

A folyamatfejlesztési elvek és megoldások – módszertani eszközök a mérnöki kompetenciák kialakításában a középiskolás korosztályban Teaching process improvement principles and techniques – development of engineering competences in secondary schools

I. KOCSIS

Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Műszaki Alaptárgyi Tanszék, kocsisi@eng.unideb.hu

Absztrakt. A középiskolásoknak, különösen a gimnáziumokban tanulóknak kevés információja van a mérnöki szakmáról. Egy foglalkozássorozat megvalósításával azt tűztük ki célul, hogy játékosan, csapatmunkában adjunk át ismereteket a diákoknak ezen a téren. Ebben a cikkben röviden bemutatjuk a tevékenységeket, és az alkalmazás tapasztalatait.

Abstract. Students in Hungarian secondary schools generally have no realistic picture of what engineers do. In the framework of a project workshops are held in secondary schools to pass knowledge about the world of engineers through games, problem solving, and teamwork. Our aim is to give the students an idea of the broad range of engineering fields and activities. In this paper we briefly introduce the details of the programme and our experience in the application.

Bevezetés

A műszaki pálya sikeres megválasztásának feltétele, hogy a középiskolások kellő tájékozottsággal rendelkezzenek a mérnöki területekről és tevékenységekről. Ezt csak az érintettek (középiskolák, egyetemek, iparvállalatok, oktatáspolitikai) aktív közreműködésével, tudatos és módszertanilag megalapozott programok kidolgozásával és megvalósításával lehet elérni. A témakörnek óriási irodalma van, ezek között pl. az [1-3] publikációk.

A szakgimnáziumokban a műszaki pályára való felkészülés – az ismeretek megszerzését tekintve – megvalósul a szakmai tárgyak tanulása során, a gimnáziumokban azonban kevés tapasztalatot tudnak gyűjteni a tanulók ezen a téren, miközben a műszaki felsőoktatás tárt karokkal várja a gimnazistákat.

Mivel a gimnáziumok érzékelik a műszaki pályára való „felkészülésben” rejlő marketing lehetőséget, többféle próbálkozás van úgynevezett „műszaki orientációjú” osztályok indítására. Műszaki területen

jártas szakember hiányában az orientáció abban merül ki, hogy ezek az osztályok magasabb szintű felkészítést kapnak a matematika és a fizika tárgyakból. Ez a munka természetesen hasznos olyan szempontból, hogy a műszaki felsőoktatásban tovább tanuló diákoknak kevesebb gondjuk lesz az alapozó tárgyakkal, de nem jelentenek valódi orientációt, hiszen a tanulók nem jutnak hozzá lényeges információkhoz a mérnöki tevékenység jellegét és a különböző mérnöki szakterületek jellemző problémáit, a szükséges készségeket illetően.

Használható tapasztalatok gyűjtésére gyakorló mérnökökkel való közös munka, projektek megvalósítása és a műszaki eszközökkel való tényleges munka teremthet lehetőséget. Az utóbbi időben egyre több oktatási programot hirdettek ipari vállalatok, melyekben eszközökkel és szaktudással támogatják az iskolákban folyó munkát. Ilyen kezdeményezés például a National Instruments „NI Mentor Programja” [4], a Magyar Villamos művek „MVM Edukációs Programja” [5], az IT Services „Start Programja” [6], melyeket általános és középiskolák számára hoztak létre. A vállalatok által kínált programok nagy előnye, hogy az iskoláknak csak fogadni kell ezeket, helyet és időt biztosítani számukra.

A saját eszközök fejlesztésére, saját műszaki-természettudományi célú programok kidolgozására sokféle pályázati lehetőség érhető el. Ezek igénybevétele viszont megköveteli, hogy az iskolák biztosítsák a tanárok számára az időt a felkészüléshez, a tanuláshoz. Az elmúlt időszakban ilyen pályázati lehetőséget jelentett például az „Öveges labor” [7], az „Út a tudományhoz” [8], a „Nemzeti Tehetség Program” [9].

Az érdeklődő tanulók foglalkoztatására a speciális szakkörök, a versenyekre való felkészülés lehet hatásos, ezek megalapozhatók a vállalati programokban való részvétellel. A siker feltétele azonban az, hogy az eszközök használatának megismerésén túl a tanárok képesek legyenek a szemléletváltásra, a megszokott napi oktatási rutinból való kimozdulásra.

Vannak sikeres példák arra, hogy gimnáziumban egyes műszaki témaköröket szakkör jelleggel tanítanak műszaki karral való együttműködés keretében. A középiskolások számára megfelelő lehet a műszaki rajzzal vagy a CAD tervezéssel való ismerkedés.

Az egyetemek laborfoglalkozásokkal, kutatási projektekbe való bevonással tudják támogatni az érdeklődő középiskolásokat. Igen hasznosak lennének olyan egyetemi laborfejlesztések, melyek alkalmasak középiskolai foglalkozások, projektek befogadására. Arra nincs lehetőség, hogy minden iskolában minden speciális eszköz meglegyen, az egyetemi fejlesztésekkel ezek biztosíthatók lennének.

A jó gyakorlatok közül érdemes megemlíteni a következő néhány példát. A DE TTK nyári táborában az érdeklődő diákok betekintést nyerhetnek az egyetemi oktatók, kutatók munkájába, találkozhatnak korszerű laboratóriumi eszközökkel, kidolgozhatnak egy-egy kutatási projekt feladatát, a végén pedig konferencia keretében prezentálhatják a kutatómunkájuk eredményeit. Az MTA Debreceni Atommagkutató Intézete a „Megérthető-elérhető fizika” [10] és a „Rendhagyó órák” [11] című programokkal veszi ki részét a középiskolások elérésében.

Az iskolán kívüli programok maradandóbb élményt nyújtanak, de az is fontos, hogy mérnökök és egyetemi oktatók rendszeresen jelenjenek meg a középiskolákban és mutassák be tevékenységüket és

karrierjüket. A személyes találkozás egy szakma képviselőjével nehezen helyettesíthető bármilyen tájékoztatással. Egy személy példája befolyásolhat életre szóló döntéseket.

Végül hangsúlyozni kell, hogy a tanárok tájékozottsága meghatározó a diákok pályaválasztásának segítésében. Véleményünk szerint a tanárképzésben – legalább a természettudományi területeken – időt kellene fordítani arra, hogy a tanárszakosok tájékozódni tudjanak a műszaki területekről. Erre alkalmasak lennének olyan kurzusok, melyeken különböző területekről érkezett mérnökök beszélnének a szakterületük jellegzetességeiről. Ezzel a tanárszakosok egyrészt realisabb képet alkothnának a műszaki pályáról, másrészt a saját tárgyaik oktatását is hasznosabbá tudnák tenni.

Ahogy az a nemzetközi publikációk is hangsúlyozzák (lásd pl. [12,13]), a mérnöki szakma utánpótlásának biztosítása csak az alapfokú, a középfokú és a felsőfokú oktatáson átívelő, összehangolt, és egységes szemléletű tevékenységként lehet hatásos. A lányok pályaválasztására különösen nagy hatással vannak a 10-14 éves kori benyomások, amikor a nők munkaerőpiaci helyével kapcsolatos sztereotípiák még nem gátolják le a szabad választást. Ezzel szemben az egyetemek általában csak a középiskolásokat célozzák meg, közülük is csak a végzés közelében lévőket. Ennek a tevékenységnek aligha van érdemi hatása a pályaválasztásra, a beiskolázási akciók inkább a képzőhelyek közti konkurenciaharc megnyilvánulásai.

Természetesen azt sem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy az általános iskolások érdeklődésének felkeltése más mentalitást és módszereket kíván, mint az egyetemistákkal és a középiskolásokkal való foglalkozás. Ehhez „specialisták” kellene, olyan oktatók, akik természetük, vagy tanult szakmájuk alapján képesek a gyerekekkel „hatékonyan” foglalkozni.

A 15-20 éves korosztály jelentős része már komoly érdeklődést mutat a szakmák iránt, szívesen elmennek az egyetemi programokra is az érdeklődési körükhöz kapcsolódóan. Fontos számukra, hogy komplex képet kapjanak arról, amit az egyetem kínál. Nem csak azt akarják látni, hogy mit kell majd tanulni, és hogy mérnökként mivel fognak foglalkozni, hanem azt is, hogy milyen infrastrukturális körülmények között, milyen szemléletű, felfogású oktatókkal fognak eltölteni jó pár évet egy intézményben. A diákok egy része, különösen a lányok érzékenyek a mérnöki tevékenységek társadalmi vonatkozásaira is, egyesek esetén ez a tényező is meghatározó lehet a pályaválasztásban. [14,15]

2. Csapatmunka, projektmunka a tanórákon

A mérnöki tevékenységek többsége projektek megvalósításához kapcsolódik, így a folyamatban való gondolkodásra és a csapatban dolgozásra való képesség követelmény, amit gyakorlással fejleszteni lehet. Ha az iskola meg tudja jeleníteni a valós élet problémátípusait és ezek megoldási módszereit, akkor sokat tehet azért, hogy a gyorsan változó világban érvényesülni képes fiatalokat neveljen.

Az ismeretek átadásának hatékonysága nagyobb, ha a tananyagként megjelenő tudáselem valamilyen tevékenység, „projekt” keretében hasznosul. Számos módszer ismert, melyekkel tantermi körülmények közt lehet gyakorolni a folyamatelemzési és folyamatfejlesztési technikákat. Ilyen tevékenység lehet például egy összeszerelő üzem munkájának vagy egy termék gyártásának modellezése, ezekkel kapcsolatos feladatok kitűzése. Ezekben a feladatokban eleget kell tenni

meghatározott mennyiségi és minőségi követelményeknek, és gyorsan is kell dolgozni. A tanulók feladata úgy megszervezni a folyamatot, hogy a lehető legjobb minőségben és a leggyorsabban tudják teljesíteni a feladatot. A szervezés a résztvevők szerepeinek kiosztását, a munkahely kialakítását és minden egyéb meghatározó körülmény kialakítását jelenti.

A folyamatfejlesztési tréningek feladatai valójában játékok. A játékok kihívást jelentenek, tudást, stratégiát, figyelmet igényelnek, a győzelem újabb kihívásokra sarkall. A játszás során felszabaduló energia kihasználása a legjobb tanulásszervezési módszer. Ha sikerül játszva tanítani, akkor az eredmény nem marad el [16].

A projekt munka természetes terepe a szakköri foglalkozás. Míg az órai projektek megtervezése és menedzselése nehéz feladat, az órán kívüli foglalkozásokon, egy téma iránt érdeklődő tanulók körében ez könnyebben megy, hiszen kellő idő áll rendelkezésre, a tanulók belefeledkezhetnek a megvalósításba, nem tereli el a figyelmüket más. A közös érdeklődési kör pedig segíti az együttműködést és a kommunikációt.

A csapatban való munkavégzés fontos része a munkakultúrának. A vállalatok tudják, hogy a komplex tevékenységekhez, például a termékfejlesztéséhez sokrétű tudás szükséges. Ezekben a tevékenységekben a csapatmunka általában jobb eredménnyel jár, például ötletesebb, szebb, vonzóbb terméket eredményez, mint az egyéni teljesítmény. Minél összetettebb a feladat, annál fontosabb a csapatmunka. Az üzleti szférában csak szűk területen meghatározók az individuális teljesítmények.

Az iskolai környezet és az, amiben felnőttként, munkavállalóként helyt kell állni nagyon különbözik. Az iskolában mindenkinek ugyanazt kell teljesítenie, ugyanazt a szerepet kell eljátszania, miközben a „való életben” teljesen más a helyzet. A csapatmunka lehetőséget teremt az egyes személyek számára megfelelő szerepek felismerésére, kipróbálására, és arra, hogy a fiatalokban reális kép alakuljon ki arról, hogy milyen szerepekben tudnak hatékonyak lenni.

A tapasztalatok azt mutatják, hogy a diákok sokkal könnyebben tanulnak, ha a témakör feldolgozása társas interakcióval párosul. Ezért az együttműködő tanuláshoz meg kellene jelenni a legtöbb tanórán. Ha az az elvárás, hogy csendben kell ülni és „figyelni”, a figyelem csak rövid ideig tartható fenn, a diákok túl akarnak lenni az ilyen órákon, és alig marad meg valami a fejükben.

A tanórán hallottak másként fogalmazódnak meg az egyes tanulóknál, másképpen hasznosul a tudás. A tanórák végén alkalmazott visszakeresések eredménye * világosan mutatja, hogy az egyes tanulók fejében másként jelenik meg a hallott ismeret, sok esetben hibásan rögzül a fogalomkép. Az interakció lehetőséget ad arra, hogy a fogalom megismerése után azonnal kiderüljön a hibás rögzülés. Ha beszélni kell egymás között a tanult fogalomról, akkor azonnal előjönnek a problémák, nem később (pl. egy sikertelen számonkérés után) kell azokon módosítani.

Ha a tanári felkészítés során a tanárszakosok elsajátítják a folyamatfejlesztés technikáit, akkor ezek alkalmazási lehetőségeit felismerhetik a tanórákon. Ha egy tanulási tevékenység céljának nem pusztán az ismeretek megszerzését tekintjük, hanem az ehhez való eljutás folyamatának tökéletesítését, optimalizálását is, akkor megértjük a folyamatfejlesztési technikák alkalmazásának hasznát.

Számos fejlesztési elvnek vannak hasznosítható elemei az oktatásban. Ezek között vannak olyanok (pl. lean menedzsment, agilitás menedzsment), melyek egyszerű elveket fogalmaznak meg, nem igényelnek komolyabb háttértudást, a résztvevők ösztönösen „ráérezhetnek” a tevékenység lényegére.

A lean szemlélet alapeleme, hogy a folyamat minden szereplője, érintettje érezze fontosnak, hogy folyamatosan, jobbitó szándékkal figyelje a közös munkát, vegye észre a fölösleges tevékenységeket, az elkerülhető párhuzamosságokat, a fölösleges várakozási időket, az erőforrások (tudás, eszközök) kihasználatlanságát, a kommunikáció hiányosságait (ezeket a lean veszteségeknek hívja), és gondolkodjon azon, hogy hogyan lehet ezeket elkerülni, hogyan lehet eredményesebben haladni a kitűzött cél felé.

Ez a szemlélet a diákok részéről kezdeményező és kritikus megközelítést kíván, egy jól működő rendszerben a gyerekek megtanulnak érvelni a véleményük mellett, és megtanulják elfogadni, ha nem az övék a legjobb megoldás. A folyamatos fejlesztés (kaizen) „filozófia” beépítése a mindennapi munkába alkalmas lehet arra, hogy fejlessze a gyerekek együttműködési készségét, segít elhinni, hogy érdemes kreatívnak lenni, és megérteni, hogy mindenkinek lehet jó ötlete.

A lean módszer minden folyamatra alkalmazható. A folyamattervezés, folyamatfejlesztés tárgya lehet egy osztálykirándulás programja, a szállás kiválasztása, egy osztálybuli helyszíne, szabályai, közös részvétel programokban. Ezek lehetőséget adnak az „ötletelésre”, és előjöhetnek az egyéni ismeretek, tapasztalatok. Van, aki a reggeli készülődést fejleszti, és eléri, hogy 40 perc helyett 20 perc alatt legyen kész, így 20 perccel többet aludhat. Optimális esetben a lean elvek alkalmazása a mindennapi életünk természetes eleme. Ha hozzászokunk ehhez a gondolkodásmódhoz, akkor ez kihat minden tevékenységünkre.

A kaizen kritikus eleme a javaslatok kezelése. A javaslatok addig jönnek, míg azokat komolyan veszik, és hatásukra történik valami. Olyan társadalmakban, ahol nincs hagyománya az együttgondolkodásnak, a közös érdek nem tud az egyéni ambíciók elé kerülni, nehezen lehet hozzászokni a kaizen gondolkodásmódjához. Ideális esetben a tanár segítő, támogató szerepben van (coach), aki problémamegoldást tanít, nem kész megoldásokat. Ehhez együtt kell dolgozni a diákokkal, nem csupán kész paneleket átadni. A diákok megtanulják hogyan tegyenek fel kérdéseket, melyek hozzásegítik őket a feladataik megoldásához. A lean eszközök használatához nem kell szakértőnek lenni, nem kell speciális szaktudás, csupán fogékonyság a kaizen iránt, és a helyes alapok elsajátítása.

Az üzleti szférában a siker kulcsa a gyorsaság *, a megváltozott igényekre való gyors reagálás. Nincs idő hosszas várakozásokra, lassan haladó fejlesztési projektekre, mert a versenytársak előznek. Különösen gyors az igények változása és a fejlesztések elavulása a szoftverfejlesztés területén. A korábbi rugalmatlan módszerek felváltására az 1990-es években kezdték alkalmazni azt a folyamatmenedzselési elvet (agilis szoftverfejlesztés), ami lehetővé teszi az eredeti kritériumok fejlesztés közben való módosítását, vagyis azt, hogy a fejlesztés során ne ragaszkodjanak eredetileg megállapított követelményekhez, ami korlátozza a készülő megoldások lehetőségeit.

A szoftvert úgy lehet (még időben) hozzáigazítani az aktuális szükségletekhez (téves vagy elavult jellemzők korrigálása), hogy a felhasználói visszajelzésre rövid időn belül választ adunk. Általánosságban az agilis szolgáltatásmenedzsment ebből a gondolatkörből indult.

Az Agilitás Kiáltvány (Agile Manifesto, 2001 [17]) alapelvei szerint az egyének közti interakció fontosabb, mint a rögzített eljárások, az eredmény (pl. működő szoftver) fontosabb, mint a dokumentáció. A hangsúly a változásra adott reakción van, kevésbé az eredeti terv betartásán.

A projektek alacsony szintű részfeladatokra bontása elősegíti a gyors alkalmazkodást a változó körülményekhez. Naponta át kell venni a feladatok állapotát, és korrigálni a fejlesztés irányát, ha szükséges. A csapat feladata az, hogy a megrendelő által felvázolt problémára jó megoldást találjon az adott kereteken belül. A gyorsaság jó pont a megrendelő szemében, a szolgáltatót kompetensnek mutatja.

Az agilitás előtérbe helyezésének hatása van a csapatmorálra. Az agilis megközelítésben fontos szerepe van az önszerveződésnek, a felelősség megosztásának. A felelősségnek a lehető legalacsonyabb szintre kell kerülnie.

Ahhoz, hogy egy tanuló sikeres legyen egy agilitást igénylő szervezetben, tapasztalatot kell szereznie ezen a téren is. A tanórákon a tanári és a tanulói tevékenységnek is jellemzője lehet az agilitás. A tanulási folyamat egyes elemeinek pedig kifejezetten célja lehet ennek fejlesztése. A projektekben az elvégzendő feladat és a körülmények folyamatosan változtathatók. Ez megfelel a valóságban a vevői igények megváltozásának, ami a termelő vállalatok számára a legtöbb gondot okozza. A folyamat közbeni beavatkozás próbára teszi a csapatot, a reagáláshoz ki kell fejleszteni a gyors változtatás képességét. A tanulási folyamatban megfogalmazott csapat feladatok esetén is lehet élni ezzel a lehetőséggel. Ilyen váratlan beavatkozás lehet például az azonnali beszámoló kérése a csapattól. Lehet engedni a csapatot, hogy válasszon tagot vagy tagokat a beszámolóra, de váratlanul ki is lehet jelölni csapattagot erre a feladatra. Meg lehet határozni a beszámoló jellemzőit (például idő, prezentációs technika, csak összefoglaló, vagy kérdésekre is kell válaszolni, kérhető-e segítség a csapattól közben).

Az ilyen igényre való reagálás folyamatos figyelmet és jelenléte igényel a csapattagok részéről. Csapat esetén minden tevékenység együttműködés eredménye kell legyen. A váratlan beszámoló bejelentése után a csapat együtt készíti fel a tagot a feladat végrehajtására, „össze kell dobniuk” az aktuálisan meglévő tudást.

Ezek a játékok olyan helyzeteket teremtenek, melyek valós folyamatok szimulációi, ahol a folyamatos fejlesztés szemlélete érvényesülni tud. Vannak emberek, akik természetüknél fogva keresik, hogy mit hogyan lehetne jobban csinálni, mások esetén szükség van arra, hogy ráérezzenek ennek a szemléletnek a „jóságára”. Ha csapatban, egymásra utalva kell közös célt elérni, akkor a személyek erős késztetést éreznek arra, hogy hozzájáruljanak a sikerhez.

3. A „Műszaki diagnosztika és folyamatfejlesztés” foglalkozás

A Debreceni Egyetem Műszaki Kar Műszaki Alaptárgyi Tanszék évek óta foglalkozik érdeklődésfelkeltő, tudománynpszerűsítő, interaktív foglalkozások kidolgozásával és megtartásával olyan matematikai, geometriai, informatikai és műszaki témakörökben, melyek kapcsolódnak a Debreceni Egyetem Műszaki Karon folyó képzésekhez [18]. Ezek között egy újabb foglalkozás a „Műszaki diagnosztika és folyamatfejlesztés” címet viseli.

A foglalkozás célja egyrészt a folyamatfejlesztés szemléletének és általános technikáinak bemutatása valóságos folyamatokat modellező játékok formájában, másrészt egy speciális terület, az ipari termelésben kiemelkedő fontosságú műszaki diagnosztika feladatainak és eszközrendszerének ismertetése.

A folyamatfejlesztés részbe három típusú tevékenységet vontunk be. Az első a katapult használata: egy gép működésének statisztikai elemzése adott beállítás esetén; egy gép működésének statisztikai összehasonlítása különböző beállítások mellett; több gép működésének statisztikai összehasonlítása; rajzolt pontszerű cél „eltalálása” megadott legnagyobb szórással (átlag beállítás, szórás csökkentése); kihelyezett edénybe beletalálás megadott minimális valószínűséggel (átlag beállítás, szórás csökkentése). A második típusban a teniszlabdás feladatok vannak: adott mennyiségű teniszlabda eljuttatása megadott távolságra meghatározott követelmények mellett (pl. minden résztvevőnek mindkét kezével hozzá kell érni minden labdához), a feladatot megadott idő alatt kell végrehajtani a legkisebb költséggel (legkevesebb emberrel); adott számú közreműködő mellett a feladatot a lehető legrövidebb idő alatt kell végrehajtani. A harmadik típusban kártyás feladatok vannak: összekevert kártyalapok (alapanyagok) sorrendbe rakása (munkaállomások feltöltése) a lehető legrövidebb idő alatt a megadott módon korlátozó feltételek mellett (a hátlapoknak meg kell felelni a megadott mintának, egy sor hossza nem haladhat meg egy megadott mértéket, a szám feliratoknak teljes egészében látszani kell); a feladat végrehajtása változó körülmények között.

Ezekben a feladatokban eleget kell tenni meghatározott mennyiségi és minőségi követelményeknek, és gyorsan is kell dolgozni. A tanulók feladata úgy megszervezni a folyamatot, hogy a lehető legjobb minőségben és a leggyorsabban tudják teljesíteni a feladatot. A szervezés a résztvevők szerepek kiosztását, a munkahely kialakítását és minden egyéb meghatározó körülmény kialakítását jelenti. Az ilyen jellegű folyamatfejlesztési tevékenységek elsősorban kvalitatív elemzéseken alapulnak, a résztvevők megfigyelik, átgondolják a folyamat lépéseit, és ennek alapján javasolnak változtatásokat. Ez a technika a műszaki gyakorlatban főleg a kaizen módszerre jellemző, ami leegyszerűsítve folyamatos fejlesztést jelent minden érintett aktív és kezdeményező közreműködésével.

A csapatnak döntéseket kell hozni. Választhatnak egy vezetőt, aki koordinálja a munkát, de szét is lehet osztani a döntési jogot, vagy mindent meg lehet beszélni együtt. Ez függ a csapatmérettől is. A tevékenység egyszerű lépésekből áll, könnyű megérteni a feladatot, ennek magyarázásával nem kell sok időt tölteni, a feladat mennyisége viszont nagy (sok lépést kell megvalósítani az összeszerelés vagy gyártás során és sok terméket kell előállítani), így a munkaszervezéssel nagyon eltérő eredményt lehet elérni az idő tekintetében. Meg lehet az időtartamot is határozni, akkor a minél több jó minőségű termék előállítása a cél.

A foglalkozás a tapasztalatok megbeszélésével végződik. Ebben a tanulók értékelik a tevékenységüket, megfogalmazzák a menet közben felvetődött problémákat, az ezekre adott válaszokat.

Érdeklődés esetén célszerű megismételni a foglalkozást ugyanazokkal szereplőkkel. Így már a tapasztalataik birtokában látnak munkához, ami vélhetően hatékonyabb munkát eredményez. Ebben az esetben célszerű nehezíteni a feladatot, hogy ne legyen unalmas.

Az alkalmazott feladattípusok bemutatása

Teniszlabdás feladatok

1. *változat:* Adott mennyiségű teniszlabdát kell eljuttatni megadott pontból (dobozból) adott távolságra elhelyezett pontra (dobozba) úgy, hogy a feladat végrehajtásában közreműködők mindegyike mindkét kezével hozzáér minden labdához. Ha egy labda leesik, akkor vissza kell juttatni a kiindulási helyre, és újra kell indítani. A feladatot megadott idő alatt kell végrehajtani a legkisebb költséggel. Költség itt a foglalkoztatottak száma. A csapatnak ki kell dolgoznia azt a módszert, amellyel a legkisebb költséggel tudja megoldani a feladatot. A feladat optimális megoldása az „alkalmazottak” kiválasztását, a személyek térbeli elhelyezkedésének célszerű meghatározását, a labdák legjobb átadási módjának kiválasztását igényli. Az ezekkel kapcsolatos döntéseket meg kell hozni. A csapat választhat vezetőt, vagy dönthetnek mindenről közösen, a végén kiderül, hogy ezek a döntések mennyire voltak jók.

2. *változat:* Adott mennyiségű teniszlabdával kell végrehajtani egy olyan tevékenységsorozatot, melynek során a feladat végrehajtásában adott számú közreműködő mindegyike mindkét kezével hozzáér minden labdához. Ha egy labda leesik, akkor vissza kell juttatni a folyamat elejére, és újra kell indítani. A feladatot a lehető legrövidebb idő alatt kell végrehajtani. A csapatnak ki kell dolgoznia azt a módszert, amellyel a leggyorsabban tudja megoldani a feladatot. A feladat kitűzhető egy labdával is, ebben az esetben azt minden kör után vissza kell juttatni a folyamat elejére. Ekkor a folyamatot a labdával adott számú körben kell végrehajtani. Itt a feladat optimális megoldásának megtalálása a feladat pontos értelmezését igényli. Meg kell határozni a személyek térbeli elhelyezkedését, ki kell választani a labdák legjobb átadási módját. Mindkét változatot több csapattal érdemes megvalósítani, melyek párhuzamosan fejlesztenek. Így versenyhelyzet alakul ki, ami több motivációt jelenthet. A végrehajtás megfelelőségét (a „minőséget”) mindig a másik csapat ellenőrzi. A tevékenység nagyon látványos, egymás hibáit könnyű felismerni, és abból lehet tanulni.

Kártya sorba rakási feladat

A játék az alapanyagok raktárból kiszállítását és a munkaállomások feltöltését modellezi. A csapat feladata, hogy egy vagy több csomag francia kártya összekevert lapjait (alapanyagokat) a megfelelő helyre a megfelelő sorrendben elhelyezzék. Cél: egy szín lapjait sorrendben kell lerakni a lehető legrövidebb idő alatt. Minőségi követelmények lehetnek például: a hátlapoknak meg kell felelni a megadott mintának (piros vagy kék); egy sor hossza nem haladhat meg egy megadott mértéket (cm-ben megadva); a szám feliratoknak teljes egészében látszani kell. A csapat 4-6 tagból áll, nekik kell megszervezni a hatékony munkavégzést. A feladat kombinálható logisztikai tevékenységgel, egyes személyek ilyenkor a szállítási feladatot végzik a raktárból a válogató helyre, onnan pedig a feltöltés helyére. További változtatási lehetőség a mintázat megadása, amikor nem a szokásos sorrendbe kell rakni a lapokat, hanem más előírás szerint. Ez a változtatás modellezi a megváltozott vevői igényeket. A módosítást be lehet vetni a folyamat közben is, amikor feltehetőleg zűrzavart okoz, míg a csapat ki nem fejleszti a változásra reagálás képességét. A csapat fejlődésével a kihívásokra egyre rugalmasabban tudnak reagálni. Ehhez jól definiált működési módszer kell. A csapaton múlik, hogy milyen szerepeket definiál, alkalmaz-e specialistákat, menedzsereket.

Feladatok a katapulttal

Az ipari folyamatfejlesztés elengedhetetlen része a mérés és az adatelemzés. Ezeket az elemeket ipari környezetben kívül is lehet gyakorolni. Ilyen lehetőség az ún. „katapult” eszközzel végzett folyamatfejlesztés.

Itt a tevékenység egy golyó hajítása, ami egy tetszőleges folyamatlépést modellezhet olyan értelemben, hogy az eredmény viszonyítható a tervezett értékhez (specifikációhoz), vizsgálható az értékek szóródása, elemezhető a „kimeneti érték” és a bemeneti paraméterek viszonya, kereshető az elvárt pontosságot biztosító optimális beállítás.

A katapultnak sok beállítási lehetősége van (input paraméterek), melyek különféleképpen befolyásolják a dobási távolság (output paraméter) értékét, illetve a távolság szórását.

A katapulton állítható a gumi két végének pozíciója (6×5 beállítási lehetőség), a lendítőkar kezdő és véghelyzete (kb. 15 beállítási lehetőség), továbbá bemeneti paraméter a gumi anyagminősége (5 választási lehetőség), a gumi hossza (3 választási lehetőség) és a gumik száma (1 vagy 2). A beállítási lehetőségek száma így eléri a 10.000-et is.

Ezen túl a katapult rögzítési módja is hatással van a kimeneti érték szóródására. A becsapódás pontos helyének megállapítása (a dobási távolság mérése) külön megoldandó feladat.

A katapultra számos feladattípus megfogalmazható, például egy gép működésének statisztikai elemzése adott beállítás esetén; egy gép működésének statisztikai összehasonlítása különböző beállítások mellett; több gép működésének statisztikai összehasonlítása; pontszerű cél „eltalálása” megadott legnagyobb szórással (átlag beállítás, szórás csökkentése); kihelyezett edénybe beletalálás megadott minimális gyakorisággal (átlag beállítás, szórás csökkentése). Verseny is könnyen szervezhető csapatok között: kitűzött cél elérése nagyobb „pontossággal”; kitűzött cél elérése rövidebb idő alatt.

Egy kitűzött cél eléréséhez (meghatározott távolság, meghatározott legnagyobb szórással) a fejlesztési folyamatot meg kell tervezni és meg kell valósítani. A gumik típusának és számának meghatározásán, valamint a dobási ív megválasztásán túl fejlesztési lehetőség például a nyom megjelölése a pontosabb méréshez, a rögzítési mód, a lendítőkar súrlódásának, lötyögésének beállítása a katapult két oldallapját összetartó csavar beállításával.

Ha a golyó kemény felületre, például egy asztal lapjára esik, akkor onnan gyorsan elpattan, és nehéz meghatározni a becsapódás helyét. Így, ha a feladat része a becsapódás helyének azonosítása, akkor ennek pontos megvalósítása külön fejlesztési feladat, amihez rendelkezésre állnak eszközök a készletben. Ehhez használunk alufóliát, amin a bemélyedéseket alkoholos filccel jelölhetjük meg. Az alufólia alá papírt tehetünk, akkor a pontoknál gombostűvel átszúrva a fóliát a papírlapon láthatóvá válnak a becsapódási helyek. Ha a papír alá még textil alátétet is teszünk, akkor a pontok átvezetése a papírra még könnyebb. Mindezek a mérőrendszer fejlesztésének elemei, a tanulóknak ezeket ki kell találni látva a rendelkezésre álló eszközöket.

Ha a katapultot nem rögzítve adjuk át, akkor fejlesztési lehetőség a rögzítés (egy vagy két) pillanatszorítóval, valamint textil alátét alkalmazása a katapult hajításkor történő elmozdulásának csökkentésére.

A fenti beállítások után vagy azzal párhuzamosan lehet kiválasztani a megfelelő gumigyűrűket és a csapok pozícióját. Az alábbi képek három beállítás mellett mutatják a becsapódási helyeket.

A csapatok kialakítása után a feladat kitűzése szólhat például a következőképpen: a gyárba új gép érkezett, melynek feladata a termékek továbbítása megadott távolságra a gyártósor egy pontján. A rendelkezésre álló eszközökkel el kell érni, hogy a termékek (golyók) az előre elhelyezett dobozba essenek.

A feladat megoldására lehet rögzített időtartamot biztosítani. Ebben az esetben az értékelés alapja a találati arány (a dobozba találat relatív gyakorisága) lehet. Úgy is ki lehet tűzni a feladatot, hogy a betalálat relatív gyakoriságára vonatkozóan adunk kritériumot, pl. 10 dobásból legalább 8 találat legyen, ekkor az értékelés alapja az ennek eléréséhez szükséges időtartam.

A katapultot szétszedett állapotban célszerű átadni, és az alkatrészeket (gumik, kampók), a rögzítő eszközöket (pillanatszorító, szövet alátét), a becsapódás helyének meghatározását segítő eszközöket (alufólia, szövet alátét, filctoll, papír, gombostű), és a mérőszalagot külön tárolókban kitenni. Így először a konstrukciót kell megértenie a résztvevőknek. Utána minden bizonnyal a próbálgatás következik, majd a tervezés, egyeztetés a megoldás módjáról.

A megoldás a csapatban való munkát, valamint a folyamatfejlesztés eszközeinek ösztönös alkalmazását igényli: okelemzés, összefüggések feltárása, eltérések magyarázata, kísérlettervezés, adatok, tapasztalatok rögzítése, elemzése.

A katapulttal való munka rávilágít arra a gondolkodásmódra, ami elengedhetetlen a műszaki problémák megoldásához: meg kell érteni egy új rendszer működését, a bementi és kimeneti változókat, azok kapcsolatát; értelmezni kell az alkatrészek, segédeszközök szerepét, funkcióját; nyitottnak kell lenni az újszerű megoldásokra; „merni kell” kreatívnak lenni (nem egy mások által már kitalált megoldást kell megtanulni és visszaadni); ki kell használni a csapat erőforrásait, meg kell osztani a feladatokat; gazdálkodni kell az idővel; folyamatosan kommunikálni kell, meg kell tudni győzni másokat az ötletünk helyességéről, kivitelezhetőségéről, vagy el kell fogadni az ellenérveket * [19].

5. Megállapítások

A folyamatfejlesztési technikák megismerését, gyakorlását célzó tréningeken általában meglepően egyszerű feladatokat kell végrehajtani, egyszerű eszközökkel. A résztvevők számára kezdetben általában nem is világos, hogy mi a tevékenység „értelme”.

A középiskolások számára szokatlan szituáció, hogy „felforgatjuk” a tantermet, hiszen ahhoz vannak szokva, hogy egész nap (többnyire passzívan) ülnek a padban, és várják a tanítás végét. A tréning szituáció szokatlansága, a feladatok újszerűsége miatt érthető tartózkodás tapasztalható a foglalkozások kezdetén, a tanulók passzivitását nehéz rövid idő alatt megváltoztatni.

Bár a korosztályra jellemző a játékok szeretete (számítógépes játékok, sport, vetélkedők a TV-ben), a tantermi szituációban tartózkodók, egy osztályközösségben szervezett, együttműködésen alapuló játékot (feladatot) nem érzik rögtön magukénak, és nem látják, hogy „mire megy ki a játék”. Ezért a foglalkozások felvezetését jól át kell gondolni. Egy vállalati tréningen általában van idő a ráhangolódásra, sok esetben nem a szokásos környezetben zajlik az esemény, erre az iskolában nincs lehetőség.

Rövid videó-bejátszásokkal be lehet mutatni a vállalati tréningek hangulatát, amikor 40-50 éves, tapasztalt mérnökök elszántan és lelkesen végzik ugyanazokat a feladatokat, ezzel remélhetőleg el lehet érni, hogy ne találják gyerekesnek a feladatokat, ami egy kamasz számára „kínos” lehet.

Gondolatban is meg lehet először oldani egyszerűbb feladatokat, hogy meglegyen a feladatmegoldás élménye. Folyamatok hibáinak, szűk keresztmetszeteinek keresése érdekes gondolkodtató feladat lehet a diákok számára. Ezeket az előzetes feladatokat beszélgetés formájában meg lehet oldani.

A példák célszerűen a mindennapi életük folyamatai, otthoni, iskolai, szabadidős tevékenységek (házi munka, felkészülés órára, buli, kirándulás szervezése):

- írjátok le a folyamatot,
- hasonlítsátok össze, hogy egymáshoz képest mit csináltok másképpen és miért,
- melyik a jobb megoldás,
- hogy lehetne tovább javítani ezen,
- mi az optimalizált folyamat előnye, pl. időmegtakarítás (több idő jut a kedvenc időtöltésre, pihenésre), fölösleges fáradozások (máskálás, mozdulatok) megszüntetése, stb.

A ráhangolásra jó megoldás lehet néhány kérdés feltétele online teszt formájában, melyből kiderül, hogy a tanulóknak milyen gondolataik vannak az érintett témakörben, és általában a műszaki folyamatokról, a hatékonyságról, a fejlesztés fontosságáról. Ma már elérhetők olyan alkalmazások, melyekkel internet vagy mobil applikáció segítségével látványosan és gyorsan elvégezhetőek felmérések. A mobiltelefonok alkalmazása segít abban, hogy a tanulók aktívan bekapcsolódjanak a munkába, ezen az eszközön szívesen csinálnak bármit.

A fiatalok körében – sajnos még a felsőoktatásban töltött évek során is – jellemző, hogy nem találkoznak a felelősség kérdésével. A családban és az iskolában is ki vannak szolgáltatva, hozzászoknak, hogy a felelőtlen viselkedésnek nincs komolyabb következménye, és hogy mindent „meg lehet oldani” valahogy.

Sok mérnökhallgató túl későn szembesül azzal, hogy a döntéseknek, cselekedeteknek következménye van, és nincs kire hárítani a következményeket. A mai huszonévesek munkába állása emiatt sok problémával terhelt, a munkaadók érett személyiségű, felelősségteljes szakembereket igényelnek, nem olyanokat, akik megsértődnek, ha kertetelés nélküli véleményt kapnak a teljesítményükről.

A mérnöki munka döntések sorozata, melyek minden esetben anyagi következménnyel járnak a vállalat számára, így hatással vannak a profitra, ami az üzleti szférában az elsődleges szempont. Egy jó döntés hatékonyabb termelést, sikeresebb üzleti tranzakciókat eredményezett, míg egy hibás döntés

termelés kieséshez, a megrendelés késedelmes teljesítéséhez, az eszközök károsodásához, baleset, környezetszennyezéshez vezethet. Egy profitorientált szervezetnél nem tolerálható a hibázások sorozata, a felelőtlen viselkedés.

Az emberi és a természeti környezettel kapcsolatos felelősségérzet szoros kapcsolatban áll a jobbító szándékkal, a közös siker érdekében tett fáradozásra való hajlammal. A tréningek rávilágíthatnak arra, hogy gondolkodással a tevékenységek hatékonysága jelentősen javítható. A különbség az első elgondolás és az optimalizált megoldás között sokszor megdöbbeníti a résztvevőket. Az ilyen témájú foglalkozások elősegítik a tulajdonosi szemlélet, a felelősség fontosságának megértését, és annak belátását, hogy a közömbösség*, az önzés nem viszi előre a közös ügyeket.

A feladatban (projektben) való gondolkodás fejleszti az ok-okozati összefüggések felismerésének képességét. Az iskolában elvárt lexikális tudás nem készíti fel a mérnökök mindennapi munkájára, mely folyamatos problémamegoldást igényel a folyamatot alkotó emberekkel, eszközökkel, technológiával. A folyamatmenedzsment modellezés, a fejlesztő „játékok” új világot nyithatnak meg a tanulók számára.

A foglalkozás a tapasztalatok megbeszélésével végződik. Ebben a tanulók értékelik a tevékenységüket, megfogalmazzák a menet közben felvetődött problémákat, az ezekre adott válaszokat. Ebből kiderül a tevékenységekhez való hozzáállásuk, az, hogy a személyiségük egy csapaton belül milyen szerepkörök betöltésére ideális, ami segíti a reális önkép kialakulását is.

Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.1-16-2016-00022 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Hivatkozások

- [1] K. Hyuksoo (2016) *Effect of Middle School Students' Motivation to Learn Technology on Their Attitudes toward Engineering*. Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 12(9), pp. 2281-2294.
- [2] Q. Mazumder – O. Aluko (2010) *A pre-engineering program to motivate high school students towards engineering*. American Society for Engineering Education. AC 2010-1250.
- [3] C. Shaw (2015) *Eight ways to encourage more students to study engineering*. The Guardian, Higher Education Network. 20th of January, 2015.
- [4] <http://hungary.ni.com/sites/default/files/NI%20Mentor%20Program%202016.pdf>
- [5] https://www.mvmpartner.hu/hu-HU/Hirek/2017/Sajtokozlemenye_Edukacio_20170719
- [6] <https://www.it-services.hu/hirek/budapest-en-is-elindult-a-start-program>
- [7] <http://www.tag-oveges.hu/a-projekt-1.html>
- [8] http://www.emet.gov.hu/hatter_1/ut_a_tudomanyhoz/
- [9] http://www.emet.gov.hu/hatter_1/nemzeti_tehetseg_program/

- [10] <https://www.atomki.hu/mef>),
- [11] http://atomki.mta.hu/files/2017/11/Fizikusnapok_2017_RendhagyOarak.pdf)
- [12] G. Aharon – A. Gershon (2016) *Motivational factors for studying science and engineering in beginning students: the case of academic preparatory programmes*. Global Journal of Engineering Education, Vol. 18., No. 2. pp. 72-76.
- [13] D. Y. Moon (2009) *A case study on elementary students' attitudes toward engineering and engineering problem solving: through applying the education program of STEM integration approach*. Journal of Korean Practical Arts Education, Vol. 22, 4, pp. 51-66.
- [14] N. Dasgupta – J. G. Stout (2014) *Girls and Women in Science, Technology, Engineering, and Mathematics: STEMing the Tide and Broadening Participation in STEM Careers*. Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences, Vol. 1(1) 21–29.
- [15] V. Paksi (2014) *Miért kevés a női hallgató a természet és műszaki tudományos képzésekben? Nemzetközi kitekintés a „szivárgó vezeték” metaforára*. Replika 85–86 (2013/4–2014/1 szám): 5–130.
- [16] C. Davidson (2011) *Now You See It: How the Brain Science of Attention Will Transform the Way We Live, Work and Learn*. New York, NY: Viking.
- [17] <http://agilemanifesto.org/iso/hu/principles.html>
- [18] I. Kocsis – I. Papp (2016) *A műszaki pálya felé orientáló szakmai foglalkozások középiskolások részére*. Matematikát, fizikát és informatikát oktatók XXXL. országos és nemzetközi konferenciája, Székesfehérvár.
- [19] I. Kocsis – D. Sipos (2016) *Katapult – egy egyszerű demonstrációs eszköz a statisztikai módszerek és a folyamatfejlesztés oktatásában*. Proceedings of the Conference on Problem-based Learning in Engineering Education, Debrecen.