

*Széchenyi István Egyetem*  
*Mechatronika és Gépszerkezettan Tanszék*

## **Forgattyús hajtás modellezése ProEngineer Wildfire 5 szoftverrel**

(rövid áttekintő jegyzet a Gépszerkezetek számítógépes tervezése tantárgyhoz)

Szerző: Szalai Péter

Dátum: 2011. május 26.

## Tartalomjegyzék

A feladat leírása .....	3
Főtengely elkészítése.....	3
Forgattyús blokk elkészítése.....	3
Motor összeszerelése.....	3
A forgattyús mechanizmus szöghelyzetének definiálása, mérése.....	4
DINAMIKAI VIZSGÁLATOK.....	4
Gázerő sorozat készítése.....	5
Erők definiálása a modellre.....	5
Dinamikus analízis.....	6
Mérési eredmények kiértékelése, megjelenítése.....	6

## A feladat leírása

1. Készítse el a kijelölt motor típushoz tartozó főtengelyt, a tervezéshez használja a ProEngineer Wildfire 5 szoftvert, illetve készítsen szabadkézi vázlatokat
2. 3D-s alkatrészmodellek
3. 3D-s összeállítás, mechanizmus, DINAMIKAI VIZSGÁLATOK elkészítése
4. Dokumentáció, műszaki leírás, következtetések
5. prezentáció elkészítése, a munka bemutatása

## Főtengely elkészítése

- a forgattyús hajtáshoz rendelkezésre áll a motor hajtórúdja és a dugattyú a csapszeggel együtt, ezeket töltsse le a tanszéki honlapról ([mgt.sze.hu](http://mgt.sze.hu) → Oktatás → Gépszerkezettan csoport → Gépszerkezetek számítógépes tervezése → ProEngineer → házi feladatok alapalkatrészei),
- nyissa meg az alkatrészeket, majd rendeljen anyagminőséget hozzájuk (File/Properties→Material–Cahnge), és mentse el a fájlokat,
- a kijelölt motortípushoz tartozó főtengely alakjáról készítsen kézi vázlatot,
- a vázlat, valamint a meglévő alkatrészek méreteit figyelembe véve készítse el a főtengely 3D-s alkatrész modelljét, ügyeljen rá, hogy a dugattyúk ne érjenek egymásba, és sonkákat is tervezzon az alkatrészre, (segédlet a honlapon: [mgt.sze.hu](http://mgt.sze.hu) → Oktatás → Gépszerkezettan csoport → Gépszerkezetek számítógépes tervezése → ProEngineer → [Tananyag\\_Wildfire 5-höz](#)), rendeljen anyagminőséget hozzá,
- a forgattyús tengely 2 különböző kivitelben készüljön, melyek a forgattyúcsapok eltolási mértékében térnek el egymástól,

## Forgattyús blokk elkészítése

- készítse el a motortípushoz tartozó forgattyús blokkot, a modellnek feltétlen tartalmaznia kell a főcsap csatlakozási furatát, valamint a dugattyúk hengereit, rendeljen anyagminőséget hozzá,

## Motor összeszerelése

- szerelje össze az alkatrészeket -ez egy új ProE-s fájlt jelent-, az összeszerelés ajánlott sorrendje:
  1. a blokk beszerelése pl. alapértelmezett kényszerrel (default),
  2. a főtengely beszerelése PIN mechanizmus kényszerrel,
  3. a hajtórúd beszerelése a forgattyús tengelyre PIN mechanizmus kényszerrel,
  4. a dugattyú beszerelése a hajtókarra PIN mechanizmus kényszerrel, valamint ennél az alkatrésznél egy új kényszer csoportba (*new set!*) kell még egy CYLINDER mechanizmus kényszer is -a kényszerek definiálásánál segítség a programnak, ha a két összeilleszteni kívánt elemet közel visszük egymáshoz; ez a relatív mozgást a ctrl és az alt gomb lenyomása mellett az egér jobb, középső (és bal) gombjával tudjuk megtenni-,

5. miután az összeszerelés elkészült, ellenőrizzük le a szerkezetet, hogy egészében véve jól mozgatható-e, ezt megint csak a ctrl és alt gomb lenyomása mellett tegyük, de most csak az egér bal gombjával.

## **A forgattyús mechanizmus szöghelyzetének definiálása, mérése**

- adja meg a szerkezet kezdő helyzetét, ami az egyes dugattyú felső holtpontja legyen:
  1. jelölje ki a modellfában a főtengeley alkatrészt, majd a jobb egér gomb után az edit definition sort jelölje ki
  2. az elhelyezés (placement) fülön nyissa le a rotation axis sort, majd válassza ki bele a megfelelő síkokat, ez után adja meg, forgassa el adott értékkel a tengelyet, hogy az első hajtókarhoz tartozó csap a felső holtpontba kerüljön, ekkor nyomja meg a *set zero position* gombot,
  3. a mechanizmus ebből a holtpontból nem tud elindulni majd, ezért most írjon be 5°-t a szöghelyzet szövegmezőbe, és nyomjon entert; ezután a cella melletti duplanyílheggyel megjelölt gombra kattinva adja ezt meg, mint frissítési pozíció,
  4. majd pipálja ki a következő sort, ami az *enable regeneration value*, ekkor ellenőrizzük, hogy a forgás a megfelelő irányba nő pozitívan! ; és fejezze be a műveletet a zöld pipával,
  5. ezek után, ha kimozdítja ebből a helyzetből a mechanizmust, az újragenerálással (billentyű kód: ctrl+g, menüpont: edit/regeneration) a szerkezet visszatér ebbe a kezdeti 5°-os pozícióba

## **DINAMIKAI VIZSGÁLATOK**

- Kapcsoljon át a mechanizmus alkalmazásra (menü: applications/mechanism),
- definiáljon egy *servo motor*-t, amihez a jobb oldalt található ikoncsoportban találja meg a parancsikont, a motor referencia mozgási tengelye a főtengeley mozgási tengelye legyen (Connection\_1), majd a profil fülön adja meg hogy sebesség (*velocity*) motor legyen, illetve a sebesség nagyságát (*magnitude*) pl.: 360 [deg/sec],
- generálja újra a modellt,
- definiáljon egy analízist (*Mechanism analysis*) szintén a jobboldali ikonsorból kezdeményezve:
  1. a típusa pozíció (*position*) kezdő időpont 0, a vég időpont 10, a képkocka mérték 10, így a minimum időköz 0,1 másodperc, a motors fülön pedig ott kell legyen a servo motor
  2. futtassa le az analízist (*Run*), majd nyomja le OK-val,
  3. az analízis lefuttatható még egyszer (a modellfában megtalálható az analízis, ott kijelölve, majd a jobb egérgémbot hosszan nyomva a helyi menüből az run sort kijelölve), (ha az edit definition sort jelöljük ki, akkor megint a definíciós ablak jön elő),
  4. valamint visszajátszható a modellfa alsó ágán található Playbacks sorokkal, egy sor egy analízishez tartozik, kijelölés után a jobb egérgomb hosszan nyomásával előjövő helyi menüből a *Play* sor választásával,
- készítsen egy szöghelyzet mérést:
  1. a jobboldali ikoncsoportból válassza ki a (*measures*) gombot,
  2. az előjövő ablakban kattintson a fehér lapra,

3. a neve legyen SZOG
  4. adja meg a típust – POSITION
  5. a mérési pont a servo motornál is kijelölt főcsapnál levő mozgási tengely (Connection\_1),
  6. végül az OK,
- a mért értékek megjelenítéséhez először ki kell jelölni alul a lefuttatott analízist, majd középen (még egyszer) a mérést, végül a bal felső sarokban található ikont (*Graph...*)
    1. az első értéknek a nullának kell lennie, azután a pozitív irányba kell neki nőnie

## Gázerő sorozat készítése

A dugattyúkhöz gázerőket kell rendelni, ezzel szimuláljuk a működés során fellépő dugattyúra ható nyomáslefutást. Ehhez rendelkezésre áll az első hengerhez tartozó adatsor. A többi hengerhez módosítás szükséges, illetve hogy a ProE feldolgozhassa szerkeszteni kell azt. Ezt a következő módon tegye:

- töltse le a minta adatsort (a hely megegyezik az alkatrészek letöltési helyével),
- fontos az adatok rendezettsége, legyen tabulátorral tagolt, valamint tizedesponttal szerepeljenek az értékek,
- az adatsor az első oszlopa a szöghelyzetet mutatja fokban, a második a hozzá tartozó erő értékét Newtonban,
- az adatsort hengerenként, eltolással kell módosítani, a mérték motortípusonként más, (például egy soros négyhengeres esetben a gyújtások közti szög különbség  $180^\circ$ , így ami az első hengerben  $0^\circ$ -nál szerepel, az a másodiknak gyújtandó hengerben  $180^\circ$ -nál van!),
  1. a következő henger adatsorának elkészítési műveletének első lépése, hogy az első hengerhez tartozó adatsorról másolatot készít, a másolat neve utaljon a henger sorszámaára,
  2. az eltolást táblázatkezelő programmal célszerű végezni,
  3. a szöghelyzet értékek maradjanak a helyükön,
  4. az erőértékek oszlopban jelöljük ki az elsőtől az utolsó értékig a cellákat, majd vágjuk ki azt, és illesszük be a  $180^\circ$ -hoz tartozó helyre,
  5. ezután vágjuk le az oszlop alján levő kilógó 180 sort, és helyezzük a felső üres 180 sor helyére,
- a ProE-be való beillesztéshez mint szöveges fájl (tabulátorral tagolt) kell elmenteni, (ügyeljen, hogy tizedespontok szerepeljenek, ha nem így van azt a keresés parancson belül kell kicserélni; {Keresendő: , } {Csere erre: . } [Összes cseréje] művelet sort végig csinálni!),

## Erők definiálása a modellre

A mechanizmus alkalmazáson belül a jobboldali ikonsorban található erő ikonnal kell indítani (*Force/Torque*).

- A vonatkoztatási támadáspont a dugattyú közepén levő *Terheles* segédpont,
- a nagyság (*Magnitude*)fül alatt a *Table* beállítást kell kérni,
- a fájl ablakrészen található megnyitás ikonnal kell kitallózni az elkészített adatsort (a

fájttípus \*.txt!),

- a változó (*Variable*) pedig az előzőleg lemért SZOG mérésből származó SZOG paraméter legyen,
- az erő irányát a *Direction* fülre való átkattintással lehet kezdeményezni, illetve ott beállítani.

## Dinamikus analízis

A vizsgálódás fő tárgya a működő motor főtengelyének szögsebesség ingadozása, a főcsapnál ébredő támaszerő nagysága, lefutása.

- Első fontos lépés az, hogy minden alkatrész esetében ellenőrizzük, hogy tartalmaz-e anyagminőséget (File/Properties/Material)
- Generálja újra a szerkezetet (ctrl+g), hogy a kezdeti 5°-os helyzetbe ugorjon a rendszer,
- definiáljon új mechanizmus analízist, és futtassa le:
  1. a típusa *Dynamic*,
  2. az időtartam (*Duration*) 0.5 [s],
  3. a képkocka viszony 100 [másodpercenként],
  4. a *Motors* fülön ne szerepeljen semmi, -ezt kijelöléssel, majd a kis ablakon belül jobb oldalon található eltávolítás ikonnal teheti meg,-
  5. az *Ext Loads* fülön pedig ellenőrizze, hogy ott vannak-e a definiált erők,
  6. futtassa le az analízist (*Run*),
  7. a túl hosszú ideig elnyúló vizsgálatot leállíthatja, a fent középen levő piros táblára való kattintásokkal (néha sokszor kell kattintani!),

## Mérési eredmények kiértékelése, megjelenítése

Készítsen méréseket, azt a jobboldali ikoncsoportban a *Measures* ikonnal kezdeményezze:

1. legyen egy szögsebesség (velocity) mérés, aminél a főtengely mozgási tengelye a referencia,
2. terhelési érték mérés (Net Load) ennek az egyik erő a referenciája (ezzel ellenőrizhetjük, hogy az erő adott szöghelyzetnél megfelelő értéket adja-e!), minden egyes erővel végezze el,
3. reakcióerő a főcsapnál (Connection reaction), itt is a főtengely mozgási tengelye a referencia
4. a reakcióerő vízszintes komponense a főcsapnál (Connection reaction; Radial Force X), itt is a főtengely mozgási tengelye a referencia
5. a reakcióerő függőleges komponense a főcsapnál (Connection reaction; Radial Force Y), itt is a főtengely mozgási tengelye a referencia
6. illetve a löket pozíció mérést végezze még el
  - definiáljon egy koordináta rendszert az első henger tengelyére, a hengeren kívülre úgy, hogy az egyik koordináta tengely a motorba befele mutasson, arra legyen a pozitív irány
  - a Measures ablakban ehhez a position funkciót kell használni, a referencia a *Terheles\_pont*, a vonatkoztatási koordináta rendszer pedig az előbb elkészített, a

komponens, pedig a megfelelő, henger tengely irányba eső

Készítsen szemléltető grafikonokat!

1. Szögsebességről az idő függvényében,
2. az erőkről a szög függvényében (a Measures ablakban állítsa Measures vs Measures-re a Measures vs. Time-ot, majd adja meg oda a Szög mérést),
3. A főcsapnál ébredő reakcióerőről a szög függvényében,
4. A főcsapnál ébredő reakcióerő függőleges komponensét, a főcsapnál ébredő reakcióerő vízszintes komponensének függvényében (így kapjuk az úgynevezett polárdiagramot),
5. Az első dugattyúra ható gázerőt, a löket függvényében!

**A vizsgálatokat, méréseket és a diagramokat a mind a két motorban végezze el, ahol az egyikben az egyik, a másikban a változtatott helyzetű forgattyúcsappal készült főtengellyel van összeszerelve a motor!**

## **Dokumentáció, műszaki leírás, következtetések**

A feladatának a kidolgozási menetét jól érthetően dokumentálja, szemléltető ábrának használhatóak a programból kimentett képek. Legyen megfogalmazva a feladatának célja, illetve a végén az összefoglaló eredménye is! A kidolgozási részben véleményezze a kapott diagramokat, valamint értékelje is azokat. Fogalmazzon meg hasonlóságokat, különbségeket a két különböző főtengellyel szerelt motor eredményeiről. Alkosson véleményt, hogy a kettő közül melyik-melyik szempontból előnyösebb az egyik, vagy a másik kialakítás! Jelöljön meg javaslatot a feladat módosítására, valamint a továbbfejlesztési irányára!

## **Prezentáció elkészítése, a munka bemutatása**

Az elkészült dokumentációból készüljön egy kivetítésre alkalmas bemutató, ami kivonatossan megegyezik annak tartalmával. A bemutató előadás jelleggel legyen közölve, az időlimitet 5-10 percre tervezze!