

EGY INNOVATÍV KURZUS MÉRNÖKHALLGATÓK MATEMATIKAI TANULMÁNYAINAK MOTIVÁLÁSÁRA

**Forrai Benedek, fbenedek19@icloud.com*

***Sipos Bence, bence.sipos.sb@gmail.com*

****Szilágyi Brigitta, szilagyi@bme.hu*

**BME GPK*

***BME GPK*

****BME TTK Matematika Intézet és Budapesti Corvinus Egyetem*

1. Bevezetés

A Műegyetemen hagyományosan magas szintű matematikai ismereteket oktatnak a leendő mérnököknek. Kulcsfontosságú készségeket sajátítanak el a hallgatók, amikre későbbi tanulmányaikban folyamatosan építenek. A hallgatók azonban nem mindig motiváltak a természettudományos alapozó tárgyaik magas szintű teljesítésére. 2018 végén egy olyan szabadon választható tárgy kifejlesztésébe kezdtünk, amelynek segítségével motiválhatjuk a képzésüket kezdő mechatronikai és energetikai mérnökhallgatókat arra, hogy matematikatanulmányaikban jobban elmerüljenek.

Dolgozatunkban megvizsgáljuk, hogy milyen elvárások fogalmazhatók meg egy ilyen tárggyal kapcsolatban, majd kifejtjük az általunk összeállított tananyagot és az órákon használt módszereket. A dolgozatban kvalitatív és kvantitatív elemzést készítünk a tárgyat felvett hallgatók eredményeiről és véleményéről.

2. Matematikaoktatás a mechatronikai és energetikai mérnököknek

A mechatronika szakos hallgatók az ország egyik legjobban válogatott évfolyamának tekinthetők: erre a szakra 2018 és 2014 között az első helyen jelentkezők kevesebb, mint a fele került be és a felvételi ponthatár végig 450 pont fölött mozgott (URL4, 2019). Azt gondolhatnánk, hogy egy ilyen kiugró belépési szint mellett a lemorzsolódás és az érdeklődés elvesztése nem fordulhat elő, pedig szinte minden évben a jelesek számával összemérhető a bukások, lemorzsolódások száma, a többiekhez képest hiányos előismeretekkel érkezők pedig, akik az első félévi kalkulus tárgyban csak elégségest szereznek, nagy valószínűséggel nem jutnak el a szigorlatig.

Az érdektelenséget okozhatja, hogy a jelenlegi alapszakos hallgatók már a digitális korszakban nőttek fel, így sokkal jobban ki vannak téve az „arousal-függőségnek”, mint elődeik. Az „arousal-függőség” a folyamatos, stimuláló újdonságoktól való függés, a digitális kor új népbetegsége: a digitális bennszülöttek olyan, rendkívül stimuláló hatású tartalmak bűvöletében nőnek fel, mint az olcsón elérhető, jó minőségű videojátékok

(amelyeket tudatosan fejlesztenek arra, hogy a játékos megfelelő jutalmazásával, operáns kondicionálással egyfajta függőséget idézzenek elő (Clack, 2009)). Az arousal-függőség hatása a tanulásra az általános türelmetlenségben nyilvánul meg: a hallgatók azonnal hasznosuló ismereteket szeretnék nyerni, amik gyorsan segíthetik őket az elérni kívánt egzisztenciához – miközben nem veszik figyelembe, hogy a mély, alapos műszaki ismeretekhez jó matematikai alapképzés szükséges. Ezért fordulhat elő, hogy általános az igény a minél „gyakorlatibb, projektorientáltabb” képzésre, már az egyetem kezdetén. A felsőbb matematika elsajátítása nem könnyű, és megfogható eredménye sincsen addig a mérnökhallgatók számára, amíg a szaktárgyaikban nem hasznosul; erre azonban legalább egy évet kell várniuk átlagosan (URL1, 2017; URL2, 2017; URL3, 2017).

Hogyan javítsunk tehát olyan hallgatók matematikai motiváltságán? A választ a jutalmazás – ami ebben a kontextusban az ismeretek hasznosítása – siettetésében látjuk. Ha a hallgatók hétről hétre látnák, hogy ahogy egyre jobban elmélyednek a matematikában, egyre több hasznos gyakorlati képesség birtokába is jutnak, jobban reagálnának az absztrakt matematikai fogalmakra, mint a jelenlegi, egy éves késleltetés mellett. Ezért egy olyan, matematikaoktatást kiegészítő kurzust alkottunk meg, ami segít a hallgatóknak túllendülni a motivációs gondokon és a műszaki gondolkodásba is bevezeti őket.

4. Elvárások a tárggyal szemben

3.1 Hasonló kezdeményezések más egyetemeken

A hallgatók alulmotiváltsága a matematikatanulásra nem csak a BME-n jelenség, hiszen sok külföldi egyetemen is volt vagy van folyamatban olyan program, ami a hallgatók matematikatanulásra való motiválását célozza (Roch, 2012; Klingbeil, 2004; Waldvogel, 2006; Brandi, 2017). A saját kurzusunk megalkotásához ezeket tanulmányoztuk először. Úgy találtuk, hogy a vizsgált háromból két programban (Roch, 2012; Klingbeil, 2004) állandó elem a mérnöki tárgyakat tanító kollégák bevonása az oktatásba – így nem szakad szét annyira az alapozás és a későbbi, szakmai rész. Érdekes megközelítés volt a Ruhr-Universität Bochum MathePraxis kurzusa (Roch, 2012), a matematikusok itt a mérnöktanárokkal összefogva egy teljes félévet átívelő projektfeladatot adtak a hallgatóknak, amiben a matematikát alkalmazva oldottak meg egy mérnöki feladatot. Mivel a projektfeladatok, különösen a programozási készséget fejlesztő projektfeladatokra nagy szükség van a mechatronikai- és energetikai mérnökhallgatók képzésében a BME-n (URL1, 2017; URL2, 2017), így ezt mindenképpen szerettük volna beleépíteni az új tantárgyba. A mérnöki projektfeladatok megoldása a frissen elsajátított matematikai ismeretek olyan közvetlen jutalmazása, amire egyébként éveket kellene várnia a hallgatóknak. Jó ötletnek tartottuk a 2017-es IEEE Frontiers in Education konferencián bemutatott módszert, amiben azt szorgalmazták, hogy a diákok saját maguk válasszanak megoldandó problémákat (Brandi, 2017), ami motiváló hatással bír, és egyben arra is szoktatja a hallgatót, hogy a valós problémákat könnyebben feleltessék meg matematika feladatoknak. Nem tartottuk vonzónak a Klingbeil és társai (Klingbeil, 2004) által megfogalmazott ötletet, amely az eredeti matematika kurzus helyett vázol fel egy alternatív, lecsupaszított, gyorsított tempójú oktatási csomagot. Mi az új kurzusunkat nem a hagyományos matematikaoktatás helyett, hanem mellett képzeltük el.

A megvizsgált források alapján tehát egy olyan, mérnökök vagy mérnökhallgatók által oktatott kurzus megvalósítását céloztuk meg, amely egy nagyobb projektfeladatot is tartalmaz, amelyet a hallgatók csoportosan készítenek el, egy saját maguk által megfogalmazott problémára adva választ. A probléma megfogalmazásánál csak annyi kikötést tennénk, hogy az egyetemi matematika ismereteik segítségével megoldható alkalmazást válasszanak.

3.2 Programozási ismeretek elmélyítése

Bár a mechatronikai mérnökhallgatók nagy része úgy helyezkedik el, hogy valamilyen programozási nyelvet napi szinten használ, mégsem lehet összehasonlítani a programozási ismereteiket elmélyítő tárgyak számát a Villamosmérnöki Kar képzéseivel (URL5, 2017). Fontosnak tartottuk így a tárgy összeállítása során, hogy a matematika alkalmazásait valamilyen könnyen használható programnyelven át ismertessük a hallgatókkal. A matematikaoktatás és a programozás összekapcsolása már egészen fiatal korban is felmerült (lásd például (Misfeldt, 2015)). Általában úgy kapcsolják össze a kettőt, hogy az algoritmusok megalkotásának matematikai oldalát emelik ki. Mi inkább úgy képzeltük el a programozás szerepét a kurzusunkban, hogy eszközként használjuk, aminek a segítségével például a lineáris algebra olyan alkalmazásait mutathatjuk be a tárgyban, amit táblánál megoldva vagy számológéppel számolva értelmetlen lenne művelni (digitális képek elemzése vagy robotok kinematikája).

3.3 Értékteremtés informális tanulóssal

A 3.1 pontban célként megfogalmazott projektfeladatokat azért is tartottuk hasznosnak, mert lehetőséget biztosítanak az informális tanulásra. Az informális tanulás olyan tanulási folyamat, amelynek a tanuláson túl más célja van: a tanuló működő szerkezetet, önálló szellemi terméket hoz létre, ez pedig nem csak tanulságos, de egyéb előnyökkel is jár. Informális tanulás közben a tanuló anélkül kaphat visszacsatolást a munkájáról, hogy bárkinek bemutatja, hiszen fel tudja mérni, hogy a tanulási folyamat terméke megfelel-e a céljának, vagy nem. Ezek a tanulási folyamatok azt eredményezik, hogy a képzés elején járó mérnökhallgató önálló terméket, rendszer készít, ami kulcsfontosságú jutalom. Sajnos, informális tanulási módszereket használó tárgyak nincsenek a mechatronikai- és energetikai mérnökképzések elején (URL2, 2017; ULR3, 2017), hiszen ezek később, a szakmai tárgyakból kerülnek csak elő.

3.4 A grafikus intuíciónak elmélyítése

A matematikáról alkotott képünkre nagy hatást tett sok nagyszerű ilyen témájú YouTube-csatorna (URL6, URL7, URL8, URL9). Bár komolytalannak hathat a YouTube, mint forrás, de sok igazán jó tartalom található ezeken a csatornákon. Ezek közül a legjobbak azok, amik kihasználják a videóformátum előnyeit és olyan grafikus oldalról mutatják meg a matematikai koncepciót, amelyet nehéz lenne tábla és kréta segítségével ábrázolni. Trivialitás a tanítás tudományában, hogy a grafikus magyarázatok segítik a mélyebb megértést és a koncepciók alkalmazását. Egy későbbi, mérnöki feladatban sokkal hasznosabbak lehetnek a grafikus elképzelések, hiszen ezek jobban hozzájárulnak az adott területről való intuitív gondolkodáshoz, mint az analitikus megközelítések; az intuitív megközelítés pedig sokkal közelebb esik az emberek nagy részéhez, mint az analitikus és kisebb fáradsággal alkalmazható (Kahneman, 2011). A lineáris algebrának egy sokkal geometriaibb oldalát megmutatva – amit a 3blue1brown

csatorna kiváló videósorozata (URL10, 2016) inspirált – segítjük a lineáris algebra intuíció szintű alkalmazását, így olyan meglátások megfogalmazására lesznek képesek a diákok, ami eddig csak a legjobbaknak vagy legkitartóbbaknak sikerülhetett.

3.5 A teszthatás

- Aki megfordult egyetemi kurzusokon az elmúlt pár évben, bizonyára tapasztalta, hogy elterjedőben vannak az előadásokat és gyakorlatokat megszakító gyors kvízek, amihez például a Kahoot platform teremt keretet. Nem véletlen ennek a módszernek a térnyerése: a hatékonyabb tanulást segítő gyakori felmérések a teszthatás eredményeit használják (Racsmány, 2014). A módszert évek óta sikeresen integráljuk a mérnökök matematikaoktatásában. Mivel ez a módszer eredményessége okán – nem csak a matematika tárgyak, az azokra erősen épülő szaktárgyak eredményeit is jelentősen javította – mi is alkalmazni akartuk az új tárgyban.

4. A tárgy tanrendje és módszere

Az innovatív képzés ötletét megvalósító kurzus végül a Geometria Tanszéken már régóta futó tehetséggondozó kurzuscsoport tagjaként került bele a szabadon választható tárgyak közé, 3 kreditpont értékben, egy gyakorlati alkalommal hetente. A gyakorlatokat körülbelül 30 fő fogadására terveztük, de végül 55 hallgató vette fel a tárgyat.

4.1 A gyakorlatok felépítése

A 90 perces gyakorlatokat mindig egy gyors, alapoktól induló elméleti felfrissítéssel kezdtük, amit kiegészítettünk azzal, hogy összefoglaltuk azokat az alkalmazásokat, amit az órán bemutatásra kerültek. Bár itt nem teszteljük a hallgatókat, de ez is az előhívás egy formája, hiszen új szemszögből vizsgáljuk meg az elsajátított anyagot. Ezt egy technikaibb, mérnöki rész követte, mert a képzésük elején járó hallgatók számára sokkal nehezebb az ipari gyakorlatok, praktikák elképzelése, mint egy új absztrakt matematikai trükk elsajátítása. Amikor sikerült kontextusba helyezni a tárgyalt alkalmazást, nekiláttunk a közös problémamegoldásnak a Python programozási nyelven, amibe a hallgatók a laptopjukról kapcsolódhattak be. Ezt a szakaszt is gyakran egészítettük ki saját, az adott témakörhöz kapcsolódó tapasztalatainkkal – ami szintén a tanult anyag alátámasztását, „legitimálását” szolgálja, és sajnos a hagyományos matematikaoktatásban nem mindig marad rá idő. Mivel a kerettantervi tárgyakat hagyományosan matematikus oktatók tartják, így első kézből kapott ipari, gyakorlatorientált képet a matematikáról képzésük elején nem tudnak kapni a hallgatók. Óránként egyszer vagy kétszer a közös munkát mini tesztekkel szakítottuk meg: ilyenkor a hallgatóknak egy új problémát kell megoldaniuk az adott órán tanult módszerekkel; a leggyorsabb 5 hallgatót jutalmazunk. Az órákat egy 5-10 perces Kahoot kvízzel zárjuk, ami nem csak arra szolgál, hogy a tananyagot újra, közösen átnézzük, hanem a jelenlét vezetésére is platformot szolgáltat, az első három helyezett hallgató pedig jutalmat kap. Mind a mini tesztek, mind a Kahoot kvízek a már korábban sikeresen alkalmazott teszthatás alkalmazásai.

4.2 A projektmunka-feladat felépítése

A szemeszter végéig egy projektfeladatot is teljesítettek hallgatóink. Ennek a kiírása meglehetősen lazának tűnhet: csak azt kötöttük meg, hogy oldjanak meg egy valós problémát azokkal az eszközökkel, amikről tanultunk, 3-5 fős csoportokban. Természetesen minden feladról külön konzultáltunk a diákokkal, hogy meggyőződjünk a feladat komolyságáról – és megvalósíthatóságáról. A feladatok saját megfogalmazása azt hivatott elősegíteni, hogy a hallgatók később könnyebben ismerjenek fel mérnöki, matematikai problémákat munkakörnyezetükben. Hallgatóink munkáikat a szorgalmi időszak utolsó két hetében mutatták be egymásnak: egyetemi pályafutásuk során – mintatanterv szerint – ez volt az első szóbeli prezentációjuk.

4.3 A félév tananyagának részletes ismertetése és fejlesztési menete

Bár az irány valóban az volt, hogy a matematika alaptárgyat, a Matematika G2-t követve haladjunk a hallgatókkal, ez nem minden esetben volt kivitelezhető. A szemeszter elején a Python nyelv használatába történő bevezetéssel szükséges volt némi időt eltölteni, ezalatt a lineáris algebra anyagban a diákok elértek odáig, hogy alkalmazható legyen a tudásuk. A félév végén, amikor az előadáson a többváltozós analízis fogalmainak bevezetése folyt, egy kevés gráfelméletet iktattunk be. Az alábbiakban óráról órára haladva bemutatjuk az órák és a házi feladatok anyagát, kitérve a lényeges részletekre, ötletekre.

4.3.1 Első gyakorlat: Bevezetés a Python használatába

Az órán bemutattuk a Pythont, és a munkakörnyezetet, amiben dolgoztunk a félév során: Jupyter Notebookokba jegyzeteltünk az órán, így a példaprogramok mellé könnyen és esztétikusan illeszthettünk be szemléletes magyarázatokat. Bemutattuk a fő adattípusokat és az alapl műveleteket. Hoztunk példát a Python flexibilitására a dinamikus típusokkal (komplex számok automatikus kezelése, külön adattípusba sorolása), majd ezzel egy minifeladatot oldottak meg a hallgatók: kiszámolták a legnagyobb 32 biten (az IEEE 754 szerint (URL11, 2019)) tárolt lebegőpontos szám értékét. Megismerkedtünk az alap vezérlési szerkezetekkel és a függvényekkel, majd második minifeladatként megvalósítottuk a szignum függvényt Pythonban. Megismertük a stringekkel végezhető műveleteket, majd a komplex adattípusokat is. Mutattunk néhány példát az ezeken végezhető műveletekre, majd egy Python szintaxist tesztelő Kahoot kérdőívvel zártuk az órát.

4.3.2. Második gyakorlat: Bevezetés a Numpy használatába; Mátrixok mint a számítás eszközei

Az órát egy minifeladattal indítottuk: a hallgatókkal megvalósítjuk a buborékrendezés algoritmusát – az algoritmust nem magyaráztuk el, internet használatával keresték ki azok, akiknek ez új volt. Aki gyorsan kész volt, pluszfeladatot kapott. Ezután tértünk rá a mátrixokra. Bemutattuk a Numpy csomag használatát, a mátrixok inicializálását, készítettünk egység- és zérusmátrixot, a mátrixokkal és vektorokkal végezhető legalapvetőbb Numpy műveleteket. Megmutattuk a sok ismétlődést tartalmazó mátrixok létrehozásának alapjait is. Az óra végén egy érdekes és mérnöki szempontból is fontos alkalmazást, a numerikus integrálást mutattuk be, majd egy zajos szinuszelet generáltunk, amit mozgóátlaggal szűrtünk.

4.3.3. Első házi feladat: Mátrixok alkalmazása és egy numerikus integrálási alkalmazás

A házi feladat első részében a 3blue1brown csatorna egy videóját elemezve tanulják meg a diákok az előrecsatolt neurális hálózatok működésének alapjait és ezek mátrixokkal való kapcsolatát. A feladatban letöltöttek egy betanított hálót, majd ezt alkalmazva felismerték az MNIST adatbázis (URL12, 2019) kézzel írt számjegyeit. Szöveges feladatokban ellenőrizték a megértést. A második feladatrészben szintén egy gyakorlati problémát oldottak meg: okostelefonunk gyorsulás szenzorának értékeiből számolták a telefon által megtett utat. A feladat kitér az adatok előfeldolgozására is – szűrés, és értékek kiválasztása a 9 DOF-ú szenzor által szolgáltatott adatkeretből. A numerikus analízis kombinálása a hagyományos matematika anyaggal nem csak ebben a tárgyban lehet hatékony: az ETH Zürich-en az egy- és többváltozós analízist a numerikus módszerekkel párhuzamosan tanítják (Waldvogel, 2006).

4.3.4. Harmadik óra: Mátrixok és a képelemzés

Az órát – és az ezt követőt is – az hívta életre, hogy gyakran végeztünk képfeldolgozási feladatokat, így sok saját tapasztalattal, történettel tudtuk színesíteni a témakört. Először az analóg és digitális képkészítés elméletével kezdtünk dolgozni, majd beszéltünk a színterekről, a digitális képekről, mint mátrixokról, és Numpy műveleteket végezve választottunk ki adott színű részeket. Bemutattuk, hogy miért alkalmasabb a HSV színek követésére, hogyan áll ellen a változó fényviszonyoknak. Ezután az iparban gyakran alkalmazott thresholdokat is megmutattuk, majd egy élővideón követtünk egy kék labdát a HSV színtér segítségével.

4.3.5. Negyedik óra: Haladó képelemzés

Ismeteltünk egy RGB színkeverő programot, majd minifeladatként szürkeárnyaltos „színkeverést” próbáltunk ki. Készítettünk egy színszűrő alkalmazást – ez rendkívül hasznos lehet, ha képfeldolgozási problémákkal dolgozunk – majd minifeladatként HSV-ben is megoldották ezt a hallgatók. Az óra végén újra mozgóképpel foglalkoztunk: szürkeárnyaltosra alakítottuk a webkameránk képét. Az órát egy kis matematikával zártuk: diszkrét konvolúcióval számítottunk mozgóátlagot, majd mostunk el képeket és emeltünk ki éleket.

4.3.6. Második házi feladat

Két feladatrészből állt ez a házi feladat is: az elsőben az interneten kellett a hallgatóknak utána olvasni a Haar Cascade-ok (egy hasznos objektumfelismerési módszer) alkalmazásának, majd ezzel készítettek egy olyan programot, ami képes felismerni, hogy lát-e arcot a képen vagy sem. A második feladatrészben az internetről letöltött képeket dolgoztak fel.

4.3.7. Ötödik óra: Mátrixokról intuitívan

Ez az órán egy kicsit rendhagyó volt olyan szempontból, hogy csak tiszta matematikával foglalkoztunk. Az óra anyagát nagy mértékben inspirálta a 3blue1brown csatorna „Introduction to Linear Algebra” (URL10, 2016) videósorozata. Az órán megmutattuk a mátrixok és a lineáris leképezések kapcsolatát: az elméleti alapok tisztázása után egy

kvíz volt a minifeladat. Ezután szemléltettük a determináns és a terület-, térfogatváltozás kapcsolatát, majd a transzformációk kompozíciója és a mátrixszorzás közti kapcsolatot fedeztük fel. Az óra végén a Conway-i híres „Game of Life” játékot valósították meg a hallgatók minifeladatként 2D konvolúció segítségével.

4.3.8. Hatodik óra: Robotika és a mátrixok.

Az órán először áttekintettük az ipari robotika alapjait: beszéltünk a magyar automatizálási ipar helyzetéről és az ipari robotok főbb alkalmazási területeiről hazánkban. Ezután áttértünk az elméletre, ezután grafikus felületet is alkottunk egy egyszerű grafikai könyvtár segítségével, amiben egy robotkar mozgását vizsgáltuk különböző vetítésekkel. Az óra végén összeálltak a félév projektcsapatai.

4.3.9. Hetedik gyakorlat: Lineáris egyenletek megoldása mátrixokkal és a VEM

A lineáris egyenletek megoldásának és megoldhatóságának grafikus reprezentációjával kezdtük, majd a Cramer-szabály intuitív levezetésével folytattuk az órát. Az óra második felében a Műszaki Mechanika tanszék meghívott előadója tartott előadást a lineáris egyenletek alkalmazásáról a végeselem-módszerben, valamint a végeselem-módszer szerepéről a tervezési munkában. Szorgalmi feladatként a hallgatók kézzel oldhattak meg egy egyszerű szilárdságtani feladatot végeselem-módszerrel, így megértve a módszer működését.

4.3.10. Nyolcadik és kilencedik gyakorlat: Gráfelméleti kitérő

Amíg a függvényssorokkal megfelelő mélységig jutottak a reguláris előadáson a hallgatók, gráfelméletet vettünk. Az első alkalommal felvázoltuk a gráfelmélet alapfogalmait, majd egy gráfelméleti könyvtárat mutattunk be (URL13, 2019), amin át megértettük az objektumorientált programozás alapjait. Minifeladatként egy gráf fokszámösszegét kiszámoló programot készítettek a hallgatók. A második gráfos órán áttekintettük a Dijkstra-féle algoritmust, megvalósítottuk Pythonban, majd miniprojektként online adatot feldolgozva repülőgép-útvonalakat tanulmányoztak gráfelméleti szempontból.

4.3.11. Tizedik gyakorlat: Frekvenciatartomány és a mechatronika – a Fourier-analízis fontossága

Átbeszéltük a Fourier-sorfejtés és a Fourier-transzformáció közti különbséget, majd bemutattuk a spektrum vizualizálásának egy nagyszerű online eszközét, egy Google által készített online spektrogramot (URL14, 2019). Ennek működését demonstráltuk is: különböző hangszereket (fuvola, szaxofon, dob) és füttyhangot felhasználva megértettük a fel- és alapharmonikusokat. Bemutattunk egy grafikus reprezentációt a Fourier-sorfejtésre, amit Pythonban készítettünk el. Ezek után egy RTL-SDR vevőt (URL15, 2019) használva bemutattuk a rádióhullámok feldolgozásának alapjait, az AM-FM átvitel különbségét. Megmutattuk, hogy hogyan lehet CNC gépek hangját vizsgálni és hogy mi a köze az oszcillációnak a szabályozott rendszerekhez. Minifeladatként slágerek helyes spektrogramjait választottuk ki, majd zárásként a Shazam zenefelismerő applikáció működését mutattuk be.

4.3.12. Harmadik házi feladat

A feladat első felében hírportálok hivatkozási gráfját vették föl a hallgatók, és ezen végeztek különböző vizsgálatokat: megnézték, hogy hány hivatkozásra kell kattintani két cikk között, megnézték a leggyakrabban hivatkozott oldalakat, és egy egyéni, saját maguk által kitalált vizsgálatot is végezhettek, amiben valamilyen sajátos következtetést vonhattak le. A második feladatrészben először elméleti kifejtendő kérdésekkel teszteltük a tudásukat, majd egy 3blue1brown videóban (URL16, 2019) szereplő animációt kellett Pythonban elkészíteniük. Utolsó feladat egy zeneszám spektrogramjának létrehozása volt, amit egy dob frekvenciájának meghatározására használtak.

4.3.13. Tizenegyedik gyakorlat: többváltozós analízis és a neurális hálók

A gyakorlatot meghívott előadó, a TMIT tanszék munkatársa tartotta angol nyelven. Ismertetésre került a neurális hálók tanításának módszere, a hiba-visszaterjesztés és más tanítási eljárások. Így nem csak a többváltozós függvények parciális deriválását gyakorolták a diákok, hanem egy új, feltörekvő terület alapjait is elsajátították.

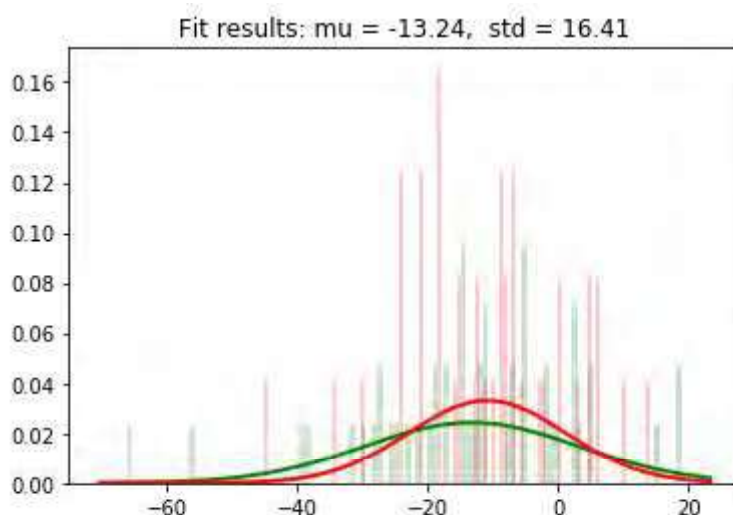
4.3.14. Tizenkettedik és tizenharmadik gyakorlat: Projektfeladatok bemutatása és félvélzárás

A 3-5 fős csapatok 10 perces prezentációkban mutatták be az elkészült munkáikat.

5. Tapasztalatok, kvantitív és kvalitatív vizsgálat

A kurzus során egy anonim értékelő felületet működtettünk a Google Forms-on, a szorgalmi időszak 12. hetében pedig egy kérdőívet töltöttek ki a hallgatóink (az új kurzusról 37-en, a kurzuson nem résztvevő, de Matematika G2-t hallgató tanulók közül 24-en). E kérdőívben megkérdeztük az előző matematika tárgyban szerzett jegyet is, hogy megbizonyosodjunk arról, nincsen képességbeli eltérés a csoportok között. A jegyek hasonló eloszlást mutattak, nem találtunk eltérést a két csoport között képességekben. Kérdőívünkben megkérdeztük a hallgatóktól, hogy milyen hasznosnak találják a Matematika G2-t a mérnöki tárgyaikban. A tárgyat felvett hallgatók egy 10-es skálán átlagosan 6%-kal magasabbra értékelték a Matematika G2 hasznosságát; az eredményt torzíthatja, hogy a Matematika G2 előadásokat is látogattuk 15-20 perces gyakorlati demonstrációk erejéig. A kérdőívünk szerint a hallgatók nagy részének nem volt programozási tapasztalata a kurzus előtt, így különösen előnyösek voltak számukra a projektfeladatok. Azt is megkérdeztük tőlük, hogy folytatnák-e a kurzust, vagy ha nem vették fel, felvennék-e jövőre: a még nem járó diákok 54%-a gondolkozna el egy hasonló kurzus felvételén és mindössze 5%-uk nem folytatná.

A kurzus vége után, egy félévvel később sikeresen indult az tárgy új megfelelője: 63-an vették föl a kurzust a körülbelül 100 fős évfolyamból. Érdekesnek találtuk azt is, hogy a Matematika G2 anyagát felhasználó, vele párhuzamosan futó Szilárdságtan tárgyban szerzett félévközi pontokat vizsgáltuk a teljes évfolyamon. A Szilárdságtan az egyik legnehezebbnek tartott tárgy a képzésen. A Szilárdságtan a Statikára épül, ami egy jóval könnyebb bevezető tárgy, de azt megmutatja, hogy a mechanika iránt mennyire érdeklődik egy hallgató. Kimutatásunkban azt vizsgáltuk meg, hogy mennyit változott a hallgatók vizsgajegye a Statikához képest Szilárdságtanból azok, akik felvették a tárgyat, és azok, akik nem.



5. ábra: A tárgyat felvett (piros) és a tárgyat nem felvevő (zöld) hallgatók Szilárdságtan-Statika jegykülönbsége százalékban a vízszintes tengelyen; a függőleges tengely a relatív gyakoriságot mutatja

A tárgyat felvett hallgatók javításának várhatóértéke 5%-kal magasabb a tárgyat nem felvevő hallgatókénál. A Matematika G2 ismereteik tehát hatékonyabban hasznosultak más tárgyakból vagy a gyakorlati alkalmazások plusz motivációt adtak a tanuláshoz nem csak a matematika terén, hanem a klasszikus mechanikában is.

Irodalomjegyzék

Brandi, A. C. és társai: Motivating engineering students to math classes: Practical experience teaching ordinary differential equations, IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) (2017)

Clark, N., Scott, P. S.: Game Addiction: The Experience and the Effects (84) Jefferson, North Carolina, kiadta: McFarland & Company (2009).

Kahneman, D.: Gyors és lassú gondolkodás (Magyarul kiadja: HVG könyvek, 2011), I. rész, 2-4. fejezetek.

Klingbeil és társai: Rethinking Engineering Mathematics Education: A Model for Increased Retention, Motivation and Success in Engineering, American Society for Engineering Education Annual Conference, 2465 (2004)

Misfeldt és társai: Learning Mathematics through Programming: An Instrumental Approach to Potentials and Pitfalls, Aalborg University (2015),
<https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/207681370/MisfeldtEjsingAccepted.pdf> (2019.10.27)

Racsmány M.: A csodálatos teszt, avagy miért az emlékezeti előhívás a leghatékonyabb tanulási mechanizmus? Mindennapi pszichológia 2014/3. szám. 52- 56. Budapest (2014)

Roch, A. és társai.: Making maths more attractive – how real applications increase first year students' motivation, Fakultät für Mathematik, Ruhr-Universität Bochum (2012).

URL1: A BME-GPK gépészmérnöki képzési program:
https://gpk.bme.hu/BSc/images/gepeszkar/doku/tajekoztatok/2016-17/BME-GPK-Gepeszmerenoki_BSc-Kepzesi-program-2017_R1_FULL.docx (2019.10.23).

URL2: A BME-GPK mechatronikai mérnök képzési program:
https://gpk.bme.hu/BSc/images/gepeszkar/doku/tajekoztatok/2016-17/BME-GPK-Mechatronika_BSc-Kepzesi-program-2017_R1_FULL.docx (2019.10.23).