

## Tárgytematika / Course Description

### Hajtáslánc-fejlesztés versenyjárművekhez

AJNB\_BMTM013

Tárgyfelelős neve /

Teacher's name: dr. Hanula Barna

Félév / Semester: 2023/24/1

Beszámolási forma /

Assesment: Vizsga

Tárgy heti óraszám /

Teaching hours(week): 2/0/0/0

Tárgy féléves óraszám /

Teaching hours(sem.): 0/0/0/0

### OKTATÁS CÉLJA / AIM OF THE COURSE

A hallgatók verseny célra optimalizált alkatrészek tervezése során projekt munka keretein belül sajátíthatják el az egyéni mérnöki kompetenciák, illetve a csapatban való hatékony munkavégzés képességeinek magas szintű alkalmazását. Ezen projekt munka dokumentálása, illetve heti szinten való prezentálása, valamint az oktató előadásain való aktív részvétel során a tantárgy segítséget kíván nyújtani szakdolgozatok, TDK dolgozatok, szakmai publikációk, illetve bármely egyéb tudományos, mérnöki munka elkészítéséhez.

### TANTÁRGY TARTALMA / DESCRIPTION

Az első szorgalmi héten különböző, a Belsőégésű Motorok Tanszék által előre definiált, versenysportot érintő témakörök ismertetése után hallgatói csapatok kerülnek összeállításra. Természetesen minden egyes témához konzulensi segítség is rendelkezésre áll a hallgatói csapatok számára, az adott témában kijelölt konzulens személyében. Meghatározásra kerülnek a tantárgy teljesítésének követelmények, amelyek mind az adott feladat elvárt eredményeire, a prezentációk, illetve a leadott dokumentáció színvonalára, mind pedig a folyamatos óralátogatás és konzultációkészség területére is kiterjednek.

Az ezt követő hetekben az oktató előadásaiban a hallgatók megismerkedhetnek a verseny motorok sajátosságaival, az egyedi fejlesztések szükségességével és annak kihívásaival. Betekintést nyerhetnek többek között forgattyúházak, hajtórudak, főtengelyek és egyéb versenysportra optimalizált alkatrészek tervezési, gyártási folyamataiba, szelepvezérlési, feltöltési lehetőségekbe, illetve a sikeres versenyzéshez használt egyéb nélkülözhetetlen elemek (pl. fékpad) alkalmazásába. Az előadások során a hallgatók elsajátíthatják a mérnöki színvonalú prezentálás kompetenciáit, az óra második felében pedig a konzultációs készségek gyakorlatban való alkalmazásának formáit. Az előadások heti ütemezése a következő:

**Mérnök leszek**A tantárgy bevezető előadása, amely a mérnökké válás szükséges kompetenciáinak bemutatása során kíván motivációt nyújtani a hallgatók számára az ezen a pályán vállalt aktív, szenvedélyes és sikeres munkavégzéshez. Példák bemutatása által megismerhetjük a hatékony munkavégzés nélkülözhetetlen elemeit (időterv készítés, felelősök kijelölése, konzultáció, prezentáció, dokumentálás)

**Milyen az ideális FS motor?**Mint a mérnöki munka minden egyes területén, úgy a versenysportban is kompromisszumok kialakítására, optimumkeresésre van szükségünk. Az előadás során a Formula Student (FS) versenysorozat szabályzata alapján kialakult széleskörű motorkonstrukció palettába nyerhetünk betekintést.

Ezen paletta egyes elemeinek különféle szempontok alapján –úgy, mint teljesítmény, tömeg, határfok, költség, kompaktság- vett jellemzése által egy döntési mátrix felállításával kerül bemutatásra az optimális konstrukció kiválasztása. Az előadás második felében az egyedi alkatrészek kialakításának motivációi kerülnek felsorolásra.

**Forgattyúház**A belsőégésű motorok legnagyobb térfogatú alkatrészeként versenysportban különös figyelmet igényel a forgattyúház tömeg- és feszültségoptimalizálása. Az előadás ezen motoralkatrész feladatainak, igénybevételeinek ismertetése után részletes bemutatást ad annak tervezési, optimalizálási folyamatáról. A tömeg- és feszültségoptimalizálás a manapság széles körben alkalmazott végelem analízis módszerével kerül részletes bemutatásra. Továbbá megismerhetjük a forgattyúház felépítésének lépéseit, a szükséges hengerbevonatolási utómunkálatokat, a tömítettség vizsgálatának lehetőségét.

**Forgattyús mechanizmus**A égés során felszabaduló kémiai energia mozgási energiává való átalakítását a forgattyús mechanizmusnak nevezett alkatrészcsoport végzi. Annak érdekében, hogy ezen átalakítás a lehető legjobb határfokkal, a lehető leggyorsabban, illetve a lehető legkisebb tömeggel valósuljon meg számos befolyásoló tényezőt kell figyelembe vennünk. Az előadás célja ezen tényezők részletes feltárása, ezáltal az alkatrészek kialakítási formáinak bemutatása. Kifejtére kerülnek a versenymotor alkatrészek illetve a szériagyártásban alkalmazott ugyanazon egységek közötti kialakításbeli különbségek. Végelem és lengéstani szimulációk segítségével megfigyelhetjük a gáz és tömegezők, illetve az alkatrészek között alkalmazott fedésből származó igénybevételeket, továbbá megismerhetjük a rendszerben alkalmazott lendítőtömeg hatásait.

**Hajtórúd fejlesztés**A dugattyú gáznyomásból adódó függőleges irányú (alternáló) kényszermozgását a hajtórúd segítségével tudjuk a hajtásláncnak megfelelő, forgó mozgássá átalakítani. Kialakítás szempontjából szerelt és egyrészes, I, H, X és kés-profilú hajtórudakat különböztetünk meg. Az előadás során megismerkedhetünk ezen kialakítási formák versenysportban való alkalmazásának előnyeivel, hátrányaival. Levezetésre kerül a különféle igénybevételek matematikai meghatározása, majd egy példán keresztül lépésről-lépésre szemmel kísérhetjük a hajtórúd méretezési fázisait. Az ellenőrzést végelem analízissel végezzük. A magas fordulatszám tartományok és az ezzel járó magas tömegező értékek megkívánják, hogy ezen alkatrészt is a lehetőségek szerint tömegoptimalizáljuk, természetesen a megfelelő szilárdsági értékek megtartása mellett. Az előadás ezen feladat megoldására a végelem analízisek mellett egy anyagválasztási döntési mátrixot is bemutat, végül pedig az alkatrész gyártástechnológiai, szükséges utómunkálati folyamatait ismertet.

**Kenés**Egy belsőégésű motorban számos olyan hely határozható meg, ahol az alkatrészek egymáson súrlódva, relatív sebességkülönbség jelenlétében mozognak. A súrlódás és ezáltal a kopás mértékének csökkentése érdekében kenésre van szükségünk a meghatározott kontakthelyeken. Az előadás egy versenymotor komplett kenőrendszerén mutatja be ennek gyakorlati megvalósulását. A felsorolást a dugattyúcsoport súrlódó alkatrészpárosaival kezdi, majd a különféle csapágyazási lehetőségek kerülnek felsorolásra. Döntési mátrix segítségével képet kaphatunk a versenysportban alkalmazott optimális kenőrendszer kiválasztásáról, mindeközben részletesen bemutatva a száraz, nedves, és fűlszáraz karteres konstrukciókat. Az előadás végén megismerkedhetünk a kenőrendszer egyes elemeivel, úgy mint a különféle olajpumpákkal, olajsűrőkkel, olajtartály kialakításokkal, membránokkal, fűvókákkal.

### **Szelepvezérlés**

A belsőégésű motorok indikált teljesítményét nagy mértékben befolyásolják annak vezérlési paraméterei. Ebben az előadásban a SZE engine motorfejlesztő csapat ezen paramétereinek optimalizálásán keresztül ismerhetjük meg egy egyedi csúszó szelephimba tervezésének lépéseit. A töltetcsere optimalizálás különféle teljesítmény, nyomaték és szelepemelési diagramokkal kerül szemléltetésre. A végelem szimulációk mellett termodinamikai és szeleprugó méretezési ismeretekre is szert tehetünk. Az előadás végén pedig további szelepvezérlési mechanizmusok, fix és fokolható vezérműtengelyek kerülnek bemutatásra.

**Motorvezérlő rendszerek működése**A technika fejlődésével megváltoztak a belsőégésű motorokat működtető, szabályzó folyamatok. Megjelentek a befecskendező rendszerek, a programozható elektronikus gyújtási megoldások és egyéb beavatkozási metódusok. Ezen alkatrészegységek alkotják az ú.n. elektronikus

motorvezérlőt (ECU). Az előadás az ECU funkcióit, építőelemeinek tulajdonságait, szoftveres programozását mutatja be különböző motorvezérlési stratégiák esetére. Részletes ismertetésre kerül a befecskendezés, illetve a gyújtás megvalósításának mechanizmusa. Mindezek mellett megismerhetünk egyéb érdekes, kiegészítő funkciókat, mint például a lambda-, illetve a kopogásszabályzást.

**Töltetcsere** Ebben az előadásban a töltetcserét befolyásoló rendszerek, úgy mint szívó-, kipufogórendszer, valamint a hengerfej töltetcserét érintő kialakításai kerülnek meghatározásra. Elsőként a Formula Student szabályzat ezen alkatrészcsoportokra vonatkozó előírásai kerülnek ismertetésre. A szívórendszer esetében megismerkedhetünk a 3D-s áramlástani szimulációkkal, valamint a szívócsőhossz megfelelő megválasztásának jelentőségével, az Airbox fogalmával és gyakorlati hasznosságával. A kipufogórendszer bemutatott dizájnjai azok legfőbb feladatának szempontjából, a zajszint szabályzatban meghatározott limitálásának szempontjából vizsgálódnak, természetesen a megfelelő teljesítmény/tömeg arány mellett. Az előadás végén a hengerfej portok töltetcserét javító konstrukciós kialakításai kerülnek felsorolásra.

**Szívórendszer fejlesztése Formula Student versenyautóra** A szívórendszer feladatkörének és az előírt versenyszabályzat ide vonatkozó paragrafusainak ismertetése után betekintést nyerhetünk az optimális szívócsőhossz kiválasztásába, valamint a megfelelő térfogatnagyságú Airbox kiválasztásába. Mindezeket 3D-s áramlástani, ú.n. CFD szimulációkkal, illetve Flow Bench mérésekkel is megvizsgálhatjuk. Az előadás továbbá különféle gyártástechnológiai ismeretek kíván nyújtani a 3D nyomtatás, illetve a laminálás technológiájának területén.

**Fékpadi mérő- és vezérlőrendszer** A fékpadi vizsgálatok megvalósításához nélkülözhetetlen annak szabályzó- és vezérlőrendszerének ismerete. Az előadás ezen komplex rendszerek alkotóelemeit mutatja be. Megismerkedhetünk a CRio típusú mérőrendszerrel és az abban foglalt funkciókkal, a mérő- és vezérlőrendszer szoftveres hátterével, valamint a Bosch által forgalmazott MS4 motorvezérlő-egységgel.

**Fékpadi rendszer** A félév utolsó előadása a SZEngine motorfejlesztő csapat egyedileg tervezett, egyhengeres belsőégésű motor tesztelésére kialakított vizsgálófékpadján keresztül mutatja be a motorgyártók által használt fékpadrendszer hasznosságát, feladatait, felépítéseit. Részletes kitekintést tesz a legjelentősebb fékpadi komponensekre, úgy mint a mérőrendszerre, a kezelőpanelre, a fékmotorra és a frekvenciaváltóra, az elszívó- és befúvórendszerre és a Boomboxra.

---

## SZÁMONKÉRÉSI ÉS ÉRTÉKELÉSI RENDSZERE / ASSESMENT'S METHOD

A projektmunka teljesítésének feltétele az aktuális munkafolyamatok heti szinten való bemutatása, valamint az ezen munkafolyamatokról készített projektdokumentáció elkészítése. A dokumentáció szakmai színvonala és formai kritériumai megegyeznek a szakdolgozati követelményekben leírtakkal. A dolgozat szerkezetére a <http://bmt.sze.hu/informaciok-bsc-s-hallgatoknak> linkel letölthető BSC szakdolgozat sablon szabályai érvényesek. A dolgozat teljes terjedelme saját munkát kell, hogy képezzen. Plágium esetében a dolgozat elégtelen. A tartalmi hivatkozásokra a szakdolgozat sablon szabályai érvényesek. A csapat munkája teljesítenie kell egy BSC szakdolgozat mérnöki színvonalát.

A félév során két alkalommal (szorgalmi időszak közepe és vége) prezentáció keretein belül kerül sor a csapatok saját munkáinak bemutatására. Ezen bemutatók során a hallgatók a gyakorlatban alkalmazhatják a korábban említett, a tantárgy keretein belül megszerzett előadói képességeiket.

A tantárgy továbbá megköveteli az elvégzett munkák mérnöki színvonalú kivitelezését dokumentálását, melynek elkészítésével és annak konzulensi visszajelzéseivel a tantárgy segítséget kíván nyújtani szakdolgozat, TDK dolgozatok, egyéb mérnöki publikációk létrejöttében.

A diákok az érdemjegyet a féléves projektmunkájukra kapják a következő felosztásban:

40% Dolgozat szakmai tartalma.

40% Prezentációk színvonala.

20% Dolgozat formai követelményei.

Elvárás az egyenkénti 60%

Az egyéni jegyek alakulása az egyénekenkénti teljesítmény felosztás és a konzulens visszajelzése alapján adódik.

---

## KÖTELEZŐ IRODALOM / OBLIGATORY MATERIAL

1. Michael Trzesniowski: Rennwagentechnik [Wiessbaden 2008]
2. Gál Péter, Csizmazia József: Gépjárműmotorok II-III [Nemzeti Tankönyv kiadó]
3. Dezsényi György, Emőd István, Finichiu Liviu: Belsőégésű motorok tervezése és vizsgálata, [Nemzetközi Tankönyvkiadó Rt, Budapest 1999]
4. Bosch kézikönyvek: Motorelektronika
5. Frank Tibor, Kovács Miklós: Befecskendező és motorirányító rendszerek [Maróti könyvkereskedés]
6. Hermann Hiereth, Peter Prenninger: Charging the internal combustion engine [Springer-Verlag, Wien 2003]