  Mikrofilmit, mikrofilmikortit ja tietokoneistetut esitykset;  Amerikkalaisen ATAn (Air Transport Association) erittely 100;  Ilmailussa käytettävät ja muut kyseeseen tulevat standardit, kuten ISO, AN, MS, NAS ja MIL;  Johdotuskaaviot ja muut kaaviot. |
| **7.6 Sovitteet ja välykset** | Pultin reikiin käytettävät poranterän koot, soviteluokat;  Yleiset sovitteet ja välykset  Ilma-aluksissa ja niiden moottoreissa käytettävät sovitteet ja välykset;  Vääntymis- kiertymis- ja kulumisrajat;  Standardimenetelmät akselien, laakerien ja muiden osien tarkastamiseksi. |
| **7.7 Sähköjohdotusjärjestelmä (EWIS ei koske Moduuli 7B)** | Johtavuus, eristys- ja liitostavat sekä testaus; Puristusliitostyökalujen käyttö: käsi- ja hydraulikäyttöiset; Puristusliitosten testaus; Liitinnastan irrottaminen ja paikoilleen asettaminen; Koaksiaalikaapelit: testauksessa ja asennuksessa huomioon otettavat seikat; Johtotyyppien tunnistaminen, niiden tarkastusperusteet ja vaurionsietokyky;  Johdotuksen suojaustavat: johdinniput ja niiden kannattimet, kaapelikiinnittimet, suojaaminen päällysteillä kuten kutistesukalla, muut suojaukset; EWIS-järjestelmien asennusta, tarkastusta, korjausta, huoltoa ja puhtautta koskevat vaatimukset. |
| **7.8 Niittiliitokset** | Niittiliitokset, niittien väli ja jako;  Niittauksessa ja puristusupotuksessa käytettävät työkalut;  Niittiliitosten tarkastaminen. |
| **7.9 Putket ja letkut** | Ilma-aluksissa käytettävien putkien taivuttaminen, supistukset ja leviykset;  Ilma-aluksissa käytettävien putkien ja letkujen tarkastaminen ja testaus;  Putkien tarkastaminen ja kiinnittäminen. |
| **7.10 Jouset** | Jousien tarkastaminen ja testaus. |
| **7.11 Laakerit** | Laakereiden testaus, puhdistus ja tarkastus;  Laakereiden voiteluvaatimukset;  Laakereissa esiintyvät viat ja niiden syyt. |
| **7.12 Voimansiirtolaitteet** | Hammaspyörien ja niiden välyksen tarkastaminen;  Hihnojen ja hihnapyörien, ketjujen ja ketjupyörien tarkastaminen.  Johtoruuvien, vipujen sekä veto- ja työntötankojen tarkastaminen. |
| **7.13 Ohjausvaijerit** | Vaijeripäätteiden puristus ja taonta;  Ohjausvaijerien tarkastaminen ja testaus;  Bowdenköydet; ilma-alusten joustavat ohjausjärjestelmät. |
| **7.14 Materiaalin käsittely**  **7.14.1 *Metallilevyt*** | Sallitun taipuman merkitseminen ja laskeminen;  Metallilevytyöt, mukaan lukien taivuttaminen ja muovaaminen;  Metallilevytöiden tarkastaminen. |
| **7.14.2 *Komposiittimateriaalit ja ei-metalliset materiaalit*** | Liitostavat;  Ympäristön olosuhteet;  Tarkastusmenetelmät. |
| **7.15 Hitsaus, kovajuotosten teko, juottaminen ja liimaus (a)** | Juotosmenetelmät, juotosliitosten tarkastaminen. |
| **7.15 Hitsaus, kovajuotosten teko, juottaminen ja liimaus (b)** | Hitsaus- ja kovajuotosmenetelmät;  Hitsien ja kovajuotosten tarkastaminen;  Liimausmenetelmät ja liimattujen liitosten tarkastaminen. |
| **7.16 Ilma-aluksen massa ja painopiste (a)** | Painopisteen / tasapainorajojen laskeminen: asianmukaisten dokumenttien käyttö; |
| **7.16 Ilma-aluksen massa ja painopiste (b)** | Ilma-aluksen valmistelu punnitusta varten;  Ilma-aluksen punnitseminen. |
| **7.17 Ilma-aluksen käsittely ja varastointi** | Ilma-aluksen rullaus / hinaus ja niihin liittyvät turvatoimet;  Ilma-aluksen nostaminen tunkilla, jarrutönkkien asettaminen, paikoilleen varmistaminen ja niihin liittyvät turvatoimet;  Ilma-alusten säilyttäminen;  Polttoaineen tankkaus- ja tyhjennysmenetelmät;  Jäänpoisto- ja jäänestomenetelmät;  Sähkö-, hydrauli- ja paineilmamaalaitteet.  Ympäristöolosuhteiden vaikutus ilma-aluksen käsittelyyn ja toimintaan. |
| **7.18 Purkamis-, tarkastus-, korjaamis- ja kokoonpanomenetelmät (a)** | Vikatyypit ja silmämääräisen tarkastuksen menetelmät; Korroosiovaurioiden korjaaminen, arviointi ja uudelleensuojaus. |
| **7.18 Purkamis-, tarkastus-, korjaamis- ja kokoonpanomenetelmät (b)** | Yleiset korjausmenetelmät, rakenteellisten korjausten käsikirja; Vanhenemisen, väsymisen ja korroosion seurantaohjelmat. |
| **7.18 Purkamis-, tarkastus-, korjaamis- ja kokoonpanomenetelmät (c)** | Ainetta rikkomattomat tarkastusmenetelmät, mukaan lukien tunkeumanesteen käyttö, röntgenkuvaus, pyörrevirta-, ultraääni- ja boroskooppimenetelmät. |
| **7.18 Purkamis-, tarkastus-, korjaamis- jakokoonpanomenetelmät (d)** | Purkamis- ja uudelleenkokoamismenetelmät. |
| **7.18 Purkamis-, tarkastus-, korjaamis- ja kokoonpanomenetelmät (e)** | Vianselvitysmenetelmät. |
| **7.19 Epätavalliset ilmiöt (a)** | Salamaniskun tai voimakkaalle säteilykentälle altistumisen jälkeen tehtävä tarkastus. |
| **7.19 Epätavalliset ilmiöt (b)** | Tarkastukset, jotka tehdään epätavallisten tapausten, kuten raskaiden laskeutumisten ja turbulenssien läpi lentämisen jälkeen. |
| **7.20 Huolto- ja kunnossapitotoimet** | Huollonsuunnittelu:  Muutostyöt;  Varastotointi;  Huoltotodisteen antaminen ja ilma-aluksen käyttöön luovuttaminen  Rajapinta ilma-aluksen lentotoimintaan;  Huoltotarkastus/laadunvalvonta/laadunvarmistus;  Muut huoltotoimet;  Käyttöiältään rajoitettujen osien tarkastus. |

|  |  |
| --- | --- |
| **MODUULI 8 .** | AERODYNAMIIKAN PERUSTEET |
| **8.1 Ilmakehän fysiikka** | Kansainvälinen standardi-ilmakehä (ISA) ja sen soveltaminen aerodynamiikassa. |
| **8.2 Aerodynamiikka** | Ilman virtaus kiinteän kappaleen ympärillä;  Rajakerros, laminaarinen ja turbulenttinen virtaus, vapaa virtaus, suhteellinen ilmavirta, ylöstaite ja alastaite, pyörteet, patoutuminen;  Seuraavat termit: käyristys, jänne, aerodynaaminen keskijänne,  loisvastus, indusoitu vastus, painekeskiö, kohtauskulma, positiivinen kierto, negatiivinen kierto, hoikkuussuhde, siiven muoto ja sivusuhde;  Työntövoima, paino, aerodynaamisten voimien resultantti; Nostovoiman ja vastuksen syntyminen; Kohtauskulma, nostovoimakerroin, vastuskerroin, polaarikäyrä, sakkaus;  Epäpuhtauksien kuten jään, lumen, huurteen ym. vaikutus kantopinnanprofiiliin. |
| **8.3 Lentämisen teoria** | Nostovoiman, painon, työntövoiman ja vastuksen välinen yhteys; Liitosuhde;  Vakaa lento, suoritusarvot;  Käännösten teoria;  Kuormituskertoimen vaikutus: sakkaus, lennon rajakäyrä ja rakenteelliset rajoitukset; Nostovoiman lisäys. |
| **8.4 Lennon vakaus ja dynamiikka** | Pituus-, poikittais- ja suuntavakaus (aktiivinen ja passiivinen). |

|  |  |
| --- | --- |
| **MODUULI 9. A ja B** | INHIMILLISET TEKIJÄT |
| **9.1 Yleistä** | Inhimillisten tekijöiden huomioon ottamisen tarpeellisuus; Inhimillisistä tekijöistä/virheistä aiheutuvat tilanteet;  ”Murphyn laki”. |
| **9.2 Inhimillinen suorituskyky ja sen rajoitukset** | Näkö; Kuulo;  Kyky käsitellä tietoja;  Tarkkaavaisuus ja käsityskyky;  Muisti;  Suljetun paikan kammo ja pääsy eri tiloihin. |
| **9.3 Sosiaalipsykologia** | Vastuuntunto: yksilön ja ryhmän;  Motivaatio ja sen puute;  Vertaispaine;  Kulttuuritekijät;  Ryhmätyö;  Johto, työnjohto ja johtajuus. |
| **9.4 Suorituskykyyn vaikuttavat tekijät** | Fyysinen kunto ja terveys;  Stressi: kotiasioihin ja töihin liittyvä;  Aikataulujen ja määräaikojen aiheuttamat paineet;  Työmäärä: liikaa ja liian vähän töitä;  Uni ja väsymys, vuorotyö;  Alkoholi, lääkitys, huumeet. |
| **9.5 Fyysinen ympäristö** | Melu ja katkut;  Valaistus;  Ilman laatu ja lämpötila;  Liike ja tärinä;  Työympäristö. |
| **9.6 Tehtävät** | Fyysinen työ;  Yksitoikkoinen työ;  Silmämääräinen tarkastus;  Monimutkaiset järjestelmät. |
| **9.7 Viestintä** | Työryhmien sisällä ja välillä;  Työn kirjaus;  Ajan tasalla pysyttely, ajanmukaisuus;  Tiedonlevitys. |
| **9.8 Inhimilliset virheet** | Virhemallit ja -teoriat;  Huolto- ja kunnossapitotöissä tehtävien virheiden tyypit;  Virheiden seuraukset (kuten onnettomuudet);  Virheiden hallinta ja välttäminen. |
| **9.9 Työympäristön vaaratekijät** | Vaaratekijöiden tunnistaminen ja välttäminen;  Toiminta hätätilanteissa. |

|  |  |
| --- | --- |
| **MODUULI 10.** | ILMAILULAINSÄÄDÄNTÖ |
| **10.1 Säännöstö** | Kansainvälisen siviili-ilmailujärjestön (ICAO) asema; Jäsenvaltioiden ja kansallisten ilmailuviranomaisten asema; EASAn asema; Euroopan komission asema; Osan 21, osan M, osan 145, osan 66, osan 147 ja EU- OPS:n välinen suhde. |
| **10.2 Osa 66: Huoltohenkilöstön valtuutus** | Osan 66 yksityiskohtainen tuntemus. |
| **10.3 Osa 145: Hyväksytyt huolto-organisaatiot** | Osan 145 yksityiskohtainen tuntemus. |
| **10.4 EU-OPS** | Kaupallinen ilmakuljetus / kaupallinen lentotoiminta; Lentotoimintaluvat; Lentotoiminnan harjoittajien velvollisuudet erityisesti lentokelpoisuuden ylläpidon ja huollon osalta; Mukana pidettävät asiakirjat; Ilma-aluksen ohjekilvet; |
| **10.5 Ilma-aluksen sertifiointi**  **(a) Yleistä** | Sertifiointisäännöt: esim. EACS 23/25/27/29;  Tyyppihyväksyntä;  Lisätyyppihyväksyntä; Osa 21, Suunnittelu- ja tuotanto-organisaation hyväksyntä. |
| **(b) Asiakirjat** | Lentokelpoisuustodistus;  Rekisteröintitodistus;  Melutodistus;  Luettelo koneen painoista;  Radiopuhelinlupa ja -hyväksyntä. |
| **10.6 Jatkuva lentokelpoisuus** | Osan 21 sisältäen osan M yksityiskohtainen tuntemus. |
| **10.7 Seuraavia asioita koskevat kansalliset ja kansainväliset määräykset:(ellei niitä ole kumottu EU:n määräyksillä)**  **(a)** | Huolto-ohjelmat, huoltotarkistukset ja -tarkastukset;  Minimivarusteluettelojen alkuperäiskopiot, minimivarusteluettelot, kuormapoikkeamaluettelot;  Lentokelpoisuusdirektiivit;  Huoltotiedotteet, valmistajilta saatavat huoltotiedot;  Muutostyöt ja korjaukset.  Huoltodokumentaatio: huolto-oppaat, rakenteellisten korjausten oppaat, kuvitetut osaluettelot jne.; |
| **10.7 Seuraavia asioita koskevat kansalliset ja kansainväliset määräykset:(ellei niitä ole kumottu EU:n määräyksillä)**  **(b)** | Jatkuva lentokelpoisuus;  Koelennot;  ETOPS, huoltoa ja lähtökuntoa koskevat ohjeet;  Jokasään toiminta, kategorian 2/3 toiminta ja varusteiden vähimmäisvaatimukset. |

|  |  |
| --- | --- |
| **MODUULI 11. A, B ja C** | TURBIINIMOOTTORISTEN LENTOKONEIDEN AERODYNAMIIKKA, RAKENTEET JA JÄRJESTELMÄT |
| **11.1 Lennonteoria**  **11.1.1 Lentokoneen aerodynamiikka ja ohjaimet** | Seuraavien laitteiden toiminta ja vaikutus: — sivuttaiskallistuksen ohjaus: siivekkeet ja spoilerit;  — nousukulma ohjaus: korkeusperäsimet, pendeliperäsimet, muuttuvakulmaiset vakaimet ja etuvakaimet; — sivuperäsinohjaus, peräsimen rajoittimet;  Ohjaus kallistuskorkeusperäsinten ja V-peräsinten avulla;  Lisänostovoimalaitteet, solat, solalaipat, laipat, laippasiivekkeet;  Jarruttavat laitteet, spoilerit, lentojarrut, siipijarrut;  Rajakerrosaitojen ja sahalaitaisen johtoreunan vaikutukset;  Rajakerroksen hallinta pyörteensynnyttäjien, sakkauskiilojen tai johtoreunalaitteiden avulla;  Trimmilaippojen, kevittimien ja johtoreunan laippojen, servolaippojen, jousilaippojen, tasapainotusmassan, ohjaustason etujännityksen ja aerodynaamisten kompensointilevyjen toiminta ja vaikutus; |
| **11.1.2 Suurnopeuslento** | Äänen nopeus, aliäänilento, lento äänen nopeudella, yliäänilento,  Mach-luku, kriittinen Mach-luku, kokoonpuristumisen aiheuttama tärinä, paineaalto, ilman kitkan aiheuttama kuumeneminen, ylisooninen poikkipinta-alasääntö tekijät, jotka vaikuttavat ilman virtaamiseen suurnopeuslentokoneiden moottorien ilmanotossa;  Nuolimuodon vaikutus kriittiseen Mach-lukuun. |
| **11.2 Ilma-alusten runkorakenteet — yleiset käsitteet (a)** | Lentokelpoisuuden edellyttämä rakenteellinen lujuus:  Rakenteiden luokittelu, primääri, sekundääri, tertiääri;  Viankestävä rakenne, turvallinen käyttöikä, vaurionsietävyyden käsitteet;  Vyöhyke- ja asematunnistusjärjestelmät;  Jännitys, taipuminen, puristus, leikkausvoimat, kiertyminen, vetojännitys, kehäjännitys, väsyminen;  Viemäröinnin ja ilmanvaihdon vaatimukset;  Järjestelmäasennusten vaatimukset;  Salamaniskuilta suojaamisen vaatimukset;  Ilma-alusten liitokset. |
| **11.2 Ilma-alusten runkorakenteet — yleiset käsitteet (b)** | Seuraavien rakenteiden valmistusmenetelmät: kantava kuorirakenne, muotokaaret, jäykisteet, pituusjäykisteet, laipiot, kehykset, palstalevyt, tuet, vahvikkeet, palkit, lattiarakenteet, vahvistukset, päällyksen valmistusmenetelmät, korroosiosuojaus, siipien, pyrstön ja moottorien kiinnitykset;  Rakenteiden kokoonpanomenetelmät: niittaus, pulttaus, liimaus;  Suojaavat pintakäsittelymenetelmät, kuten kromaus, eloksointi, maalaus;  Pintojen puhdistus.  Lentokoneen rungon symmetrisyys: kohdistusmenetelmät ja symmetrian tarkastaminen. |
| **11.3 Ilma-alusten runkorakenteet — lentokoneet**  **11.3.1 Runko (ATA 52 / 53 / 56)** | Rakenne ja paineistamisen edellyttämä tiivistys:  Siipien, vakaimen, pankan ja laskutelineen kiinnitykset;  Istuinten asennus ja rahdin lastausjärjestelmä;  Ovet ja varauloskäynnit: rakenne, mekanismit, toiminta ja turvalaitteet;  Ikkunoiden ja tuulilasien rakenne ja mekanismit. |
| **11.3.2 Siivet (ATA 57)** | Rakenne:  Polttoainesäiliöt;  Laskutelineet, pankka, ohjainpinnat ja lisänostovoima- ja jarrutuslaitteet. |
| **11.3.3 Vakaimet (ATA 55)** | Rakenne:  Ohjainpintojen kiinnitys. |
| **11.3.4 Ohjainpinnat (ATA 55/57)** | Rakenne ja kiinnitys:  Tasapainotus — massavoimien ja aerodynaamisten voimien osalta. |
| **11.3.5 Kehdot/pankat (ATA 54)** | Rakenne:  Tuliseinät;  Moottorin kannakkeet. |
| **11.4 Ilmastointi ja matkustamon paineistus (ATA 21)**  **(Huomioi 11 B/C eroavaisuus)**  **11.4.1 Tuloilma** | Tuloilman lähteet, mukaan lukien vuodatusilma, apuvoimalaite ja ulkoinen syöttö (maapuhallin). |
| **11.4.2 Ilmastointi** | Ilmastointijärjestelmät;  Ilmakiertoprosessia ja höyrystyskiertoprosessia käyttävät laitteet;  Jakelujärjestelmät;  Ilmavirtauksen, lämpötilan ja kosteuden säätöjärjestelmät. |
| **11.4.3 Paineistus** | Paineistusjärjestelmät;  Säätö ja mittaus, mukaan lukien säätö- ja varoventtiilit;  Matkustamon paineensäätimet. |
| **11.4.4 Turva- ja varoituslaitteet** | Turva- ja varoituslaitteet. |
| **11.5 Mittarit/avioniikkajärjestelmät**  **11.5.1 Mittaristot (ATA 31)** | Patopaineeseen perustuvat: korkeusmittari, ilmanopeusmittari, pystysuuntaisen nopeuden mittari;  Hyrrävoimiin perustuvat: keinohorisontti, asentonäyttö, lentosuunnan osoitin, HSI-näyttö, kaarto- ja luisumittari, kaartokoordinaattori;  Kompassit: tavanomaiset magneettikompassit, etäkompassit;  Kohtaamiskulman näyttö, sakkausvaroitusjärjestelmät; Lasiohjaamo (elektronisilla näytöillä varustettu ohjaamo.  Muut lentokoneiden järjestelmien mittarit. |
| **11.5.2 Avioniikkajärjestelmät** | Seuraavien järjestelmien rakenteen ja toiminnan perusteet:  Automaattiohjaus (ATA 22);  Tietoliikenne (ATA 23);  Navigointijärjestelmät (ATA 34). |
| **11.6 Sähköjärjestelmä (ATA 24)** | Akkujen asennus ja toiminta;  Tasavirran tuottaminen;  Vaihtovirran tuottaminen;  Varavoiman tuottaminen;  Jännitteensäätö;  Virran jakelu;  Invertterit, muuntajat, tasasuuntaajat;  Piirien suojaus;  Ulkoinen/maasta käsin syötetty sähkö. |
| **11.7 Laitteet ja varusteet (ATA 25) (a)** | Hätävaruste vaatimukset;  Istuimet, valjaat ja vyöt. |
| **11.7 Laitteet ja varusteet (ATA 25) (b)** | Matkustamon varusteiden sijoittelu;  Laitteiden sijoittelu;  Matkustamon varusteiden asennus;  Matkustamon viihdelaitteet;  Keittiön asennus;  Rahdin käsittely- ja kiinnityslaitteet;  Koneen portaat. |
| **11.8 Palontorjunta (ATA 26) (a)** | Palon- ja savuilmaisimet ja varoitusjärjestelmät;  Palonsammutusjärjestelmät;  Järjestelmien testaus. |
| **11.8 Palontorjunta (ATA 26) (b)** | Kannettava sammutin. |
| **11.9 Ohjaimet (ATA 27)** | Ensisijaiset ohjaimet: siiveke, korkeusperäsin, sivuperäsin, spoileri, trimmit  Aktiivinen kuormituksensäätö  Lisänostovoimalaitteet;  Nostovoimaa vähentävät laitteet; Lentojarrut, siipijarrut;  Järjestelmän toiminta: käsikäyttöinen, hydraulinen, pneumaattinen, sähkökäyttöinen, elektroninen;  Keinotunto, viipotuksen vaimennin, Mach-trimmi, peräsimen rajoitin, puuskalukkojärjestelmät;  Tasapainoitus ja viritys;  Sakkauksen esto-/varoitusjärjestelmä. |
| **11.10 Polttoainejärjestelmät (ATA 28)** | Järjestelmän osien sijoittelu;  Polttoainesäiliöt;  Syöttöjärjestelmät;  Hätätyhjennys, järjestelmän tuuletus ja tyhjennys;  Ristiinsyöttö ja siirto;  Osoittimet ja varoitukset;  Polttoaineen lisäys ja tyhjennys;  Pituusakselin suuntaiseen tasapainoon vaikuttavat polttoainejärjestelmät. |
| **11.11 Hydrauliikka (ATA 29)** | Järjestelmän osien sijoittelu;  Hydraulinesteet;  Hydraulinestesäiliöt ja -akut;  Paineen tuottaminen: sähkökäyttöisesti, mekaanisesti, pneumaattisesti;  Varajärjestelmät; suodattimet,  Paineensäätö; Tehon jakelu;  Osoitin- ja varoitusjärjestelmät;  Vuorovaikutus muihin järjestelmiin. |
| **11.12 Jäältä ja sateelta suojaaminen (ATA 30)** | Jään muodostuminen, eri jäätyypit ja jään havaitseminen;  Jäänestojärjestelmät: sähkötoimiset, kuumalla ilmalla toimivat ja kemialliset;  Jäänpoistojärjestelmät: sähkötoimiset, kuumalla ilmalla toimivat, pneumaattiset ja kemialliset;  Sadevettä hylkivät aineet;  Anturin ja vedenpoistoputken lämmitys;  Pyyhinjärjestelmät. |
| **11.13 Laskutelineet (ATA 32)** | Rakenne, iskunvaimennus;  Lasku- ja nostolaitteet: normaali ja varajärjestelmät;  Osoittimet ja varoitukset;  Pyörät, jarrut, luistonesto ja automaattijarrutus;  Renkaat;  Ohjaus. |
| **11.14 Valot (ATA 33)** | Ulkopuoliset: navigointi-, törmäyksenesto-, laskeutumis-, rullaus- ja jäävalot;  Sisäpuoliset: matkustamon, ohjaamon, rahtitilan;  Hätävalot, varavalaistus. |
| **11.15 Happi (ATA 35)** | Järjestelmän osien sijoittelu: ohjaamo, matkustamo;  Hapen syöttö, säilytys, lataaminen ja jakelu;  Virtauksen säätö;  Osoittimet ja varoitukset. |
| **11.16 Paineilma/imu (ATA 36)** | Järjestelmän osien sijoittelu;  Lähteet: moottori / apuvoimalaite, kompressorit, säiliöt, syöttö maasta käsin;  Paineensäätö;  Jakelu;  Osoittimet ja varoitukset;  Liittymäkohdat muihin järjestelmiin. |
| **11.17 Vesi/jätevedet (ATA 38)**  **11 A ja B** | Vesijärjestelmän osien sijoittelu, veden syöttö ja jakelu, järjestelmän huolto ja viemäröinti;  Käymäläjärjestelmän osien sijoittelu, huuhtelu ja huolto;  Korroosionäkökohdat. |
| **11.18 Mukana kuljettavat huoltojärjestelmät (ATA 45)**  **11A** | Huoltoon ja kunnossapitoon tarkoitetut keskustietokoneet;  Datan latausjärjestelmä;  Elektroninen kirjastojärjestelmä;  Tulostus;  Rakenteen valvonta (vaurionsietävyysvalvonta). |
| **11.19 IMA (ATA 42)11A** | Integroidun modulaarisen avioniikan (IMA) moduuleihin voi tavallisesti sisältyä muun muassa seuraavia toimintoja:  Ylivuodon valvonta, ilmanpaineen säätö, ilmanvaihto ja sen säätö, avioniikan ja ohjaamon ilmanvaihdon säätö,  lämpötilan säätö, yhteydenpito lennonjohtoon, avioniikan reititin,  sähköinen kuormanvalvontalaite, suojakatkaisinten valvonta, BITE-järjestelmä, polttoaineen valvonta, jarrujen säätö, ohjauksen säätö, laskutelineen alaslasku ja sisäänveto, rengaspainemittari, öljynpainemittari, jarrujen lämpötilan valvonta jne.  Ydinjärjestelmä; Verkkokomponentit. |
| **11.20 Matkustamojärjestelmät**  **(ATA 44) 11A** | Matkustamon viihdelaitteisiin ja ilma-aluksen sisäiseen viestintäjärjestelmään (matkustamon sisäpuhelinjärjestelmä) sekä ilma-aluksen matkustamon ja maa-asemien väliseen yhteydenpitoon (matkustamon verkkopalvelujärjestelmä) kuuluvat yksiköt ja osat. Näihin kuuluvat ääni-, tietoliikenne-, musiikki- ja videolähetykset.  Matkustamon sisäpuhelinjärjestelmä on ohjaamon/matkustamohenkilökunnan ja matkustamojärjestelmien välinen yhteys. Nämä järjestelmät tukevat tiedonsiirtoa erilaisten linjahuollossa vaihdettavien yksiköiden välillä, ja niitä käytetään yleensä matkustamohenkilökunnan käyttöpaneeleista.  Matkustamon verkkojärjestelmässä on yleensä palvelin, joka on tavallisesti liitetty esimerkiksi seuraaviin järjestelmiin:   * tiedonsiirto/radiojärjestelmä, matkustamon viihdejärjestelmä   Matkustamon verkkojärjestelmässä voi olla myös seuraavia toimintoja:   * lähtöä edeltäviä tai lähdön aikaisten ilmoitusten näyttömahdollisuus * sähköposti/inter-/intranet yhteyksiä * matkustajatietokanta   Matkustamon ydinjärjestelmä;  Matkustamon viihdejärjestelmä;  Ulkoinen viestintäjärjestelmä;  Matkustamon massamuistijärjestelmä;  Matkustamon valvontajärjestelmä;  Muut matkustamojärjestelmät. |
| **11.21 Informaatiojärjestelmät**  **(ATA 46) 11A** | Yksiköt ja komponentit, jotka tallentavat, päivittävät ja hakevat digitaalista tietoa, joka on perinteisesti ollut paperilla, mikrofilmillä tai mikrofilmikortilla. Tähän kuuluvat myös yksiköt, jotka nimenomaisesti tallentavat ja hakevat tietoja, esimerkiksi elektronisen kirjaston massamuisti ja sen ohjain. Tähän eivät kuulu muihin tarkoituksiin käytettävät ja muiden järjestelmien kanssa jaetut yksiköt tai osat, esimerkiksi ohjaamon tulostin tai yleisessä käytössä oleva näyttö  Tavanomaisia esimerkkejä ovat yhteydenpitoon lennonjohdon kanssa käytettävät tietojärjestelmät ja verkkopalvelinjärjestelmät.  Ilma-aluksen yleinen tietojärjestelmä;  Ohjaamon tietojärjestelmä;  Huoltotietojärjestelmä;  Matkustamon tietojärjestelmä;  Muut tietojärjestelmät. |

|  |  |
| --- | --- |
| **MODUULI 12.** | HELIKOPTERIEN AERODYNAMIIKKA, RAKENTEET JA JÄRJESTELMÄT |
| **12.1 Lennoteoria — pyöriväsiipisten ilma-alusten aerodynamiikka** | Terminologia;  Hyrrävoimien poikkeuttava vaikutus;  Vääntövoiman vaikutus ja suunnan ohjaus;  Nostovoiman epäsymmetrisyys, roottorin siiven kärjen sakkaaminen;  Taipumus kääntyä pyrstöroottorin vaikutuksesta ja ilmiön korjaaminen;  Coriolis-ilmiö ja sen kompensointi;  Pyörrevirtaustila; ylikallistuminen;  Autorotaatio; Maavaikutus. |
| **12.2 Ohjainjärjestelmät** | Kallistuksen ohjaus (ohjaussauva); Nousuohjaus (nousuvipu);  Kierrosluvun ohjausvipu;  Roottorin lapojen säätölaipat;  Suuntaohjaus. Viipotuksen esto: vääntömomentinhallinta, pyrstöroottori, poistolima;  Pääroottorin napa: Rakenne ja toiminta;  Vaimennusliuskat: Tehtävä ja rakenne;  Roottorin siivet: Pää- ja pyrstöroottorin siipien rakenne ja kiinnitys;  Trimmit, kiinteät ja säädettävät vakaajat;  Järjestelmän toiminta: Manuaalinen, hydraulinen, sähkökäyttöinen ja elektroninen;  Keinotunto;  Tasapainotus ja viritys. |
| **12.3 Roottorin siiven pyörimistason määritys ja tärinäanalyysi** | Roottorin suuntaus;  Pää- ja pyrstöroottorin siipien pyörimistasojen määritys;  Staattinen ja dynaaminen tasapainotus;  Tärinän lajit, keinot tärinän vähentämiseksi;  Maaresonanssi. |
| **12.4 Voimansiirtolaitteet** | Vaihteistot, pää- ja pyrstöroottorit; Kytkimet, vapaapyörät ja roottorijarru; Pyrstöroottorin käyttöakselit, joustavat nivelet, laakerit, tärinänvaimentimet ja riippulaakerit. |
| **12.5 Runkorakenteet (a)** | Lentokelpoisuuden edellyttämä rakenteellinen lujuus:  Rakenteiden luokittelu, primääri, sekundääri, tertiääri;  Viankestävä rakenne, turvallinen käyttöikä, vaurionsietävyyden käsitteet;  Vyöhyke- ja asematunnistusjärjestelmät;  Jännitys, taipuminen, puristus, leikkausvoimat, kiertyminen, vetojännitys, kehäjännitys, väsyminen;  Viemäröinnin ja ilmanvaihdon vaatimukset;  Järjestelmäasennusten vaatimukset;  Salamaniskuilta suojaamisen vaatimukset; |
| **12.5 Runkorakenteet (b)** | Seuraavien rakenteiden valmistusmenetelmät: kantava kuorirakenne, muotokaaret, jäykisteet, pituusjäykisteet, laipiot, kehykset, palstalevyt, tuet, vahvikkeet, palkit, lattiarakenteet, vahvistukset, päällyksen valmistusmenetelmät ja korroosiosuojausmenetelmät.  Kannattimen, vakaimen ja laskutelineen kiinnitykset;  Istuinten asennus;  Ovet; rakenne, mekanismit, toiminta ja turvalaitteet;  Ikkunoiden ja tuulilasin rakenne;  Polttoainesäiliöt;  Tuliseinät;  Moottorin kannakkeet;  Rakenteiden kokoonpanomenetelmät: niittaus, pulttaus, liimaus;  Suojaavat pintakäsittelymenetelmät, kuten kromaus, eloksointi, maalaus;  Pintojen puhdistus;  Lentokoneen rungon symmetrisyys: kohdistusmenetelmät ja symmetrian tarkastaminen. |
| **12.6 Ilmastointi (ATA 21)**  **12.6.1 Tuloilma** | Tuloilman lähteet, mukaan lukien moottorin kautta otettu ilma ja maapuhallin. |
| **12.6.2 Ilmastointi** | Ilmastointijärjestelmät;  Jakelujärjestelmät;  Virtauksen ja lämpötilan säätöjärjestelmät;  Turva- ja varoituslaitteet. |
| **12.7 Mittarit/avioniikka-järjestelmät**  **12.7.1 Mittaristot (ATA 31)** | Patopaineeseen perustuvat: korkeusmittari, ilmanopeusmittari, pystysuuntaisen nopeuden mittari;  Hyrrävoimiin perustuvat: keinohorisontti, asentonäyttö, lentosuunnan osoitin,  HSI-näyttö, kaarto- ja luisumittari, kaartokoordinaattori;  Kompassit: tavanomaiset magneettikompassit, etäkompassit;  Tärinänilmaisujärjestelmät — HUMS; Lasiohjaamo (elektronisilla näytöillä varustettu ohjaamo)  Muut lentokoneiden järjestelmien osoittimet. |
| **12.7.2 Avioniikkajärjestelmät** | Seuraavien järjestelmien rakenteen ja toiminnan perusteet:  Automaattinen lennonohjaus (ATA 22);  Tietoliikenne (ATA 23);  Navigointijärjestelmät (ATA 34). |
| **12.8 Sähköjärjestelmä (ATA 24)** | Akkujen asennus ja toiminta;  Tasavirran tuottaminen, vaihtovirran tuottaminen;  Varavoiman tuottaminen;  Jännitteensäätö, piirien suojaus;  Tehon jakelu;  Invertterit, muuntajat, tasasuuntaajat;  Ulkoinen/maasta käsin syötetty sähkö. |
| **12.9 Laitteet ja varusteet (ATA 25) (a)** | Hätälaitteiden vaatimukset;  Istuimet, valjaat ja vyöt;  Nostolaitteet. |
| **12.9 Laitteet ja varusteet (ATA 25) (b)** | Hätäkellukejärjestelmät;  Matkustamon varusteiden sijoittelu; rahdin kiinnitys;  Laitteiden sijoittelu;  Matkustamon varusteiden asennus. |
| **12.10 Palontorjunta (ATA 26)** | Palon- ja savunilmaisimet ja varoitusjärjestelmät;  Palonsammutusjärjestelmät;  Järjestelmien testaus. |
| **12.11 Polttoainejärjestelmät (ATA 28)** | Järjestelmän osien sijoittelu;  Polttoainesäiliöt;  Syöttöjärjestelmät;  Hätätyhjennys, järjestelmän tuuletus ja tyhjennys;  Ristiinsyöttö ja siirto;  Osoittimet ja varoitukset;  Polttoaineen lisäys ja tyhjennys. |
| **12.12 Hydrauliikka (ATA 29)** | Järjestelmän osien sijoittelu;  Hydraulinesteet;  Hydraulinestesäiliöt ja -akut;  Paineen tuottaminen: sähkökäyttöisesti, mekaanisesti, pneumaattisesti;  Varajärjestelmät: Suodattimet;  Paineensäätö;  Tehon jakelu;  Osoitin- ja varoitusjärjestelmät;  Vuorovaikutus muihin järjestelmiin. |
| **12.13 Jäänesto ja sadeveden poisto (ATA 30)** | Jään muodostuminen, eri jäätyypit ja jään havaitseminen; Jäänpoisto- ja jäänestojärjestelmät: sähkötoimiset, kuumalla ilmalla toimivat ja kemialliset; Sadevettä hylkivät aineet ja sadeveden poisto;  Anturin ja vedenpoistoputken lämmitys; Pyyhinjärjestelmät. |
| **12.14 Laskutelineet (ATA 32)** | Rakenne, iskunvaimennus;  Lasku- ja nostolaitteet: normaali ja varajärjestelmät;  Osoittimet ja varoitukset;  Pyörät, renkaat, jarrut;  Ohjaus;  Jalakset, kellukkeet. |
| **12.15 Valot (ATA 33);** | Ulkopuoliset: navigointi-, laskeutumis-, rullaus- ja jäävalot;  Sisäpuoliset: matkustamon, ohjaamon, rahtitilan;  Hätävalot, varavalaistus. |
| **12.16 Paineilma/imu (ATA 36)** | Järjestelmän osien sijoittelu;  Lähteet: moottori, kompressorit, säiliöt, syöttö maasta käsin;  Paineensäätö;  Jakelu; Osoittimet ja varoitukset;  Liittymäkohdat muihin järjestelmiin. |
| **12.17 Intgroitu modulaarinen avioniikka (ATA 42)** | Integroidun modulaarisen avioniikan (IMA) moduuleihin voi tavallisesti sisältyä muun muassa seuraavia toimintoja:  Ylivuodon valvonta, ilmanpaineen säätö, ilmanvaihto ja sen säätö, avioniikkatilan ja ohjaamon ilmanvaihdon säätö, lämpötilan säätö, yhteydenpito lennonjohtoon, avioniikan reititin, sähköinen kuormanvalvontalaite, suojakatkaisimien valvonta, BITE-kärjestelmä, polttoaineen valvonta, jarrujen säätö, ohjauksen säätö, laskutelineen alaslasku ja sisäänveto, rengaspainemittari, öljynpainemittari, jarrujen lämpötilan valvonta jnae., ydinjärjestelmä, verkkokomponentit. |
| **12.18 Ilma-aluksiin asennetut huollonvalvontajärjestelmät**  **(ATA 45)** | Huoltoon ja kunnossapitoon tarkoitetut keskustietokoneet;  Datan latausjärjestelmä;  Elektroninen kirjastojärjestelmä;  Tulostus;  Rakenteen valvonta (vaurionsietävyysvalvonta) |
| **12.19 Tietojärjestelmät**  **(ATA 46)** | Yksiköt ja komponentit, jotka tallentavat, päivittävät ja hakevat digitaalista tietoa, joka on perinteisesti ollut paperilla, mikrofilmillä tai mikrofilmikortilla. Tähän kuuluvat myös yksiköt, jotka nimenomaisesti tallentavat ja hakevat tietoja, esimerkiksi elektronisen kirjaston massamuisti ja sen ohjain. Tähän eivät kuulu muihin tarkoituksiin käytettävät ja muiden järjestelmien kanssa jaetut yksiköt tai osat, esimerkiksi ohjaamon tulostin tai yleisessä käytössä oleva näyttö  Tavanomaisia esimerkkejä ovat yhteydenpitoon lennonjohdon kanssa käytettävät tietojärjestelmät ja verkkopalvelinjärjestelmät.  Ilma-aluksen yleinen tietojärjestelmä;  Ohjaamon tietojärjestelmä;  Huoltotietojärjestelmä;  Matkustamon tietojärjestelmä;  Muut tietojärjestelmät. |

|  |  |
| --- | --- |
| **MODUULI 13.** | ILMA-ALUSTEN AERODYNAMIIKKA, RAKENTEET JA JÄRJESTELMÄT |
| **13.1 Lennonteoria**  **a) Lentokoneen aerodynamiikka ja ohjaimet** | Seuraavien laitteiden toiminta ja vaikutus: — sivuttaiskallistuksen ohjaus: siivekkeet ja spoilerit; — nousukulma ohjaus: korkeusperäsimet, pendeliperäsimet, muuttuvakulmaiset vakaimet ja etuvakaimet; — sivuperäsinohjaus, peräsimen rajoittimet;  Ohjaus kallistuskorkeusperäsinten ja V-peräsinten avulla;  Lisänostovoimalaitteet: solat, solalaipat, laipat;  Jarruttavat laitteet: spoilerit, lentojarrut, siipijarrut;  Trimmilaippojen, servolaippojen ja ohjaustason etujännityksen toiminta ja vaikutus. |
| **b) Suurnopeuslento** | Äänen nopeus, aliäänilento, lento äänen nopeudella, yliäänilento,  Mach-luku, kriittinen Mach-luku. |
| **c) Roottorin siiven aerodynamiikka** | Terminologia;  Kallistuksen, kierrosluvun ja kiertymisen ohjainten toiminta ja vaikutus. |
| **13.2 Rakenteet — yleiset käsitteet (a)** | Rakennejärjestelmien perusteet. |
| **13.2 Rakenteet — yleiset käsitteet (b)** | Vyöhyke- ja asematunnistusjärjestelmät;  Sähköinen liittäminen;  Salamaniskuilta suojaamisen vaatimukset. |
| **13.3 Automaattiohjaus (ATA 22)** | Automaattiohjauksen perusteet, mukaan lukien toimintaperiaatteet ja nykyisin käytettävä terminologia;  Komentosignaalien käsittely;  Toimintatilat: sivuttais- ja pituuskallistus- sekä suuntaohjauskanavat;  Suuntaheilahtelun vaimentimet;  Helikoptereissa käytettävät vakautusjärjestelmät;  Automaattinen trimmien ohjain;  Automaattiohjauksen ja suunnistuslaitteiden vuorovaikutus;  Automaattiset tehonsäätöjärjestelmät;  Automaattiset laskeutumisjärjestelmät: periaatteet ja kategoriat, toimintatilat, lähestyminen, liukukulma, laskeutuminen, yliveto, järjestelmän näytöt ja vikatilanteet. |
| **13.4 Yhteydenpito / suunnistus (ATA 23/34)** | Perustiedot radioaaltojen etenemisestä, antenneista, lähetyskanavista, viestinnästä, vastaanottimesta ja lähettimestä;  Seuraavien järjestelmien toimintaperiaatteet: — VHF-taajuuksilla tapahtuva viestintä; — HF-taajuuksilla tapahtuva viestintä; — Puheviestintä; — Hätäpaikannuslähettimet (ELT); — Ohjaamon äänitin (CRV); — VHF-monisuuntamajakka (VOR); — Radiokompassi (ADF); — Mittarilaskeutumisjärjestelmä (ILS);  — Mikroaalloilla toimiva laskeutumisjärjestelmä (MLS); — Lennon suunnistusjärjestelmät; etäisyydenmittauslaite (DME); — Hyvin matala radiotaajuus (VLF) ja hyperbolinen navigointi (VLF/Omega); — Doppler-navigointi; — Aluesuunnistus, RNAV-järjestelmät; — Lennonhallintajärjestelmät (FMS); — Maailmanlaajuinen paikannusjärjestelmä (GPS), maailmanlaajuinen satelliittinavigointijärjestelmä (GNSS); — Inertiasuunnistusjärjestelmä (INS); — Lennonjohdon tunnistusmerkin lähetin, toisiovalvontatutka; — TCAS eli liikenteestä hälyttävä ja yhteentörmäysvaarasta varoittava järjestelmä; — Säätutka; — Radiokorkeusmittari; — ARINC-viestintä- ja raportointijärjestelmä. |
| **13.5 Sähkö (ATA 24)** | Akkujen asennus ja toiminta;  Tasavirran tuottaminen;  Vaihtovirran tuottaminen;  Varavoiman tuottaminen;  Jännitteensäätö;  Tehon jakelu; Invertterit, muuntajat, tasasuuntaajat;  Piirien suojaus;  Ulkoinen/maasta käsin syötetty sähkö. |
| **13.6 Laitteet ja varusteet (ATA 25)** | Elektronisten hätälaitteiden vaatimukset.  Matkustamon viihdelaitteet. |
| **13.7 Ohjainlaitteet (ATA 27) (a)** | Primaariset ohjaimet: siiveke, korkeusperäsin, sivuperäsin, spoileri;  Trimmit;  Aktiivinen kuormituksen ohjain;  Lisänostovoimalaitteet;  Lentojarrut, siipijarrut;  Järjestelmän toiminta: käsikäyttöinen, hydraulinen, pneumaattinen;  Keinotunto, viipotuksen vaimennin, Mach-trimmi, peräsimen rajoitin, puuskalukko;  Sakkauksenestojärjestelmät. |
| **13.7 Ohjainlaitteet (ATA 27) (b)** | Järjestelmän toiminta: sähköinen, elektroninen. |
| **13.8 Mittaristot (ATA 31)** | Luokitus;  Ilmakehä;  Terminologia;  Paineenmittauslaitteet ja -järjestelmät;  Patopaineeseen perustuvat järjestelmät;  Korkeusmittarit;  Pystysuuntaisen nopeuden mittarit;  Ilmanopeusmittarit;  Mach-mittarit;  Lentokorkeudesta ilmoittavat / varoittavat järjestelmät;  Lentoarvolaskimet;  Pneumaattiset mittaristot;  Suoraan luettavat paine- ja lämpömittarit;  Lämpötilan osoitinjärjestelmät;  Polttoaineen määrän osoitinjärjestelmät;  Hyrrävoimien periaatteet;  Keinohorisontit;  Luisumittarit; Gyrokompassit;  Maan läheisyydestä varoittavat järjestelmät (GPWS);  Kompassijärjestelmät;  Lentotietojen tallennusjärjestelmät;  Elektroniset mittaristojärjestelmät;  Mittariston varoitusjärjestelmät, mukaan lukien päävaroitusjärjestelmät ja keskusvaroitustaulut;  Sakkausvaroitusjärjestelmät ja kohtauskulman näyttävät järjestelmät;  Tärinän mittaus ja näyttö.  Lasiohjaamo (elektronisilla näytöillä varustettu ohjaamo) |
| **13.9 Valot (ATA 33);** | Ulkopuoliset: navigointi-, laskeutumis-, rullaus- ja jäävalot;  Sisäpuoliset: matkustamon, ohjaamon, rahtitilan;  Hätävalot. |
| **13.10 Mukana kuljettavat huoltojärjestelmät (ATA 45)** | Huoltoon ja kunnossapitoon tarkoitetut keskustietokoneet;  Datan latausjärjestelmä;  Elektroninen kirjastojärjestelmä;  Tulostus;  Rakenteen valvonta (vaurionsietävyysvalvonta). |

|  |  |
| --- | --- |
| **MODUULI 14.** | TYÖNTÖVOIMA |
| **14.1 Turbiini-moottorit (a)** | Suihkuturbiini-, ohivirtaus-, akseliturbiini- ja potkuriturbiinimoottorien rakenne ja toiminta. |
| **14.1 Turbiini-moottorit (b)** | Elektroniset moottorinohjaus- ja polttoaineenmittausjärjestelmät (FADEC). |
| **14.2 Moottorin valvontajärjestelmät** | Pakokaasujen ja turbiinin välikammion lämpötilan mittausjärjestelmät;  Moottorin käyntinopeus;  Moottorin työntövoiman osoitin; Moottorin painesuhde, moottorin turbiinin ulostulopaineen tai suihkuputken paineen mittausjärjestelmät;  Öljyn paine ja lämpötila;  Polttoaineen paine, lämpötila ja virtaus;  Ahtopaine;  Moottorin vääntömomentti;  Potkurin pyörintänopeus. |
| **14.3 Käynnistys ja sytytysjärjestelmät** | Moottorin käynnistysjärjestelmien toiminta ja niiden osat;  Sytytysjärjestelmät ja niiden osat;  Huollon turvallisuusmääräykset. |

|  |  |
| --- | --- |
| **MODUULI 15.** | KAASUTURBIINIMOOTTORI |
| **15.1 Perusteet** | Potentiaalienergia, liike-energia, Newtonin liikelait, Brayton-kiertoprosessi;  Voiman, työn, tehon, energian, nopeuden ja kiihtyvyyden väliset riippuvuudet;  Suihkuturbiini-, ohivirtaus-, akseliturbiini- ja potkuriturbiinimoottorien rakenne ja toiminta. |
| **15.2 Moottorin suorituskyky** | Bruttotyöntövoima, nettotyöntövoima, kuristetun suuttimen työntövoima, työntövoiman jakaantuminen, työntövoiman resultantti, työntövoimateho, vastaava akseliteho, polttoaineen ominaiskulutus;  Moottorien hyötysuhteet;  Ohivirtaussuhde ja moottorin painesuhde;  Kaasuvirtauksen paine, lämpötila ja nopeus;  Moottorien nimellistehot, staattinen työntövoima, nopeuden, korkeuden ja kuuman ilmaston vaikutus, vakioitu työntövoima, rajoitukset. |
| **15.3 Ilmanotto** | Ahtimen ilmanottoputket Erilaisten ilmanottojärjestelyjen vaikutus;  Jäänesto. |
| **15.4 Ahtimet** | Aksiaali- ja radiaaliahtimet;  Rakenteet, toimintaperiaatteet ja käyttösovellukset;  Puhaltimen tasapainottaminen;  Toiminta;  Ahtimen sakkauksen ja painesyöksyn syyt ja seuraukset;  Ilmavirtauksen ohjausmenetelmät; imuventtiilit, kääntyvät imuaukon ohjausrivat, kääntyvät ohjaussiivet, pyörivät ohjaussiivet;  Puristussuhde. |
| **15.5 Polttokammio** | Rakenne ja toimintaperiaatteet. |
| **15.6 Turbiiniosa** | Erityyppisten turbiinisiipien toiminta ja ominaisuudet;  Siipien kiinnitys kehään;  Työntösuuttimen ohjaimet;  Turbiinisiiven jännitysten ja virumisen syyt ja vaikutukset. |
| **15.7 Pakokaasu** | Rakenne ja toimintaperiaatteet;  Suppenevat, laajenevat ja säätyvät suihkusuuttimet;  Moottorin äänenvaimennus;  Työntövoimankääntimet (reverssit). |
| **15.8 Laakerit ja tiivisteet** | Rakenne ja toimintaperiaatteet. |
| **15.9 Voitelu- ja polttoaineet** | Ominaisuudet ja tekniset tiedot;  Polttoaineiden lisäaineet;  Varotoimet. |
| **15.10 Voitelujärjestelmät** | Järjestelmän toiminta, osien sijoittelu ja osat. |
| **15.11 Polttoainejärjestelmät** | Moottorinvalvonta- ja polttoaineenmittausjärjestelmien, mukaan lukien elektronisen moottorinohjausjärjestelmän (FADECin) toiminta;  Järjestelmien osien sijoittelu ja osat. |
| **15.12 Ilmajärjestelmät** | Moottorin ilmanjakelu- Ja jäätymisenestojärjestelmien toiminta, mukaan lukien sisäinen jäähdytys, tiivistys ja ulkoiset ilmalähteet. |
| **15.13 Käynnistys- ja sytytysjärjestelmät** | Moottorin käynnistysjärjestelmien toiminta ja niiden osat;  Sytytysjärjestelmät ja niiden osat;  Huollon turvamääräykset. |
| **15.14 Moottorin valvontajärjestelmät** | Pakokaasujen ja turbiinin välikammion lämpötilan mittausjärjestelmät;  Moottorin työntövoiman osoitin; Moottorin painesuhde, moottorin turbiinin ulostulopaineen tai suihkuputken paineen mittausjärjestelmät;  Öljyn paine ja lämpötila;  Polttoaineen paine ja virtaus;  Moottorin käyntinopeus;  Tärinän mittaus ja näyttö;  Vääntömomentti;  Teho. |
| **15.15 Tehonlisäysjärjestelmät** | Toiminta ja käyttötarkoitukset;  Veden ruiskutus, vesi-metanoliseokset;  Jälkipoltinjärjestelmät. |
| **15.16 Potkuriturbiinimoottorit** | Kaasuvirtauksella välitetty/vapaa turbiini ja hammasvaihteella välitetty turbiini;  Alennusvaiheet;  Integroidut moottorin ja potkurin ohjauslaitteet;  Ylikierrosssuojalaitteet. |
| **15.17 Akseliturbiinimoottorit** | Rakenteet, voimansiirtojärjestelmät, alennusvaihteet, kytkimet, ohjausjärjestelmät. |
| **15.18 Apuvoimalaitteet (APUt)** | Käyttötarkoitus, toiminta, suojalaitteet. |
| **15.19 Moottorin asennus** | Tuliseinien, moottorin suojalevyjen, äänenvaimennuslevyjen, moottorin kiinnikkeiden, tärinänvaimennuskiinnikkeiden, letkujen, putkien, syöttölaitteiden, liittimien, johtokimppujen, ohjausvaijerien ja -tankojen, nostopisteiden ja poistoputkien sijoittelu. |
| **15.20 Palontorjuntajärjestelmät** | Palonilmaisimien ja sammutusjärjestelmien toiminta. |
| **15.21 Moottorin valvonta ja maatoiminnot** | Moottorin käynnistäminen ja lämmityskäyttö maassa;  Moottorin tehon ja muiden parametrien tulkinta;  Parametrien muutoksen seuraaminen (mukaan lukien öljyn ominaisuudet, tärinä ja boroskopia);  Moottorin ja sen osien tarkastaminen ja vertaaminen valmistajan antamiin vaatimuksiin, toleransseihin ja tietoihin;  Ahtimen peru/puhdistus;  Vieraiden esineiden aiheuttamat vauriot. |
| **15.22 Moottorin säilytys ja suojaaminen** | Moottorin ja sen varusteiden/järjestelmien suojaaminen ja suojauksen poistaminen. |

|  |  |
| --- | --- |
| **MODUULI 16.** | MÄNTÄMOOTTORI |
| **16.1 Perusteet** | Mekaaninen, terminen ja tilavuushyötysuhde;  Toimintaperiaatteet — kaksitahtimoottorit, nelitahtimoottorit, Otto- ja dieselmoottorit;  Sylinterin iskutilavuus ja puristussuhde;  Moottorin perusrakenne ja sytytysjärjestys. |
| **16.2 Moottorin suorituskyky** | Tehon laskeminen ja mittaaminen;  Moottorin tehoon vaikuttavat tekijät;  Seossuhteet/laihentaminen, esisytytys. |
| **16.3 Moottorin rakenne** | Kampikammio, kampiakseli, nokka-akselit, öljypohjat;  Lisälaitteiden alennusvaihe.  Sylinteri- ja mäntäkokoonpanot;  Männänvarret, imu- ja pakosarjat;  Venttiilimekanismit.  Potkurien alennusvaihteet. |
| **16.4 Moottorin polttoainejärjestelmät**  **16.4.1 Kaasuttimet** | Tyypit, rakenne ja toimintaperiaatteet;  Jäätyminen ja kuumeneminen. |
| **16.4.2 Polttoaineenruiskutus-järjestelmät** | Tyypit, rakenne ja toimintaperiaatteet. |
| **16.4.3 Moottorin elektroninen ohjausjärjestelmä** | Moottorinvalvonta- ja polttoaineenmittausjärjestelmien, mukaan lukien elektronisen moottorinohjausjärjestelmän (FADECin) toiminta;  Järjestelmien osien sijoittelu ja osat. |
| **16.5 Käynnistys- ja sytytysjärjestelmät** | Käynnistysjärjestelmät, esilämmitysjärjestelmät  Magneettojen tyypit, rakenne ja toimintaperiaatteet;  Sytytysjohdot, sytytystulpat;  Matala- ja korkeajännitejärjestelmät. |
| **16.6 Imu-, pako- ja jäähdytysjärjestelmät** | Seuraavien järjestelmien rakenne ja toiminta: imujärjestelmät, mukaan lukien vaihtoehtoisen imukanavan sisältävät;  Pakojärjestelmät, moottorin jäähdytysjärjestelmät, sekä ilma- että nestejäähdytteiset. |
| **16.7 Mekaaninen ja turboahtaminen** | Mekaanisen ahtamisen periaatteet ja sen vaikutukset moottorin arvoihin;  Mekaanisten ahtimien ja turboahtimien rakenne ja toiminta;  Järjestelmän terminologia;  Ohjausjärjestelmät;  Järjestelmän suojaus. |
| **16.8 Voitelu- ja polttoaineet** | Ominaisuudet ja tekniset tiedot;  Polttoaineiden lisäaineet;  Turvatoimet. |
| **16.9 Voitelujärjestelmät** | Järjestelmän toiminta, osien sijoittelu ja osat. |
| **16.10 Moottorin valvontajärjestelmät** | Moottorin käyntinopeus;  Sylinterikannen lämpötila;  Jäähdytysaineen lämpötila;  Öljyn paine ja lämpötila;  Pakokaasujen lämpötila;  Polttoaineen paine ja virtaus; Paine imusarjassa. |
| **16.11 Moottorin asennus** | Tuliseinien, moottorin suojalevyjen, äänenvaimennuslevyjen, moottorin kiinnikkeiden, tärinänvaimennuskiinnikkeiden, letkujen, putkien, syöttölaitteiden, liittimien, johtokimppujen, ohjausvaijerien ja -tankojen, nostopisteiden ja poistoputkien sijoittelu. |
| **16.12 Moottorin valvonta ja maatoiminnot** | Moottorin käynnistäminen ja lämmityskäyttö maassa; Moottorin tehon ja muiden parametrien tulkinta;  Moottorin ja sen osien tarkastaminen: valmistajan ilmoittamat vaatimukset, toleranssit ja tiedot. |
| **16.13 Moottorin säilytys ja suojaaminen** | Moottorin ja sen varusteiden/järjestelmien suojaaminen ja suojauksen poistaminen. |

|  |  |
| --- | --- |
| **MODUULI 17. A ja B** | POTKURI |
| **17.1 Perusteet** | Pyöriviä lapoja koskeva teoria (BET);  Suuri/pieni lapakulma, reverssi, kohtauskulma, pyörimisnopeus;  Potkurin jättö;  Aerodynaamiset, keskipako- ja työntövoimat;  Vääntömomentti;  Suhteellinen ilmavirtaus lavan eri kohtaamiskulmilla;  Tärinä ja resonanssi. |
| **17.2 Potkurin rakenne** | Puisissa, komposiittirakenteisissa ja metallisissa potkureissa käytettävät valmistustavat ja materiaalit; Asema pyörimisakseliin nähden, lavan etupinta, lavan varsi, lavan takapinta ja potkurinnapa.  Kiinteänousuinen, muuttuvanousuinen ja vakionopeuspotkuri;  Potkurin/napasuojuksen asennus. |
| **17.3 Potkurin lapakulman säätö** | Kierrosluvun ja lapakulman säätömenetelmät, mekaaniset ja sähköiset/elektroniset;  Lepuutus ja reverssi;  Ylikierrossuojaus. |
| **17.4 Potkurien tahdistus** | Tahdistus- ja vaiheistuslaitteet. |
| **17.5 Potkurin jäänesto** | Nesteitä käyttävät ja sähkötoimiset jäänpoistolaitteet. |
| **17.6 Potkurin huolto** | Staattinen ja dynaaminen tasapainotus;  Lapojen pyörimistason määritys;  Lavan vaurioiden, kulumisen, korroosion, iskujen aiheuttamien vaurioiden ja laminoitujen kerrosten irtoamisen arviointi;  Potkurin käsittely- ja korjausmenettelyt;  Potkurimoottorin käyttö. |
| **17.7 Potkurin säilytys ja suojaaminen** | Potkurin suojaaminen ja suojauksen poistaminen. |