

BOGNÁR György

Multi- és interdiszciplináris tehetséggondozás a felsőoktatásban, műszaki, természettudományos és informatika területen (STEM)

Bevezető

Tanulmányomban a felsőoktatásban – leginkább az STEM (science, technology, engineering and mathematics – tudomány, technológia, mérnöki tudományok és matematika)¹ területeken – történő tehetséggondozás kérdéseivel foglalkozom.

Az 1980-as évektől kezdődően a tudományos kutatások nagy része fokozatosan inter- illetve multidiszciplináris jellegűvé vált. Mind az ipari, mind az akadémiai szektort érintően a több tudományterületet érintő K+F munkák felvetették a kérdést, hogy hogyan lehet a későbbi kutatókat, fejlesztőket már a graduális, majd később a doktori képzés keretében felkészíteni erre a feladatra. Az oktatás szokásos két fő célja (áthagyományozó funkció és felkészítő funkció) mellett tehát olyan kulcs kompetenciák kifejlesztése lett a cél, amely az STEM területek mindegyikében hatékonyra teszi a későbbi munkavállalók, oktatók és kutatók feladatvégzését, segíti az innovatív ötletek kifejlesztését és végig vitelét, felkészít a több tudományterületről érkező szakértők együttműködésére, kommunikációjára, projektmunkában való hatékony munkavégzésre és akár projekt irányítására.

Intra-, multi-, inter- és cross-diszciplináris kutatások

Nagyon fontos tisztázni, hogy a különböző diszciplináris kutatások mit is takarnak valójában. Számos irodalmi forrás közül, talán (Jensenius, A.R., 2012) írása világítja meg a legjobban az intra-, multi-, inter-, transz- és cross-diszciplináris kutatási fogalmak közötti különbséget.

- Intradiszciplináris munka – A legegyszerűbb eset, amikor a kutatási munka, vagy doktori tanulmányok egy és csakis egy tudományterületet érintenek
- Multidiszciplináris munka – Több tudományterületről érkező résztvevők (szakértők, kutatók, tudósok, stb.) dolgoznak közösen egy projektben, egy közös cél megvalósítása érdekében. A cél eléréséhez mindegyik tudományterület tudásbázisából meríteni kell. Mindegyik résztvevő a saját tudományterületén dolgozik, és az ott elért eredményt adja bele a közös projektbe. A munka során az egyes résztvevők nem lépik át saját tudományterületük határait.
- Interdiszciplináris munka – Jellemzően egy vagy több kutató a különböző tudományterületekről származó ismereteket, tudást és eljárásokat egységesítve, a különböző tudományfelfogásokat és szemléleteket ötvözve folytat kutatási tevékenységet egy adott cél elérése érdekében. A résztvevők tehát nem csak a saját diszciplinán belül, hanem más tudományterületeken is elmélyednek, elsajátítanak új ismereteket, megismerik a másik terület szakterminológiáját, tudományfelfogását, esetleg a sajátjuktól különböző tudományos gondolkodásmódját. Fontos, hogy a résztvevők egy, több diszciplinát is magába foglaló határterületen folytatnak kutatási munkát és átlépnek saját tudományterületük határain.
- cross-diszciplináris munka – Egy tudományterületen elsajátított gondolkodásmód, tudományos szemléletmód, ismeretek és eljárások alkalmazása egy másik tudományterületen. Például közgazdaságtudományban (pl.: statisztikai kimutatások a minták sokaságán, tőzsde előrejelzési modellek alkotása) matematikai kutatások, a

¹ Főleg német nyelvterületen a MINT elnevezés terjedt el (mathematics, informatics, natural sciences, and technology – matematika, informatika, természettudományok és technológia).

gazdaságtudomány megismerése nélkül, pusztán a matematika tudományban elsajátított ismeretek, készségek felhasználásával (Mindegy, hogy mi a minta, a statisztikai változók és összefüggések ugyanazok maradnak).

- Transzdiszciplináris – Megadja annak a lehetőségét, hogy választ találjunk számos olyan tudományt, tudományos gondolkodást érintő kérdésre, amelyek csak a tudományterületek határain kívülről, tudományterületeket átívelően érthetőek meg, ezzel egy olyan általános tudást vagy gondolkodásmódot teremtve, amely felöleli az összes (érintett) tudományág addigi ismereteit. (Jensenius, A.R., 2012) Ez a fogalom azonban már a tanulmány céljain túlmutató filozófiai kérdéseket vet fel az egységes tudomány témakörében...

Interdiszciplináris szemlélet kialakítása a felsőoktatásban

Közoktatásban minden tanórán érvényesülnie kell a különböző pedagógiai céloknak. Ezek közül a tantárgyon belüli, illetve a tantárgyak közötti koncentráció, azaz a kapcsolatokra való rámutatás talán az, ami nélkül alkalmazás-képes tudás kialakítása szinte lehetetlen feladattá válik. Ezzel biztosítható ugyanis, hogy az elhangzott új ismereteket a tanulók a már meglévő ismeretekhez tudják kötni, ami az aktív tudás kialakítását, azaz a tanultak előhívását lehetővé teszi.

A tartalmi kapcsolatokra való rámutatás a felsőoktatásban oktatók számára is elengedhetetlenül fontos cél. Ezzel biztosítható ugyanis, hogy a hallgatók az újonnan szerzett ismereteket hozzá tudják kapcsolni a már megszerzett ismereteikhez, illetve a későbbiekben erre tudjanak építeni. Nagyon fontos, hogy a hallgatók lássák, hogy amiről éppen tanulnak, hogyan illeszkedik az adott tárgy, az adott diszciplína tárgykörébe, milyen alapokból kiindulva és milyen célt szem előtt tartva jutott a tanár, a kutató az adott eredményre, következtetésre.

Ezért is fontos, hogy az oktató lehetőleg minden előadás első felében összefoglalja az adott tanóra célját (cél-tételezés), illetve röviden átismételje a korábbiakban (előző előadáson, előzőleg kiadott irodalom alapján, stb.) elsajátított anyagrészeket, amikre várhatóan építeni fog. Ezzel egyidejűleg felkeltheti az érdeklődését a hallgatóknak, motiválhatja őket, másrészt pedig segít a hallgatóknak az ismeretek strukturált (hierarchikus) eltárolásban, ami az alapja az alkalmazás-képes tudás kialakításának (Nagy, 1993). Ahhoz, hogy az elhangzottak koherens egészzé álljanak össze és strukturáltan épüljenek be a tanulók korábbi ismereteikbe az előadás végén is szükséges összefoglalni a tanultak lényegét, kiemelni a legfontosabb elemeket és rámutatni újra a korábbi előadásokon elhangzott ismeretekre és kapcsolni a tanultakat a következő előadáshoz.

Nagyon sokszor segít a hallgatóknak a tanultak megértésében, ha más tantárgyakból, más tudományterületekből kapott példák alapján analógiákat tudnak kialakítani. Ehhez azonban elengedhetetlen, hogy az előadás keretében az adott anyag rész kifejtésénél a tantárgyak, illetve ***diszciplínák közötti kapcsolatokra*** az oktató rámutasson és gondolkozásra ösztönözze a hallgatóságot. Ennek több lehetősége is van: kezdve a költői kérdés alkalmazásától, a hallgatóktól várt összefoglalásig, kiadott házi feladatok, hallgatói dolgozatok elkészítésig.

A mai tudományos élet főbb eredményei egyszerre több tudományterületet érintő kutatásokból születnek. Ha a XXI. század információs társadalmának alapját, az integrált áramkört vesszük példának, akkor látható, hogy számos tudományterületet érintő (kvantumfizika, kémia, gépészet, informatika, villamosmérnöki tudományok) közös kutatás-fejlesztés eredményeként tudunk ma már gyakorlatilag néhány atomrácsnyi méretben megvalósítani különböző elektronikus eszközöket.

A közös K+F munkában dolgozó kutatókat és fejlesztő mérnököket azonban már a graduális képzés keretében fel kell készíteni a sikeres együttműködésre, aminek alapja az esetlegesen kapcsolódó tudományterületeken való ismeretek és valamilyen mélységű jártasság elsajátítása.

Például mikroelektronikai szakemberként egy villamosmérnöknek megfelelő gépészmérnöki (anyagtechnológia, mikroszerkezetek mechanikája, hűtés és termikus-menedzsment kérdések), fizikai (kvantummechanika, szilárdtestfizika, hőtechnikához kapcsolódóan termodinamika, áramlástan), vegyészeti (kémiai folyamatok és alkalmazott anyagok tulajdonságai) és gyártástechnológiai (anyag megmunkálás, szerkezet kialakítás) ismeretekkel kell rendelkeznie és ismernie kell a kapcsolódó területek szakterminológiáját.

Ennek elsajátításához elengedhetetlen az interdiszciplináris szemlélet kialakítása a különböző tudományterületeken jártas szakemberek és oktatók vezetésével, bevonásával. Ez pedig azt jelenti, hogy az oktató-kutató utánpótlás biztosításához elengedhetetlen már a graduális képzés keretében a tehetséges hallgatók ilyen jellegű felkészítése és támogatása.

Az interdiszciplináris szemlélet kialakítására a felsőoktatásban széleskörűen elterjedt, hagyományosnak nevezhető tehetséggondozó módszerek (szakkollégium, tudományos diákköri munka) kiválóan alkalmasak, (Bodnár, 2014) de fontos, hogy akár külső ipari partnert, akár más tudományterületről érkező akadémiai partnert is vonjunk be a témavezetői tevékenységbe (kvázi multidiszciplináris konzulensi munka). Emellett számos más lehetőség is kínálkozik az interdiszciplináris szemlélet kialakítására, amire példa lehet egy labormunkában az ipari partnertől kapott feladat végzése, mentor rendszerben a hallgatók más diszciplinákról érkező szakemberekkel történő közös konzultációja, vezetése, stb. (Bognár, 2013).

Interdiszciplinaritás a doktori kutatómunkában

Tájékoztató előadásokon, képzési értékelések során sokszor elhangzik, hogy a háromciklusú képzés legfelső fokán, a PhD képzés keretében a doktorandusz hallgatók egy adott szűk tudományterületen elmélyedhetnek kutatásaikban és annak a szűk területnek a szakértőivé válhatnak. Ezzel szemben a doktori felvételi tájékoztatókon általában külön kiemelik, hogy az iparban végzett K+F munkánál sokkal szélesebb spektrumú kutatómunkát tesz lehetővé a doktoranduszi lét, valamint a későbbi akadémiai karrier.

Ennek a látszólagos ellentmondásnak a feloldását a doktoranduszi kutató munka interdiszciplináris jellegében és célrendszerében találjuk. A kutatási munkát folytató hallgatók először a saját diszciplinán (mester diploma tudományterülete) belüli problémákkal ismerkednek meg, majd egy jól körülhatárolható területre fókuszálnak rá. A kutatási célt általában témavezető/konzulens határozza meg a kutatási munka kezdeti fázisában. Azonban kutatásaik során számos esetben elérik a saját diszciplína határait. Ebben az esetben két lehetőség kínálkozik a kutatás folytatására. Vagy a saját diszciplinán belül (intradiszciplináris) szélesítik a kutatási területet vagy kapcsolódó diszciplinákon belül (interdiszciplináris) folytatják kutatásaikat. Előfordulhat, hogy ennek eredményeképpen nem csak módosítani kell a munka célját, hanem a kutatás akár teljesen új irányt is vehet.

Ez a kutatási irányváltás az iparban elképzelhetetlen, hiszen a time-to-market² elv alapján az adott célt, adott határidőre teljesíteni kell, eredményt kell felmutatni. Csak azokon a területeken kutathatnak az iparban dolgozó magasan kvalifikált kollégák, ami a cég adott piaci céljait szolgálja, és csak addig szélesíthetik a kutatás spektrumát, amíg az idő és erőforrás keret azt engedi és a fókusz mindig a specifikációban rögzített célon van.

Számos irodalmi forrás, mint például (Socoteanu R, 2011) és (Sylvia, 2015) rámutat, hogy az 1990 évektől kezdve a különböző tudományterületeket „ötöző” interdiszciplináris publikációk száma

² Cégek stratégiai jelentőségű célja, hogy egy új termékkel, fejlesztéssel lehetőleg még konkurencia előtt, a lehető legrövidebb idő alatt a piacra lépjenek.

fokozatosan növekszik. Ez is jelzi annak fontosságát, hogy az akadémiai karrierjük elején álló fiatal kutatókat fel kell készíteni az inter- illetve multidiszciplináris kutatómunkára és publikálásra.

Fontos kérdés, hogy a különböző tudományterületeket képviselő konzulensek multidiszciplináris témavezetésére van-e lehetőség. Ebben az esetben nem csak a jogi háttérre és szabályzásra gondolok (például a különböző oktatási- és kutatóintézetekből érkező témavezetők lehetnek-e hivatalos konzulensek), hanem a pénzügyi, a szervezési és kommunikációbeli problémák áthidalására.

Tehetségmenedzsment és kreativitás interdiszciplináris területeken

Guilford az 1950-es években az intelligencia struktúrájáról alkotott (eredetileg 120 tényező) modelljében vetette fel először, hogy az akkori intelligenciatesztek által addig vizsgált konvergens gondolkodás mellett kell léteznie egy szerteágazóbb jellegű gondolkodási folyamatnak (divergens gondolkodás). Ettől a ponttól kezdve kezdtek el behatóbban foglalkozni a kreativitás elméletének kutatásával. Guilford úgy vélte, hogy ezt a divergens gondolkodást az intelligenciatesztek nem mérik, az iskolában nem fejlesztik, de véleménye szerint az intelligenciának a kreativitás nélkülözhetetlen feltétele.

Guilford szerint a kreativitás alkotóképességet, teremtőképességet jelent, amely során a különféle képességek szerveződése lehetővé teszi az elszigetelt tapasztalatok összekapcsolását, újszerű értelmezését és új formában történő megjelenését.

A kreatív személyre jellemző divergens (szerteágazó) gondolkodásmódnak számos sajátossága van, melyek közül a végtelen ötletgazdagság a **fluencia** (Davis, Rimm 1993), az adott problémára számos intuitív (élményszerű felismerésen alapuló) megoldást adó képesség, valamint az **eredetiség** (originalitás) (Davis, Rimm 1993). Ezek a részképességek főleg a tudományos kutatómunkában kiemelkedően fontosak. A kreatív személyre általában jellemző, hogy egyedi és szokatlan megoldásokat tud adni és a konform megoldástól hajlandó eltérni és tudatosan fel is vállalja ezt. Mindezek egy K+F munka esetén újszerű, szinte alapok, „előélet” nélküli javaslatokban, tervekben, kidolgozásokban manifesztálódnak.

Az interdiszciplináris tudományterületeken a **rugalmasság** (flexibilitás), azaz a nézőpont változtatásra való képesség kiemelkedően fontos. Ez a tudományos életben például paradigmaváltást jelenthet, vagy egy adott probléma akár másik tudományterület felőli, transzdiszciplináris megközelítését. A **transzformáció** képessége is a flexibilitás része, amikor az intra- és interdiszciplináris K+F munkák során képes a kreatív személy az ötletek, a különböző megoldások, tárgyak átalakítására valamilyen új probléma megoldásának céljából.

Főleg a fejlesztési feladatokban bír rendkívüli jelentőséggel az **elaboráció**, azaz az ötletek kidolgozásának, elképzelések és továbbfejlesztésének a képessége. Egy adott tudományterületen végzett K+F munka keretében például a kreatív személy számos egyedi ötlettel állhat elő egy adott probléma megoldására, egy termék továbbfejlesztésére vagy egy analitikus probléma megoldására.

Problémaérzékenység a problémák megtalálására, felismerésére való képesség. STEM területen a tudományos kutatási és fejlesztési munka témájának megtalálását, céljának meghatározását, a kapcsolódó tudományterületek feltárásának képességét jellemzi. Kreatív személy képes a probléma azonosítására, alproblémákra bontására, a cél pontos meghatározására, valamint a specifikációtól a megvalósításig tartó K+F munka lépéseinek definiálására.

STEM területek közül a matematika tudományterületen kiemelkedő fontosságú lehet a **metaforikus gondolkodás** képessége. Ezt a képességet – hasonlóan az absztrakt gondolkodásmódhoz – a dolgok, jelenségek szimbólumokkal való helyettesítése, szimbólumokkal

való munkavégzése jellemzi, valamint képes a szimbólumok közötti hasonlóság, analógia, párhuzam felismerésére.

Kreatív egyént jellemzi a **határok átlépésének** a képessége. Hajlamos túllépni a „szokásos” határokon, hajlandó kockázatot vállalni, hogy új módon alkalmazzon, használjon dolgokat, valósítsa meg elképzeléseit. A kiszámított kockázat a lehetséges kimenetek és azok hatásainak a mérlegelésén alapul. Kockázatvállalásba beletartozik a kudarc lehetősége is. Általában a kreatív egyént a kudarc tovább motiválja a jó megoldás megtalálásának irányába, nem törik le, hanem tanul a hibáiból és az eddig elért eredményekre alapozva fáradhatatlanul folytatja a munkáját. (Balogh, 2000)

VanTassel-Baska oktatásfejlesztő elveit alapul véve (Falus, 2007, 430. oldal) – adaptálva és kiegészítve a saját tapasztalataimmal – a felsőoktatásban tanuló mesterképzéses **és doktorandusz hallgatók kreativitásának kibontakoztatására, tehetségük támogatására az alábbi elvek fogalmazhatók meg:**

- Lehetővé kell tenni, hogy a hallgatóknak rendszeresen tervezniük, figyelniük és értékelniük kelljen saját fejlődésüket (megfelelő támpontok alapján) ezzel is erősítve a hallgatók metakognícióját. A kutatási munkaszakasz elején és végén történő SWOT analízis erre kiváló lehetőséget nyújt.
- Folyamatosan meg kell erősíteni a hallgatókat, hogy a kutatócsoport nagyra értékeli a kreatív gondolkozást. Az originális és innovatív ötletek megjelenését külön támogatja: házi konferencián való megjelenés, TDK munka, különböző egyesületi megjelenések és előadások tartása, publikációs lehetőségek (akár idegen nyelvű külföldi szakfolyóiratokban), diplomapályázatok, stb.
- Fontos a kreatív gondolkodásra való folyamatos ösztönzés, és annak a biztosítása, hogy a feladat- és problémamegoldás során innovatív új ötletekkel állhassanak elő. Erre a különböző csoportmódszerek (brainstorming, brainwriting, szakértői kerekasztal, 5 perc 5 ötlet, 635 módszer – 6 fő 3 ötlet 5 perc, stb.) kínálnak nagyon jó lehetőséget.
- Az oktatás során olyan pedagógiai módszereket kell alkalmazni, amiben az innovatív, kreatív elképzelések megnyilvánulásának teret engedünk. Ilyen módszer lehet például a projektmunka, vagy a már említett brainstorming, brainwriting, stb. Doktori képzésre alkalmazott irányelv lehet, hogy a képzést úgy kell a témavezetőnek szerveznie, hogy a hallgató úgy érezze, hogy az egész képzési idő alatt egy komplett projektmunkát hajt végre és a témavezető a projektmenedzser szerepét tölti be. A témavezető határozza meg kezdetben a határidőket, a feladata a humán, a materiális és a pénzügyi erőforrások elosztása, adott részfeladatokhoz rendelése és a projekt főcéljának, valamint a részcéloknak a definiálása. Ezért is szerencsés, hogy ha a doktorandusz eleve egy futó nemzeti (pl.: OTKA) vagy nemzetközi kutatási projektbe kapcsolódik be (pl.: EU Horizon 2020).
- Egyetemen, kutatóhelyen kívüli tevékenységeket kell kínálni olyan területeken, amelyek nem kapcsolódnak szorosan az oktatott tárgyak tematikájához vagy a kutatás témájához. Sokszor teljesen különböző területeken kell a hallgató számára tevékenységet biztosítani, legyen az sport, bármely szabadidős tevékenység, vagy akár más tudományterület megismerése (mint például a különböző tájékoztató előadások). Ez nem csak a kikapcsolódást és regenerálást szolgálja, hanem teljesen más területekről vett – akár a saját kutatási területen is adaptálható – ötletek tárháza is lehet. Továbbá az ilyen közös szabadidős tevékenységek segíthetik a csoportkohézió fokozását, a kutatók közti kapcsolatok és kommunikációs csatornák kialakítását is.

- Nagyon fontos, hogy a tehetséges diákok számára különösen a tehetség- és érdeklődési területükön biztosítsunk tartalmi és mélységi gazdagító programokat, differenciáltan, egyénre (de legalább kutatócsoportra) szabva.
- A kezdő kutatókat, doktoranduszokat minél hamarabb be kell vonni a tudományos, köztestületi, egyesületi életbe. Módot kell adni számukra, hogy közvetlen kapcsolatot teremthessenek gyakorló szakemberekkel, hasonló területen dolgozó és kutató kollégákkal.

A többtényezős modellek szinte mindegyikében – a tehetség összetevői között – a kreativitás mindig szerepel³. Nagyon fontos kérdés, hogy a kutatói munkára való alkalmasságot a tehetségtényezők közül melyik jelzi leginkább előre. Természetesen megfelelő (intrinsic) motiváció nélkül nincs semmilyen késztetés és hajlandóság, hogy például a doktorandusz hallgató elkezdjen foglalkozni az adott témával, ami egyértelműen rámutat a motiváció fontosságára. Mindezek mellett az intuitív kutatómunkában a specifikus és általános mentális adottságok megléte sem nélkülözhető, ami lényegében a kutatómunka alapját is képezi, hiszen ez biztosítja, hogy a megszerzett ismereteket a hallgatók hatékonyan feldolgozzák, hierarchikus struktúrában beépítsék eddigi ismereteik közé, tehát egy alkalmazásképes tudást tudjanak kialakítani.

Felmerül a kérdés, hogy vajon egy adott diszciplínán belül azonosított tehetség alkalmas-e interdiszciplináris kutatásokra, tehetségét egy összevont tudományterületen is meg tudja-e mutatni? Ha a tehetség többtényezős modelljeiből indulunk ki és a más tudományterületeken való érvényesülést a kritikus és problémaorientált gondolkodásmódban látjuk, akkor egyértelműen igen a válasz. Hiszen a kreativitásra – mint az egyik fontos tehetség markerre - jellemző flexibilitás, redefiniálás és elaboráció képessége, ami elengedhetetlen a problémaorientált gondolkodásban, egy innovatív alkotótevékenység végzéséhez, kutatómunka folytatásához. Eleve a kreatív hallgatók problémaérzékenysége (szenzitivitása) jóval magasabb szintű és mind a fennálló problémák érzékelésében, mind újrafogalmazásában, mind a kidolgozott megoldó módszerek megvalósításában kitűnnek kortársaik közül. Ezek a részképességek – melyek vagy egy diszciplínán belül, vagy az élet teljesen diszjunkt területein mutatják meg magukat – a megfelelő alapismeretek és tudás megléte esetén bármilyen tudományterületen alkalmazhatóak.

Természetesen a kreativitást támogatni kell, a kreatív légkör feltételeit meg kell teremteni. A probléma iránti elkötelezettség és motiváció a kutatási munkában elengedhetetlen a hallgató részéről.

Kreatívfejlesztés lehetőségei STEM területeken a felsőoktatásban

Robert Epstein (2000) vizsgálatai arra mutatnak rá, hogy a graduális képzés során a sorozatos beszámoltatások és szoros határidők hátráltatják a hallgatók kreatív kifejezőkészségét. A kreativitáshoz mind időbeli mind térbeli szabadság szükséges. Az igazán innovatív ötletek legtöbbször konferenciákon, szabadidős tevékenység vagy teljesen más területen végzett munka során születnek.

Epstein (2000) szembe megy azzal a véleménnyel, hogy a kreativitás örökletes tulajdonság és kifejti, hogy semmi bizonyíték nincs rá, hogy valaki kreatívabbnak születik a másiknál. A kreativitás véleménye szerint egy olyan bonyolult pszichológiai képződmény, amely gyakorlással fejleszhető. Ráadásul a mindennapi életben tapasztalt problémák megoldására sokszor alkalmazunk innovatív ötleteket, adunk kreatív válaszokat (például a munkahelyi és otthoni problémák és feladatok összehangolása, megoldása).

³ Ilyen például a Renzulli, a Mönks és a Czeizel féle modell, de már az XX. század elején Révész Géza kutatásaiban is kiemelten kezeli a „talentum” jelei közül a „intuíción” és a „spontaneitást” – (Ozorai, 1927)

Epstein (2000) a kreativitás fejlesztésére négy alapvető javaslatot fogalmazott meg a pszichológia területén, ami könnyen adaptálható és érvényes STEM területeken is.

- Minden **új ötletünket** lehetőleg azonnal, a kitalálás pillanatában **jegyzeteljük le** (noteszfüzetbe, telefonunkba, diktafonba)!
- **Tárgítsuk az ismereteinket**, tudásunkat! Foglalkozzunk olyan területekkel, ami nem kapcsolódik szorosan a kutatási témáinkhoz! Ezzel gyakorlatilag megteremtjük a lehetőséget annak, hogy más tudományterületen olyan tudásbázist építsünk ki, amit a későbbiek során esetleg kapcsolni tudunk a kutatási területünkhöz. Így egy interdiszciplináris területen innovatív gondolatok keletkezését, kreatív problémamegoldás lehetőségét teremtjük meg.
- **Vegyük körbe magunkat inspiráló személyekkel!** Egy-egy közös ebéd a hasonló területen dolgozó és kutató barátokkal, munkatársakkal inspiráló lehet, ötletet adhat a munkánkhoz, segítheti az innovatív ötletek kidolgozását és segítheti együttműködés kialakítását
- **Kihívásokkal teli feladatok keresése és vállalása!** Akár olyan feladatok vállalása, aminek nem feltétlen van megoldása (Epstein példának a kutya repülési képességének kialakítását javasolja). Ez a feladat katalizálja az ötletgazdagságot és segíti a régi gondolatok rendszerezését és új ötletek kidolgozását.

Az Epstein által kidolgozott kreativitásfejlesztő játékok és feladatok alapját képezték egy kísérletnek⁴, aminek keretében 74 személy vett részt (városi közalkalmazottak) egy kreativitásfejlesztő tréningen 2008-ban (Novotney, 2009). A tréning után eltelt nyolc hónap alatt a kísérleti alanyoknak átlagosan 55%-al több új, innovatív ötletük támadt, aminek köszönhetően 3,5 millió dollár megtakarítást tudtak elérni.

Számos pszichológiai vizsgálat kimutatta, hogy az ötletroham (brainstorming), mint a problémamegoldás gyors, szóbeli csoportmódszere nem működik hatékonyan, az eredményessége túl van becsülve. Egyes irodalmi források⁵ egyszerűen a „kreativitás gyilkosának” nevezik és a szakértők nem értik, hogy miért van mégis akkora népszerűsége a vállalati, ipari és akadémiai szférában egyaránt. Az eredménytelenség fő okának azt tartják, hogy a jelenlévők többsége túl udvarias, hogy ellent mondjon másoknak (főleg a feletteseinek), vagy egyszerűen fél, attól, hogy az ötletét mások elutasítják, esetleg kinevetik. Sajnos az időbeli keretek is olyan nyomást jelentenek, ami a kreatív kifejezést, a divergens gondolkodást jelentősen gátolja. Sokszor előfordul, hogy például az új munkatársak nem mernek felszólalni, mert félnek, hogy még nincs elég tapasztalatuk, vagy esetleg nem veszik őket komolyan. Ráadásul sokszor előfordul, hogy a brainstorming csoportmunka elején derül csak ki, hogy miről is fog szólni a találkozó, így igazából a résztvevőknek nincs elegendő idejük (és lehetőségük se mindig), hogy felkészüljenek.

A brainstorming módszer hátrányaira és eredménytelenségére adott válasz és megoldás az úgynevezett **brainwriting** módszer, aminek keretében a résztvevők írásban tesznek javaslatokat és ötleteket, amire a többiek ugyancsak írásban reagálhatnak. Ezt a módszert gyakran **együttműködő írás módszerének** (Collaborate writing) nevezik. Ez az írásbeli együttműködés többféle formában is megvalósulhat. Colette Carson (2013) két módszert ismertet kutatásaiban (körbejáró papírlap és levelező csoport módszer). További két módszert saját tapasztalat alapján javaslok, főleg STEM területen. A módszerek jellemzői a következők:

- **Körbejáró papírlap módszer** – Legelterjedtebb módszere, amikor egy papírlapra minden résztvevő egymásután feljegyzi ötletét (folyamatosan látva az előtte leírt

⁴ Epstein, R. et al. (2008): Measuring and Training Creativity Competencies: Validation of a New Test, Creativity Research Journal, Vol.20. No.1.

⁵ Colette Carson (2013): Brainstorming: Killing creativity?, Business Management Daily, 16th May 2013

gondolatokat). A papír akár többször is körbejárhat, a résztvevők új ötleteket írhatnak, a régieken javíthatnak, egészen addig, amíg elegendő innovatív ötlet gyűlik össze.

- **Levelező csoport módszer** – Modern formában ez a módszer ún. elektronikus levelező csoportokban működik, ahol a résztvevők e-mail üzeneteket küldenek egymásnak és mindenki szabadon hozzáírhatja új gondolatait. Ilyen lehetőséget kínál például a Google cég GoogleGroups szolgáltatása.
- **Együtszerkesztés módszere** – Saját tapasztalatok alapján, hasonló együttműködésre kerülhet sor dokumentumok (pályázati anyagok, projektjelentések, tudományos cikkek, stb.) közös írásakor, szerkesztésekor. Ebben az esetben a résztvevők közösen írnak bele és szerkesztenek egy dokumentumot (online felületen, vagy valami célprogram alkalmazásával), aminek keretében valós időben látják egymás megjegyzéseit, leírt gondolatait, amire reagálhatnak, javíthatják, hozzáírhatnak, stb. Tapasztalatok szerint a tudományos cikkek írásának idejét jelentősen csökkenti ennek a módszernek az alkalmazása⁶ és számos új, innovatív ötlet született alkalmazásával. Ilyen szolgáltatást kínál a Google cég GoogleDocs vagy a Microsoft cég Office365 online szolgáltatásai. De hasonló eredmény érhető el, ha verziókövetéssel a kutatók külön-külön szekvenciálisan írnak hozzá és javítanak a dokumentumban, majd elküldik a csoport többi tagjának.
- **Együttszámolás és együtt-tervezés módszere** – Együttszámolás módszerének neveztem el minden olyan módszert, amikor a résztvevők együttesen dolgoznak egy közös terv, szimuláció, modell vagy analitikus levezetés megvalósításán. Ebben a csoportmódszerben a legnagyobb előny a felmerült akadályok közös, gyors leküzdésében keresendő. Például egy online matematika program segítségével a résztvevők sorról sorra látják, hogy a többiek milyen képletekből kiindulva, milyen levezetéssel és matematikai lépésekkel jutnak eredményre. A résztvevők rá tudnak világítani különböző hibákra, esetlegesen elhanyagolt peremfeltételekre, stb. Modern elektronikus áramkörök, nagyfrekvenciás áramköri hordozók, integrált áramkörök, stb. tervezésénél ipari környezetben bevett módszer az interneten keresztül történő együttes tervezés, együttes munkavégzés.

Paul Paulus⁷ kutatásai igazolták, hogy a csoportos együttműködő írás (körbejáró papírlap) módszer alkalmazásával átlagosan 28%-al több ötlet született egy gémpapír felhasználására, mint egy másik csoportban, ahol a résztvevők külön-külön, nem kooperálva, külön-külön papírra írták fel az ötleteiket. (Novotney, 2009) Ez az eredmény azzal magyarázható, hogy a körbejáró papírlap módszer esetén a résztvevők egymásután egyetlen papírlapra írják fel ötleteiket és egymás ötleteire építve, azt továbbfejlesztve egyre innovatívabb és kreatívabb megoldások születnek.

Megfigyelhető, hogy számos, az ember általános jó közérzetét célzó eljárás, gyakorlat az innovatív gondolkodást is elősegíti, fokozza. Erre a legjobb példa, az **alvás**. Egy a Dreaming folyóiratban⁸ megjelent, 1993-ban a Harvard Orvosi Karán végzett kísérlet is ezt támasztja alá. Megkérték a hallgatókat, hogy közvetlenül azelőtt, hogy elmennek aludni, próbáljanak meg különböző problémák megoldásán gondolkodni. Azt tapasztalták - a hallgatói beszámolók alapján -, hogy a kísérletben részt vett alanyok hozzávetőleg fele álmodott a problémával és kb. a negyedük megoldást is talált rá álmában! (Novotney, 2009)

⁶ „Integrált termikus menedzsment System-on-Package eszközökben” OTKA 109232 kutatás keretében született nemzetközi folyóiratcikk publikációk 2014-2015 évben, Elektronikus Eszközök Tanszéke, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

⁷ Paulus, B. Paul (2000): Idea Generation in Groups: A Basis for Creativity in Organizations Journal of Organizational Behavior and Human Decision Processes, Vol. 82 No. 1.

⁸ Barrett, Deirdre (1993): The “Committee of Sleep”: A Study of Dream Incubation for Problem Solving, Dreaming Journal, Vol.3. No.2.

Egy 2004-es vizsgálat⁹ keretében a Lübecki Egyetemen megkérték a kísérletben résztvevőket, hogy foglalkozzanak egy unalmas, végtelenül hosszadalmas matematikai feladat megoldásával. Egy nyolc órás szünet után újra megkérték a résztvevőket, hogy oldják meg ugyanazt a feladatot. Azt tapasztalták, hogy azok, akik aludtak a szünetben kétszer nagyobb valószínűséggel találták ki az egyszerű megoldást, mint azok, akik nem pihentek. (Novotney, 2009)

Jó közérzet mellett, a kreatív problémamegoldás ösztönzését is elősegíti, ha **boldogok vagyunk és napfényes irodában dolgozunk** (ez utóbbtól is lehetünk boldogabbak). Amerikai kutatások ugyanis megállapították, hogy a szomorúság akadályozza az innovatív ötletek kitalálását, mivel a hibák elkerülése érdekében sokkal körültekintőbben és óvatosabban végzik munkájukat (nem bíznak saját magukban, inkább többször is ellenőrzik a már elvégzett feladataikat). (Novotney, 2009) Azok, akik boldogabbak jobban teljesítenek különböző kreativitás teszteken: szokatlan szókapcsolatok alkotása, asszociációs feladatok, történetek befejezésének kitalálása (fluencia, origanilitás teszt), morális dilemmák megoldása, stb. Ugyanezt figyelték meg olyan személyek között, akik napfényes, természetes (fás, növényes) környezet hatására irodában dolgoztak. Sokkal jobban teljesítettek, több innovatív ötletük volt, mint azon társaiknak, akik hagyományos, mesterséges fényvilágított, gipszkarton-falás helyiségekben dolgoztak. (Novotney, 2009)

Kutatói innovatív gondolkodás és kreatívfejlesztés lehetőségei STEM területen

Ennek a fejezetnek az alapját Katy Anders, az Imperial College London kutatóegyetemen 2009-ben publikált „Encouraging creativity in PhD and postdoc researchers” című kutatási jelentése adja. Anders (2009) rámutat arra, hogy a doktori képzésben résztvevő hallgatók és poszt-doktori státuszban lévő kutatók előrehaladásának kiemelt fontosságú feltétele a kreativitás fejlesztése. Ugyanis a kreatív gondolkodás hozzájárul a nem várt, innovatív felfedezésekhez. Az új felfedezések, újszerű gondolatok pedig segítenek a kutatóknak, hogy a kutatási területük élvonalába kerüljenek.

(Anders, K., 2009) kiemeli a témavezető (supervisor) illetve kutatásvezető (PI – Principal Investigator) felelősségét és feladatait a kutatócsoportban dolgozók kreatív gondolkodásának fejlesztésében, az innovatív és problémamegoldó gondolkodásra való ösztönzésében és kutatásaik előre menetelésében!

Ugyanakkor Anders rámutat arra a problémára is, hogy a mai eredmény orientált kutatási környezetek esetén a kreatívfejlesztés nem egyszerű feladat. A támogatások elnyerése, a projektek határidőre teljesítése a pályázott keretösszegeből gazdálkodva, a részeredmények folyamatos publikálása neves szakfolyóiratokban, nemzetközi konferenciákon mind kevés időt hagy a hagyományos értelemben vett kutatási munkára, a kreativitás fejlesztésére és a kísérletezésre (ötletekkel, új gondolatokkal). Azonban egy doktori hallgató professzionális fejlődésében a kreativitás fejlesztése, a tér és idő biztosítása az innovatív és problémamegoldó gondolkodásra mind rendkívül fontos és a téma- és kutatásvezetőnek ebben támogatnia kell!

STEM területeken a kreatív kutatók képesek (Anders, K., 2009) a már létező problémákat újra megvizsgálni és újszerű megközelítésbe helyezni, rávilágítva a valódi megoldandó feladat részekre és újszerű megoldási javaslatokat tenni. Mindezek mellett képesek feltárni és megfogalmazni teljesen új problémákat, illetve meglátni a kínálkozó lehetőségeket. Ezek a kutatók hajlandók és elég önbizalommal rendelkeznek ahhoz, hogy intellektuális kockázatot vállaljanak, valamint meggyőzően képesek megvédeni állításaikat és hajlamosak is kiállni igazukért.

⁹ Wagner, Ulrich et al. (2003): Sleep inspires insight, Nature, Vol.427. No.6972.

Mai multidiszciplináris kutatási területeken egyre ritkább a hirtelen, szinte alapok nélküli megállapítások, felfedezések születése. A közvélekedésben még mindig elterjedt hit, hogy a kreativitás személyiségjellemzővel valaki vagy rendelkezik (és így képes korszakalkotó gondolatok, felfedezések alkotására) vagy nem; és ez kvázi a születés pillanatában eldőlt. Modern pszichológiai kutatások ezzel szemben azt támasztják alá, hogy a kreativitás és az erre a tulajdonságra jellemző gondolkodásmód fokozatosan fejleszthető és az egyén képességei, tudásbázisa és érdeklődése szabja meg ennek a kreatív gondolkodásnak az irányát. Ráadásul Taylor szerint a kreativitásnak különböző szintjei vannak, szemben a közvélekedésben elterjedt egyedüli (Taylor szerinti legmagasabb szintű) iskolateremtő, lángelme kategóriával.

Nagyon fontos, hogy a kutatói kreativitásra nagy hatással van a szociális és az intellektuális közeg, amiben a kutató dolgozik. Számos környezeti hatás facilitálhatja a kreatív gondolkodást, így ezek megismerése és tudatos alkalmazása (esetleg meglévő környezeti hatások megváltoztatása) jelentősen elősegíthetik a kutatók kreatív megnyilvánulásait. Fontos hangsúlyozni tehát, hogy **akár kis változások is jelentősen elősegíthetik a kutatócsoportban dolgozó kutatók és hallgatók szakmai és egyéni fejlődését, valamint meglepő és nem várt kutatási eredmények születését.**

Támogató kutatói környezet

Kutatói környezeten egyrészt azt a fizikai teret értjük, ahol a kutatásban résztvevő kutatók és hallgatók végzik K+F feladataikat napi szinten. Másrészt azt a szociális közeget, csoportot alkotó személyeket, akikkel a kutatók együtt dolgoznak.

A kreativitás fejlődését támogató kutatói környezetre (Anders, K., 2009) az alábbi sajátosságok jellemzők:

- **Szabad tér- és időkeret** – A kreativitáshoz, az innovatív gondolatok születéséhez szabad mozgástér és idő szükséges, hogy a kreatív személynek lehetősége legyen kigondolni és kipróbálni újabb és újabb ötleteket. Azonban nagyon fontos, hogy már a projektmunka kezdetekor a kutatás célja, a várt kimenetele és produktuma, a pontos Gantt-diagram (kik, milyen feladatokon, milyen ütemezéssel dolgoznak) tisztázva legyen és mindenki számára egyértelmű és elérhető legyen. A határidők meghatározása és betartatása nagyon fontos (főleg a kutatói pálya elején állóknál), mert sokszor megfigyelhető (főleg perfekcionizmusra és maximalizmusra hajlamos személyeknél), hogy a kutatói életpálya kezdetekor hajlamosak elveszni a részletekben, csak a probléma 100%-os megoldása ad számukra kielégítő eredményt, ami a rendelkezésre álló időkeret nem hatékony felhasználásához vezet.
- **Biztonságos közeg** – A K+F munka során számos olyan ötlet, elgondolás születik, amiről később kiderül, hogy nem váltja (válthatja) be a hozzáfűzött reményeket. A kreatív személy meri vállalni annak a kockázatát, hogy az új, innovatív ötletei esetleg rosszak. Ahhoz a magabiztossághoz, hogy a kutató, hallgató rendelkezzen ehhez megfelelő önbizalommal, szükséges a támogató, biztonságos kutatói környezet megléte. Ebben az esetben ez azt jelenti, hogy tudatosítani kell, hogy „nincs buta kérdés”, nincs buta ötlet, a kollégák szívesen fogadják és válaszolnak a kérdésekre, és senkinek nem kell attól tartani, hogy kinevetik.
- **Informális kommunikáció** – A hagyományos formális megbeszélések és találkozók (projekt meeting-ek, projekt beszámolók) mellett a téma- és kutatásvezetőknek bátorítani kell a PhD hallgatókat és minden kutatásban résztvevő személyt, hogy minél többet beszélgessenek egymással informális keretek között (akár ebédközben, akár kávészünetben, akár a folyosón találkozáskor, stb.). Ez ugyanis nagyban segíti az új, innovatív gondolatok születését, mérlegelését, finomítását és esetleges kritizálását.

Tudatosítani kell a hallgatókban, hogy ez teljesen normális dolog, és egyetlen témavezető sem várja el, hogy napi 10 órában, folyamatosan az asztala előtt üljön.

- **Növekvő autonómia** – Ahogy a hallgató lassan halad előre a akadémiai ranglétrán (mesterképzéses hallgató, doktori hallgató, posztdoktor, kutatásvezető, ...) egyre nagyobb és nagyobb autonómiával rendelkezik. A növekvő autonómia egyben növekvő mozgásteret is jelent, ami a kreativitást erősíti az egyénben. Azonban ez egyre növekvő felelősséget is jelent, döntéseik egyre jobban befolyásolják a projekt előrehaladását. Nagyon fontos, hogy a vezető oktató, amikor csak szükséges, a hallgató rendelkezésére álljon és építőjelleű, támogató visszajelzést, tanácsot és útmutatást adjon.
- **Minőség a mennyiség felett** – Egy K+F tevékenységet végző munkahelyen a minőséget (teljes erőbedobással végzett, elkötelezett munka, innovatív gondolatok, eredmények, stb.) mindenképp a mennyiség elé kell helyezni (heti munkahelyen töltött órák száma). Eleve a kreatív, innovatív ötletek nagy része a pihenés, kikapcsolódás alatt születik, amikor a munkavállaló nem is a munkahelyén van. Ezért fontos, hogy érezze a szabadságot, ne ragaszkodjon görcsösen az „előírt” munkaidő letöltéséhez.
- **Nyitott ajtók** – A kutatóhelyen mindenki elérhető, rangra, címre tekintet nélkül. Mindenkinek az ötlete, gondolata és véleménye értékes és számít. Alapvetően demokratikus légkör uralkodik. Elérhetőség alapvetően nem csak személyes találkozást jelent. Ugyanezt jelenti, ha munkatársak tudják, hogy telefonon bármikor elérhető a kutatásvezető, vagy e-mail üzenetre legkésőbb egy órán belül választ kapnak.
- **Demokratikus döntéshozatal** – A kutatásvezető vonja be a kutatócsoportban dolgozókat (a témavezető a doktorandusz hallgatóit) a kutatást, az őket érintő kérdésekbe és a döntéshozatalba. Ez fokozza a kutatókban az elköteleződést és a felelősségérzetet a K+F munkában.
- **Támogatás szükségessége** – Doktori hallgatók kutatási feladataikban megmutatkozó innovatív, kreatív ötletek mennyisége, nagyban függ attól, hogy a témavezető mennyire támogatta és bátorította őket a képzés ideje alatt. Fontos, hogy a témavezető bátorítsa PhD hallgatóit új ötleteik kipróbálásában, az esetleges hibás ötletek, döntések kockázatának vállalására.

Kommunikáció a kutatói környezetben

Informális kommunikáció

A kollégák közötti informális beszélgetések, az ötletek megosztása mind-mind segít tisztázni és újraértelmezni a már felmerült problémákat. Ez elősegíti és fokozatosan fejleszti a kreatív gondolkodást és ugyanakkor felgyorsítja a munka- és problémamegoldás menetét egyaránt (Anders, K., 2009). Nagyon fontos, hogy ezek az informális beszélgetések csak akkor érhetik el az ilyen jellegű céljaikat, ha azok konstruktív módon valósulnak meg. Konstruktív az informális kommunikáció, ha lehetővé teszi

- a kollégák közötti, a kutatási területeiket érintő információk megosztását (kutatási területet érintő új paradigmák, események, közeledő konferenciák, új publikálási lehetőségek, stb.),
- a kutatói hálózat és kapcsolatrendszer építését,
- a kollégák közötti ötletcserét valamint, ha
- időt és teret ad az új gondolatok születésére, megosztására, kritizálására.

A téma-, illetve kutatásvezetőnek bátorítania kell a kutatásban résztvevőket, hogy saját kezdeményezésből szervezzenek különböző, rendszeresen megrendezett találkozókot, ahol informális keretek között tudnak beszélgetni a kutatásaikról, érdeklődési területeikről, problémáikról és ötleteikről. A legfontosabb, hogy ezeken a találkozókot a résztvevők szívesen,

önként, örömmel és lelkesen vegyenek részt. A legjobb, ha ezek az alkalmak ún. önszerveződő tevékenységekké válnak és a kutatás-, illetve témavezető nem feltétlen szerepel a meghívottak között (Elektronikus Eszközök Tanszékén ilyen volt a doktori fokozatszerzésre felkészítő Doktori Kerekasztal kezdeményezés). Ezek az események alkalmasak tehát arra, hogy a kutatók

- ismertessék a kutatási munkában történt előrehaladásukat (akár heti szeminárium, akár egy havi rendszerességgel tartott poszter nap keretében),
- bemutassák, hogy az adott diszciplínán belül milyen változások, előrelépések történtek (feldolgozott cikkek bemutatása, konferencián megismert trendek, innovatív ötletek, stb. ismertetése),
- jövőbeli trendeket, interdiszciplináris kutatási irányokat jelöljenek ki valamint
- segítsék egymás kutatását, akadémiai vagy ipari pályafutását.

Formális kommunikáció

A legtöbb szervezeti egységben (tanszékek, kutatási csoportok, stb.) regulárisan kerül megrendezésre valamilyen találkozó/meeting vagy értekezlet. Ezek az események teret adnak a szervezeti egység életét érintő operatív, személyi, pénzügyi, oktatási stb. kérdések és események ismertetésére, bemutatására. Projekt meeting esetén a projekt előrehaladását, az egyes kutatócsoportok által végzendő feladatok készültségi fokát, finanszírozási, humán erőforrási kérdések tisztázását, stb. egyeztetik formális keretek között. Ahhoz, hogy ezek a formális találkozók konstruktívak legyenek (Anders, K., 2009), a megbeszélésnek az alábbi feltételeknek kell eleget tenni:

- **Nyitottság** – Olyan közeg, ahol bárki megoszthatja elképzeléseit, gondolatait, bárki szabadon kérdezhet és elmondhatja problémáit és támogatást, segítséget kaphat (akár operatív vagy személyi kérdésekben is).
- **Biztonság** – Olyan környezet, ahol nincs rossz kérdés, vagy buta hozzászólás és senkinek nem kell attól tartania, hogy kinevetik.
- **Demokratikus elvek** – Ahol minden résztvevő egy szinten van függetlenül tudományos fokozatától vagy oktató-kutatói besorolásától.
- **Támogató és bátorító háttér** – Ahol minden résztvevő adhat és kaphat konstruktív kritikát (rosszallás és nevetségesség tétel nélkül).

Ahhoz, hogy ezek a feltételeknek teljesüljenek Anders javasolja, hogy minden megbeszélésen mindenki máshová üljön. Ne legyen állandó helye a témavezetőnek a szemináriumokon, vagy a vezető oktatóknak a tanszéki értekezleteken. Ez elősegíti a demokratikus légkör megteremtését. A kényelmes körülmények pedig katalizálják az innovatív gondolkodást, ezért javasolja, hogy mindenki egy csésze teát, vagy kávét hozzon magával a megbeszélésre, ezzel is elősegítve a komfortérzet növelését.

Anyagi- és humánerőforrás gazdálkodás

Innovatív ötletek a legritkább esetben keletkeznek azonnal a probléma felmerülésének pillanatában. G. Wallas a kreatív gondolkodási folyamatot négy fő szakaszra bontja: előkészítés, lappangás, megvilágosodás és kivitelezés szakaszra. A lappangás szakasza, ami általában a leghosszabb időt igényli a problémamegoldás során. Időtartama változó és nagyon ritkán akár az is előfordulhat, hogy a probléma megértése és definiálása (előkészítés szakasza) után szinte azonnal a megvilágosodás szakaszára lépünk. Ebből is látszik, hogy a doktori hallgatóknak, kutatóknak megfelelő mennyiségű időre van szükségük a problémák átgondolására és újszerű megoldások keresésére. Ez természetesen nem feltétlenül teljesen a munkahelyükön töltött időt

jelenti. Átlépés a megvilágosodás szakaszára ugyanis sokszor a munkahelyi környezetten kívül, akár teljesen más cselekvés végzésekor következik be.

Ezért is javasolt, hogy a kutatás- illetve témavezető a munkahelyen kívüli elfoglaltságra (sport tevékenység, kirándulás, múzeumlátogatás, piknikszervezés, stb.) ösztönözze hallgatóit. Ezzel is elősegítve a kikapcsolódást, a másfajta gondolatok előtörését, az inspiráló környezet kialakítását, ami bizonyítottan jó hatással van a kreativitásra.

Általában kijelenthető, hogy a kreatív „munkakörben” dolgozó kutatók, fejlesztők a hagyományos heti 40 órás munkaidő beosztásban képtelenek valóban innovatívan gondolkodni, valóban újszerűt alkotni. Számos ipari szereplő is belátta ennek fontosságát (pl.: Prezi, Google) és munkatársaik teljesen rugalmas munkakeretek között dolgozhatnak, megfelelő tért és időt adva a kreatív gondolatok születésére.

Tudatosítani kell a doktori hallgatókban, hogy szükséges időt hagyni a lappangási szakaszra és ez, az új ötletek kipróbálására fordított idő (még akkor is, ha az ötlet nem bizonyul jónak) nem kidobott idő, hanem egy tanulási folyamat része. Egy kutatónak a munkája során ezt folyamatosan szem előtt kell tartani és lehetőség szerint még a projekt tervezésekor is kalkulálni kell ezzel a többlet idővel.

A témavezetőnek folyamatosan bátorítani kell doktorandusz hallgatóit, hogy új ötleteiket merjék vállalni, osszák meg velük, és amiben a témavezető is fantáziát lát, abba az irányba folytassák munkájukat (akár akkor is, ha esetleg a rendelkezésre álló idő és erőforrás (pl.: pénzügyi, anyag, stb.) keret kockázatát is jelenti).

Téma- és kutatásvezető további feladatai (Andy, K., 2009):

- Bátorítani a hallgatókat, hogy szánjanak időt a gondolataik rendszerezésére mind a munkahelyen, mind munkahelyen kívül.
- Bátorítani a hallgatókat, hogy merjenek kipróbálni új dolgokat vagy kísérleteket végezni akár saját maguk. Ez nagyban segíti az önállóság, a saját magukba vetett hit és az autonómia érzés kialakítását, ami a későbbi önálló kutató munkáikban elengedhetetlen.
- El kell fogadtatni a hallgatókkal, hogy a hibák elkövetése, rossz ötletek mentén végzett és befektetett munka is teljesen normális, a STEM területen végzett kreatív munka szükségszerű velejárója.
- Bátorítani kell a hallgatókat, hogy osszák meg újabb és újabb eredményeiket, gondolataikat, akár félelmeiket és problémáikat egyaránt.
- A kutatásvezetőnek (PI) megfelelő rugalmasságot kell kialakítani a kutatási projektek taxonómiájában már a pályázás idején. Szabad mozgásteret (finansziális, erőforrás, időkeret, stb.) kell hagyni az esetlegesen a projekt során felmerülő új ötletek kipróbálására, kísérletek végrehajtására, majd az ezen alapuló új projektek, pályázati anyagok előkészítésére (természetesen a projekt valódi céljainak teljesítése mellett).

Konklúzió

Az BME-VIK Elektronikus Eszközök Tanszékén 2013-ban alakult System-on-Package Kutatócsoportban próbáltunk először tudatosan létrehozni ún. támogató kutatói környezetet. A csoportba kerülő doktoranduszokat és mesterképzéses hallgatókat tudatosan támogatva, a tanulmányban bemutatott módszerek és példák alapján vontuk be a kutatásba, oktatói munkába és segítettük őket tanulmányaikban, munkájuk szervezésében, kreativitásuk kibontakoztatásában, stb.

Egy 2014 januárjában indult, négy éves futamidejű, a kutatócsoport fő kutatási témájához szorosan kapcsolódó Országos Tudományos Kutatási Alapprogram (OTKA No. 109232 – Integrált termikus menedzsment System-on-Package eszközökben) segíti a kutatások háttéréhez szükséges anyagi erőforrások előteremtését, valamint a kutatócsoport pontos céljainak és időbeli kereteinek meghatározását. Így lehetővé válik a kutatócsoportban dolgozó kollégák és hallgatók finanszírozása, kísérleti eszközök, berendezések beszerzése és esetleges új irányok kipróbálása (rendelkezésre áll megfelelő anyagi- és időkeret).

Tapasztalataink alapján a hallgatói munkát nagyban motiválja az élő, futó projektmunka ténye, valamint a célok előzetes és együttes tételezése. A munkánk eredményességét tükrözi, hogy két doktorandusz kollégánk is a három éves doktori képzés lejárta előtt el tudta indítani a PhD fokozatszerzési eljárását!

Irodalomjegyzék

- Andy, K. (2009): Encouraging creativity in PhD and postdoc researchers, Graduate School Imperial College London
- Balogh László, Tóth László, et al. (2000): A tehetségfejlesztés pszichológiája, Kossuth Egyetemi Kiadó, Debrecen
- Bánfai József (2000): Klebelsberg Kunó és a tehetségvédelem, Tehetség folyóirat, 2000/2. 3. 4.
- Bodnár Gabriella (2014): A tehetséggondozás lehetőségei a felsőoktatásban In: Kun Ágota, Takács Ildikó (2014): Oktatói kézikönyv a tehetséggondozáshoz, pp.3-20 TypoTex Kiadó, ISBN: 978-963-2794-03-7
- Bognár György (2013): Tehetségmenedzsment a Mikro- és Nanoelektronikai Tehetségpontban, In: TEHETSÉGEK VONZÁSÁBAN - Pedagógusok és pszichológusok egymás közt a tehetségről. Budapest, Magyar Pedagógiai Társaság és Magyar Pszichológiai Társaság közös rendezvénye
- Epstein, Robert (2000): The big book of creativity games, New-York, McGraw-Hill, ISBN 978-0071361767 In: Novotney, Amy (2009): The science of creativity, gradPSYCH Magazine, American Psychological Association
- Falus Iván (2007): Didaktika, Nemzeti Tankönyvkiadó, ISBN 978-9631952964
- Jensenius, Alexander Refsum (2012): Disciplinarity: intra, cross, multi, inter, trans, In: Jensenius, A.R., blog posts, [Megtekintve: 2015.03.05.], University of Oslo, <http://www.arj.no/2012/03/12/disciplinarity-2/>
- Nagy Sándor (1993): Az oktatás folyamata és módszerei, Volos Kiadó, Mogyoród, ISBN 963-04-3128-9
- Novotney, Amy (2009): The science of creativity, gradPSYCH Magazine, American Psychological Association, <http://www.apa.org/gradpsych/2009/01/creativity.aspx>
- Dr. Ozorai Frigyes, Bálint Antal (1927): Tehetségvédelem és pályaválasztás – Az 1926. évi február hó 2-án és 3-án tartott országos kongresszus naplója, a Tehetséges Ifjak második kiállításának leírása és a kapcsolatos mozgalmak megismerése, Magyar Gyermektanulmányi és Gyakorlati Lélektani Társaság, Budapest
- Socoteanu R. et al. (2011): Trends in Interdisciplinary Studies Revealing Porphyrinic Compounds Multivalency Towards Biomedical Application, In.: Biomedical Engineering - From Theory to Applications, ISBN: 978-953-307-637-9, InTech, DOI: 10.5772/22730
- Sylvia J. J. (2015): Visualizing My Interdisciplinary Field, Research blog post, [Megtekintve: 2015.05.12.], <http://www.hastac.org/blogs/jsylvia/2015/01/19/visualizing-my-interdisciplinary-field-part-2>