HU

iSTAGE 3

FUTBALL A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS OKTATÁSBAN

SCIENCE ON STAGE GERMANY

IMPRESSZUM

KIADÓ
Science on Stage Deutschland e.V.
Poststraße 4/5
10178 Berlin · Németország

MŰHELYKOORDINÁTOROK

Bioszféra
Jean-Luc Richter
Collège Jean-Jacques Waltz, Marckolsheim, Franciaország
jeanluc.richter@gmail.com

Test
Prof. Dr. Miguel Andrade
Johannes Gutenberg University, Mainz, Németország
andrade@uni-mainz.de

Labda
Dr. Jörg Gutschank (vezető koordinátor)
Leibniz Gymnasium | Dortmund International School,
Dortmund, Németország
A Science on Stage Germany elnöksége
j.gutschank@science-on-stage.de

Big data
Bernard Schriek (nyugd.)
Marien-Gymnasium Werl, Németország
bernard.schriek@t-online.de

ÁLTALÁNOS KOORDINÁCIÓ ÉS SZERKESZTÉS
SCIENCE ON STAGE DEUTSCHLAND E.V.
Stefanie Schlunk, ügyvezető igazgató
Johanna Schulze, helyettes ügyvezető igazgató
Daniela Neumann

ÁTDOLGOZÁS ÉS FORDÍTÁS
TransForm Gesellschaft für Sprachen- und Mediendienste mbH
www.transformcologne.de

DESIGN
WEBERSUPIRAN.berlin

ILLUSZTRÁCIÓ
Tricom Kommunikation und Verlag GmbH
www.tricom-agentur.de

TÁMOGATÓ
SAP

MEGRENDELHETŐ
www.science-on-stage.de
info@science-on-stage.de

ISBN (pdf): 978-3-942524-45-2

Első kiadás: 2016

TARTALOM

ÜDVÖZLET

A futball több mint játék. A világon egyetlen más sport sem szólít meg ennyi embert. A labdarúgásban régen az erő és a kitartás dominált, és az edzési módszerek is ezt tükrözték. Ma azonban a hatékony játék érdekében a sportklubok körében egyre terjednek az olyan innovatív technológiák, amelyekkel gyorsan azonosíthatják a legjobb játékosokat a piacon, célzottabban fejleszthetik saját játékosaik képességeit és elnyerhetik hosszú távú lojalitásukat, az igényeknek megfelelően módosíthatják a klub játékfilozófiáját, továbbá sikeres stratégiákat dolgozhatnak ki. Ez a játékosokra, az edzőkre, a játékosfigyelőkre, az orvosi csapatokra és a klub üzleti folyamataira egyaránt vonatkozik.

Az olyan modern eszközöknek köszönhetően, mint az *SAP Sports One*, a mérkőzések ma már valós időben, digitálisan elemezhetők akár okostelefonon is. A játékosok és az edzők csúcstechnológiás informatikai és kommunikációs (IKT) megoldások használatával készíthetnek analízist a teljesítménnyel kapcsolatos paraméterekről, és így még hatékonyabban készülhetnek fel a meccsekre. A német válogatott 2014-ben ennek az elemzőeszköznek a segítségével nyert világbajnokságot Brazíliában. Az eszközt az olyan neves klubok is használják az edzéseikhez, mint az FC Bayern München. A sporthoz készült SAP megoldásoknak köszönhetően versenyelőnyre tesznek szert, és mindig egy lépéssel a riválisaik előtt járnak.

Azonban a futball és a mérkőzések elemzése nem kizárólag a profik számára lehet hasznos. Nagyon hatékonyan alkalmazható a természettudományos oktatásban (STEM – tudomány, technológia, mérnökség és matematika) is! A labdarúgást példaként alkalmazva számos tudományos és technológiai interdiszciplináris kérdés közvetlenül, gyakorlatias módon vizsgálható. A sport szeretete felkeltheti a tanulók érdeklődését, így még lelkesebben vesznek részt az órán, ami a karrierjükben is meghatározó lehet. Informatikai vállalatként számunkra ez különösen fontos.

Az SAP ezért küldetésévé tette, hogy gyakorlati módszerekkel, már korán felkeltse a fiatalok érdeklődését a STEM tantárgyak iránt. Az *iStage 3 – Futball a természettudományos oktatásban* brosúra azt mutatja be, hogyan vihető sikerre ez a stratégia. Az anyag számos, mind a tanárok, mind a tanulók számára emlékezetes példát kínál a kreatív osztálytermi oktatáshoz.

Nagy örömömre szolgál, hogy a projektben támogatást nyújthatunk a Science on Stage Deutschland e.V. munkatársai számára. Biztos vagyok abban, hogy a két korábbi brosúrát (*iStage 1 – IKT oktatási anyagok a természettudományokban* és *iStage 2 – Okostelefonok a természettudományos oktatásban*) követően az új kiadvány is nagy sikert arat majd. Külön köszönetet szeretnék mondani a Science on Stage Deutschland csapatának a zökkenőmentes együttműködésért, továbbá kiemelt helyen említeném meg a 15 különböző európai országból részt vevő tanárokat, akik áldozatos munkájuk és személyes elkötelezettségük révén lehetővé tették ennek a kiadványnak a megszületését!

MICHAEL KLEINEMEIER
Az Igazgatótanács tagja, SAP SE

iSTAGE 3: TANÁROKTÓL TANÁROKNAK!

A TANÁR ÉS A TANTÁRGY: EZEK SZÁMÍTANAK IGAZÁN.

2000-ben több száz európai tanár reagált az Európai Unió és az EIROforum felszólítására, amelyben a tudományos műveltség növelését sürgették az EU-n belül. A CERN „Színpadon a fizika" eseményén találkoztunk, amely a mai, kétévente különböző európai országokban megrendezett „Színpadon a természettudomány" rendezvények elődje volt. Akkoriban – még jóval John Hattie nevezetes felmérését megelőzően – már kezdett egyértelművé válni mindannyiunk számára, hogy a tanítás egyik legfontosabb tényezője maga a tanár.

Annak érdekében, hogy az európai tanárok további lehetőségekhez jussanak az ötleteik megvalósításához, a „Színpadon a tudomány" keretében a rendezvényeken túl követő tevékenységeket is kidolgoztak. Az egyik ilyen tevékenység az iStage, amely az SAP nagylelkű támogatásával működik. Az iStage 3 keretében olyan témakört járunk körül, amely szinte minden tanulót lázba hoz: a futballt!

Az elkészült anyag mögött 15 európai ország 20 kiváló tanárának együttes szakértelme és másfél éves közös munkája áll. Az általuk kidolgozott tanegységek a biológia, a kémia, a fizika, a számítástechnika és a matematika révén segítenek megismerni a bioszféra, az emberi test, a labda és a Big Data titkait. Jól látható, hogy a labdarúgás szinte adja magát a természettudományok oktatásban való felhasználásra.

Az iStage brosúrák létrehozásának folyamata sem mindennapi, hiszen elsősorban a tanárok szakmai képességeire koncentrálunk. A személyes találkozók során a különböző országokból érkezett szakértők kidolgozzák a brosúrákra vonatkozó ötleteket, saját oktatási intézményeik helyzetét is figyelembe véve. A tanegységeket valódi órák keretében is tesztelik a résztvevők, így biztosak lehetünk abban, hogy a valóságban is ténylegesen működő példákkal szolgálunk. Az iStage 3 résztvevői saját szabadidejükben, munkájuk végzése mellett hozták létre a brosúrát. Köszönjük a fáradozásukat: az eredmények magukért beszélnek!

Az „iStage-trilógia" ezzel elkészült. Természetesen ezután is folytatjuk a munkát, hiszen a „Színpadon a természettudomány" résztvevői tisztában vannak vele: a tanár és a tantárgy számítanak igazán.

DR. JÖRG GUTSCHANK
Leibniz Gymnasium | Dortmund International School
A Science on Stage Germany elnöksége
Vezető koordinátor

RÉSZTVEVŐK

20 RÉSZTVEVŐ 15 ORSZÁGBÓL

Vezetéknév	Keresztnév	Ország	Témakör
Miguel	**Andrade**	Németország	Koordinátor – Test
Kirsten	**Biedermann**	Németország	Labda, Test
Pere	**Compte**	Spanyolország	Big Data
David	**Featonby**	Egyesült Királyság	Test
Anders Erik	**Florén**	Svédország	Labda
Márta	**Gajdosné Szabó**	Magyarország	Bioszféra
Jörg	**Gutschank**	Németország	Koordinátor – Labda
Janine	**Hermann**	Svájc	Bioszféra
Philippe	**Jeanjacquot**	Franciaország	Labda
Stephen	**Kimbrough**	Németország	Big Data
Dionysis	**Konstantinou**	Görögország	Labda
Maeve	**Liston**	Írország	Big Data
Andreas	**Meier**	Németország	Labda, Test
Giorgia	**Messori**	Olaszország	Bioszféra
Marco	**Nicolini**	Olaszország	Big Data
Jean-Luc	**Richter**	Franciaország	Koordinátor – Bioszféra
Bernard	**Schriek**	Németország	Koordinátor –Big Data
Maaike	**Smeets**	Hollandia	Bioszféra
Richard	**Spencer**	Egyesült Királyság	Bioszféra
Damjan	**Štrus**	Szlovénia	Big Data
Emmanuel	**Thibault**	Franciaország	Test
Corina	**Toma**	Románia	Labda, Test
Zbigniew	**Trzmiel**	Lengyelország	Labda
Stefan	**Zunzer**	Ausztria	Test

BIOSZFÉRA

A tudomány alapvető módszere, hogy körülnézünk és megvizsgáljuk, hogyan működik a „természet", megpróbáljuk leírni azt, valamint különféle elméleteket próbálunk ki, hogy megállapítsuk, melyik érvényes.

Az osztályteremben ez gyakran nehézségekbe ütközik, mivel nem egyszerű feladat azt éreztetni a tanulókkal, hogy ők is részesei a „felfedezés" folyamatának. Sokat javít a helyzeten, ha képesek vagyunk felkelteni az érdeklődésüket. A kísérleteket a labdarúgáshoz kapcsolva a száraz tények hozzáférhetőbbé válnak, hiszen a legtöbb tanuló szereti ezt a sportágat és lelkesedéssel tapasztalja, hogy kedvenc sportja tudományos szempontból is megközelíthető.

A Bioszféra témakörben a futball környezeti vonatkozásait vizsgáljuk. Első feladatunk a focipálya és a játékhoz nélkülözhetetlen gyeptakaró tanulmányozása. A „Szép zöld gyep" témakörben a tanulók egy CD-tokban keltetnek ki néhány fűmagot különféle fény-, páratartalmi, hőmérsékleti stb. viszonyok mellett, és a fű tulajdonságainak tanulmányozásán túl a gyökerek fejlődését is alaposan megfigyelhetik.

A témakör második tanegysége a „Szén-dioxid-lábnyom a nagyító alatt": ebben a labdarúgó bajnokságok – például a 2016-os franciaországi EB – környezeti hatásait vizsgáljuk meg. A kártyajáték során a tanulóknak a futballstadion szén-dioxid-lábnyomának csökkentésére és a környezet egészségesebbé tételére alkalmas módszereket kell találniuk, a stadion zajkibocsátásának, vizekre gyakorolt hatásának stb. figyelembevételével. A kártyapárosító játék, amely nyitott kutatási feladatokat és feleletválasztós kérdéseket egyaránt tartalmaz, minden korosztály számára jó szórakozást jelent, továbbá könnyen hozzáigazítható a tanulók mindenkori igényeihez. A játék emellett saját kérdésekkel is kiegészíthető, mivel a jelen kiadványban szereplő minden tanegység úgy van kialakítva, hogy az adott ország tantervéhez legyen igazítható. Annak érdekében, hogy tanítványai számára megkönnyítsük a kérdésfeltevést, további dokumentumokat biztosítunk a Színpadon a természettudomány webhelyén [1].

Az iStage 3 folyamatának kialakítása során angol kollégánk, Richard Spencer – akit 2015-ben a világ tíz legjobb tanára közé választottak – értesült arról, hogy az élősködő fonálférgek komoly problémákat okoznak a futballpályákon. Eszébe jutott, hogy jó lenne kipróbálni a néhány módszert a kiirtásukra. Tanítványaival ellátogatott egy stadionba, hogy talajmintát vegyenek. Az osztályban ötletbörze keretében vitatták meg, hogyan strukturálják a kísérleteket: a fonálférgek számának megállapítását, a különféle irtási módszerek kipróbálását, valamint a végeredmény ellenőrzését. A több órás előkészületet követően a tanulók megállapították, hogy a begyűjtött mintákban nagyon kevés a fonálféreg, ezért nincs szükség a kiirtásukra. Emellett fontos tudományos ismeretekkel gazdagodtak: néha még a sikertelen kísérletnek is van tanulsága! Mivel a tanulók már hosszú ideje tanulmányozták a fű tulajdonságait, felfedezték, hogy egyes stadionokban mesterséges fénnyel gyorsítják a gyep helyreállítását a mérkőzés után. Ebből jött a „Fényes kilátások" című tanegység ötlete, amely a különböző hullámhosszúságú fény hatásait vizsgálja a fű növekedésére.

JEAN-LUC RICHTER
Collège Jean-Jacques Waltz
Marckolsheim, Franciaország
Koordinátor

[1] www.science-on-stage.de/iStage3_materials

GAJDOSNÉ SZABÓ MÁRTA · JANINE HERMANN · MAAIKE SMEETS

SZÉP ZÖLD GYEP

gyepszőnyeg, fűmorfológia, fűfajok
biológia
12–15 év
A tanulóknak ismerniük kell az optikai mikroszkóp használatát.

1 | ÖSSZEFOGLALÓ

Ez a tanegység a fű azon tulajdonságait vizsgálja, amelyek a legjobb minőségű gyepszőnyeg kialakításához szükségesek. Milyen tulajdonságok szükségesek?

A különféle fűfajok más és más tulajdonságokkal rendelkeznek. Egyes tulajdonságok fontosak a focipálya gyepszőnyege szempontjából, míg mások nem. Ebben a projektben meghatározzuk focipályához ideális fűfajt, és a morfológiáját a létező fűfajokkal hasonlítjuk össze.

2 | ELMÉLETI BEVEZETŐ

A különféle fűfajok más és más tulajdonságokkal rendelkeznek. Milyen tulajdonságok szükségesek a futballpálya gyepszőnyegéhez?

- Az erős gyökérzet megakadályozza, hogy a fű kiszakadjon a talajból.
- A tarackoló fajták tartósabbak (kevésbé valószínű, hogy a futballcipők hatására megsérülnek).
- A kevesebb gázcserenyílással rendelkező fűfajok jobban ellenállnak a szárazságnak.

A projekthez a következők szükségesek:

- CD-tokok (a fű növesztéséhez, **1. ÁBRA**)
- virágföld
- fűmagok (angolperje (*Lolium perenne*), csillagpázsit (*Cynodon dactylon*), nyári perje, illetve bármely más alkalmas fűfaj)
- mikroszkóp (a gázcserenyílások vizsgálatához)
- körömlakk
- átlátszó ragasztószalag
- nagyító

3 | A TANULÓK TEVÉKENYSÉGE

3 | 1 Bevezető információk a futballpályák gyepszőnyegéről

A futballpályák gyepszőnyege nagy igénybevételnek van kitéve. A gyorsan futó és gyakran elcsúszó játékosok felsértik a felületet. Ugyanakkor fontos, hogy a gyepszőnyeg egész évben szép zöld maradjon, különösen az első osztályban és a nemzetközi mérkőzéseken. A világon körülbelül 8000 különféle fűfaj létezik. Nem minden fűféle alkalmas arra, hogy futballpályán használják. Két tulajdonság, amelyek fontosak a focipályák gyepszőnyegéhez: a talajhoz erősen rögzülő gyökérzet, valamint a taposást jól tűrő fűszálak. Először megtervezzük a focipályához ideális füvet, majd összehasonlítjuk a tulajdonságait a valódi pályákon használt fűfajokkal.

3 | 2 A tökéletes fűfajta megtervezése

Rajzoljunk olyan füvet (gyökérrendszer, fűszálak, tövek), amely tökéletes gyepszőnyeget alkotna a futballpályákon. Gondoljunk a következőkre:

Keressünk az interneten füvet ábrázoló képeket, hogy megfigyelhessük a fű általános formáját. Vegyük figyelembe, hogy – egyéb kívánatos tulajdonságok mellett – a fűnek jól kell bírnia a taposást, továbbá erősen kell rögzülnie a talajhoz.

3 | 3 Fű növesztése

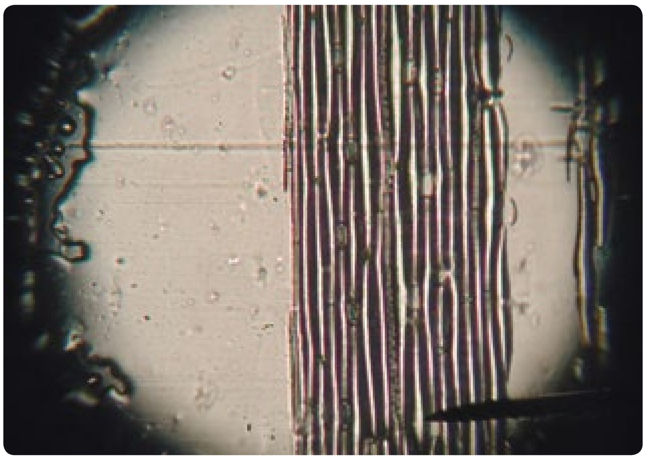
Töltsünk fel egy CD-tokot félig virágfölddel, majd ültessük a magokat 1 cm-re a felszín alá. Állítsuk a CD-tokot az oldalára 2 cm vízzel feltöltött tálcába (hogy a talaj nedves maradjon). Referenciaként lásd az alábbi ábrát **(1. ÁBRA)**. A növesztéshez helyezzük ki adott ideig **(2. ÁBRA)** egy napos párkányra, és rendszeresen gondoskodjunk a bőséges vízmennyiségről. Végezzük el ezt angolperjével, csillagpázsittal, nyári perjével, illetve az iskola vagy a ház környékén növekvő egyéb fűfajtákkal. Minden fajt külön CD-tokba ültessünk, és ugyanarra az ablakpárkányra helyezzük.

1. ÁBRA *Cynodon dactylon*

A fűmag csíráztatásához és tanulmányozható méretre való növesztéséhez idő kell. A pontos növekedési időket lásd az alábbi táblázatban **(2. ÁBRA)**.

2. ÁBRA Növekedési idő

Faj	Csírázási idő	Vizsgálatig eltelt idő nap
Cynodon dactylon	11	Több mint 30
Poa annua	5	30
Lolium perenne	4	30



3. ÁBRA *Poa annua* gázcserenyílásai 100× nagyításban

3 | 4 A tövek és a fűszálak vizsgálata

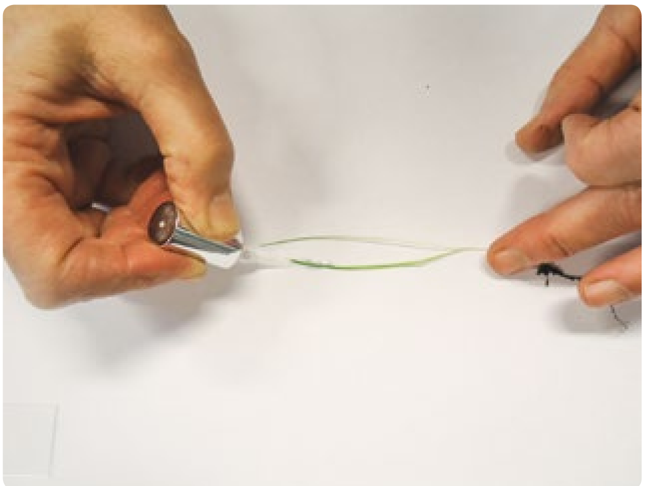
Kinőtt a fű – szép munka! A következő feladat, hogy fűfajonként két rajzot készítsünk. Az első rajz a tövek és a fűszálak eloszlását mutatja a CD-tokban (a pontosabb vizsgálat érdekében a CD-tok felnyitható). A második rajz egyetlen példány tövét és levelét ábrázolja.

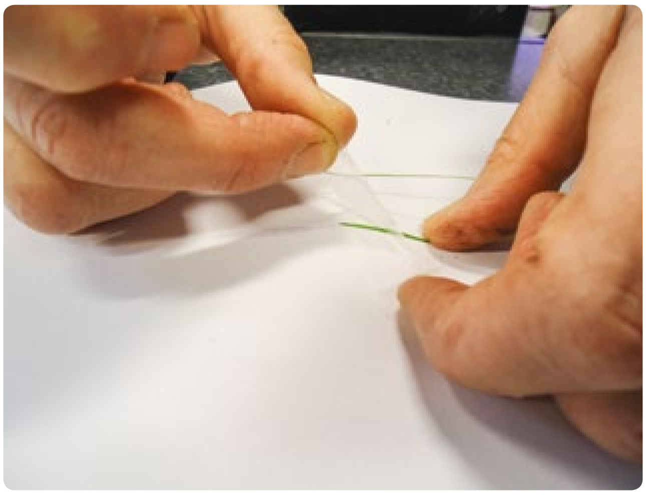
Válaszoljunk a következő kérdésekre:

- Milyen hosszú a tő?
- Milyen távolságban jelenik meg az első fűszál?
- Hány fűszál alakult ki?
- Milyen hosszúak a levelek? Milyen szélesek a legszélesebb részüknél?
- Melyik fűfaj áll a legközelebb az ideálishoz?

3 | 5 A gázcserenyílások tanulmányozása (3. ÁBRA)

A fűszálak alsó részén található gázcserenyílások – ahogy nevük is mutatja – a gázok cseréjére szolgálnak. Amikor a gázcserenyílások nyitva vannak, a fotoszintézishez szükséges széndioxid jut be a levelekbe és oxigén távozik belőlük. A nyitott gázcserenyílásokon keresztül emellett víz is távozik a növényből. A víz így folyamatosan áramlik a növényen belül, ami az ásványok felvételéhez nélkülözhetetlen. Nagyon száraz napokon azonban a fűszálak hervadásnak indulnak és el is halhatnak, ha a gázcserenyílások nyitva maradnak. A gázcserenyílások nagy száma növeli a fotoszintézis mértékét, ugyanakkor a hervadás kockázatát is.





4–7. ÁBRA A gázcserenyílások számának megállapítása

Az alábbi utasítások alapján számoljuk meg a különféle fűfajták gázcserenyílásait **(4–7. ÁBRA)**:

- Az első fűszál aljára vigyünk fel átlátszó körömlakkot. Hagyjuk megszáradni.
- Átlátszó ragasztószalaggal távolítsuk el a körömlakkot, majd helyezzük az átlátszó ragasztószalagot (a körömlakk lenyomatával) egy tárgylemezre (a tárgylemezt lássuk el felirattal).

Helyezzük a tárgylemezt mikroszkóp alá, és állítsunk be 400× nagyítást. Rajzoljunk le egy gázcserenyílást a környező sejtekkel együtt. Ezután álljunk át 100× nagyításra, határozzuk meg a látómezőben lévő levélfelületet, majd számoljuk meg az összes látható gázcserenyílást. Számítsuk ki az egy mm^2-re eső gázcserenyílások számát. Ismételjük meg az eljárást az összes fűfajjal.

Válaszoljunk a következő kérdésekre:

- Hány gázcserenyílás volt látható az egyes fűfajtáknál a látómezőben?
- Melyik a leginkább szárazságtűrő faj?
- Melyik alkalmas leginkább nedves éghajlati viszonyokhoz?
- Melyik növekedne legjobban saját országunkban? Adjunk magyarázatot a válaszra.

3 | 6 A gyökérrendszer tanulmányozása

Most, hogy a fű végre kinőtt, a gyökereit is tanulmányozhatjuk. Először készítsünk rajzot a gyökerek elrendezéséről a CD-tokban (a pontosabb vizsgálat érdekében a CD-tok felnyitható). A második rajzot egyetlen példány gyökeréről készítsük. Óvatosan húzzunk ki egyet, majd nagyítóval vizsgáljuk meg.

Válaszoljunk a következő kérdésekre:

- Milyen hosszú a gyökér?
- Hány elágazást tartalmaz?
- A gyökerek melyik részén találhatók az elágazások (felül, középen, alul)?
- Képes a gyökér összetartani a talajt? (Dolgozzunk ki egy módszert ennek tesztelésére.)
- Melyik fűfaj áll a legközelebb az ideálishoz?

4 | KÖVETKEZTETÉS

Megterveztük a tökéletes futballgyepet, majd különféle fűfajokat növesztettünk, hogy tanulmányozhassuk a tulajdonságaikat. Mutassuk be, melyik fűfajta a legalkalmasabb az adott országban a futballpályák gyepének kialakításához.

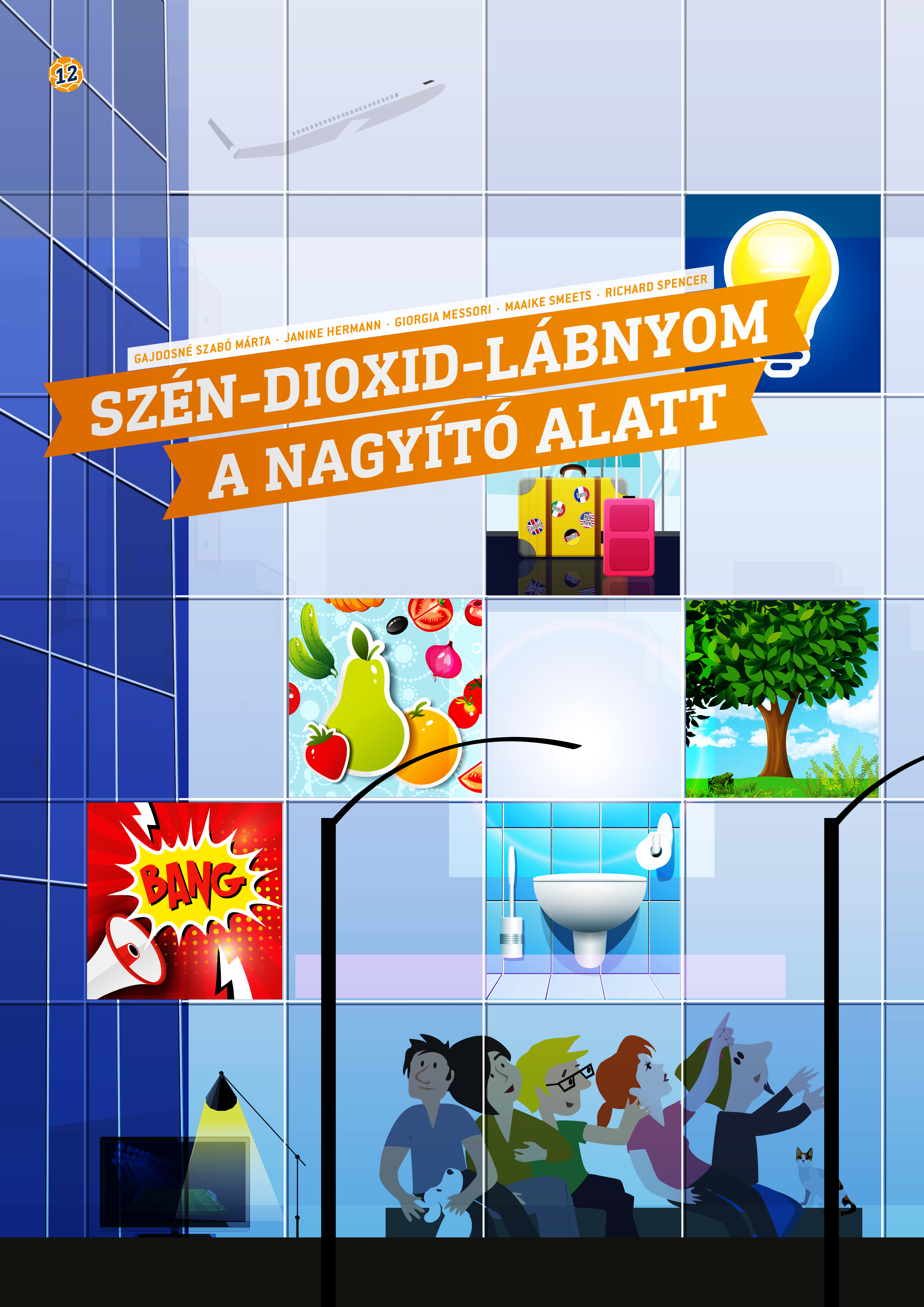
Abból indultunk ki, hogy a legjobb gyep monokultúrás, de lehetséges, hogy a vegyes kultúra jobb megoldást jelent. Nevezzünk meg két okot, amiért a vegyes kultúra előnyösebb lehet a monokultúránál.

5 | EGYÜTTMŰKÖDÉSI LEHETŐSÉGEK

A tanulók a különböző országokban élő társaikkal együttműködve összehasonlíthatják saját országaik legjobb fűfajait. Elképzelhető, hogy a Hollandiában legjobbnak ítélt fűféle eltérhet a Magyarországon optimálistól. A tanulók elgondolkodhatnak azon, milyen tényezők járulnak hozzá a jó növekedéshez (fény, páratartalom, hőmérséklet stb.). A partnerországok éghajlati viszonyainak összehasonlításával próbáljuk megmagyarázni, miért választották az adott fűfajt.

GAJDOSNÉ SZABÓ MÁRTA · JANINE HERMANN · GIORGIA MESSORI · MAAIKE SMEETS · RICHARD SPENCER

SZÉN-DIOXID-LÁBNYOM A NAGYÍTÓ ALATT



szén-dioxid-lábnyom, fenntarthatóság, zajszennyezés, légszennyezés, üvegházhatás, környezet

kémia, matematika, fizika, biológia, földrajz, ökológia, integrált nyelv (14–16 éves korcsoport)

10 – 16 év

Anyagok: Minden kiegészítő dokumentum letölthető a Színpadon a tudomány webhelyéről [1]:
Kártyapárok a játékhoz (lásd a 77. oldalt), információs kártyák, példakérdések és -válaszok, számológép

1 | ÖSSZEFOGLALÓ

A legtöbb európai országban a labdarúgás nagy népszerűségnek örvend. Napjainkban az (első osztálybeli) klubok egyre nagyobb érdeklődést mutatnak a futball környezeti hatásai és a szén-dioxid-lábnyom csökkentésének módszerei iránt. A projekt célja, hogy megismertessük a tanulókkal a labdarúgás környezeti és ökológiai hatásait, továbbá azokat a módszereket, amelyekkel az első osztálybeli futballklubok környezetvédelmi szempontból fenntarthatóbbá válhatnak.

A mai világban minden területen és minden osztályteremben globális szemléletre van szükség. Oktatóként az a feladatunk, hogy segítsünk a tanulóknak megszerezni azokat a képességeket, eszközöket és látásmódokat, melyek révén teljes értékű emberek, felelősen gondolkodó világpolgárok és a fenntartható jövő hatékony támogatói lehetnek.

2 | ELMÉLETI BEVEZETŐ

A tanulók számára olyan – komoly kérdéseket felvető – játékot hoztunk létre, amely elgondolkoztatja őket a nagy sportesemények szén-dioxid-lábnyomáról.

Összesen hat kártyakészlet áll rendelkezésre, melyek mindegyike a fenntarthatóság más aspektusára koncentrál. A játék teljesítéséhez a játékosoknak az összes szemponttal foglalkozniuk kell. A játék a 10–16 éves korosztály számára készült, és széles körben felhasználható. A kérdések megválaszolásával a tanulók megismerik a nagy nemzetközi sportesemények komplex hatásait. Megtanulják, milyen felelősséggel tartozunk az energia, illetve az egyéb erőforrások – például az élelmiszerek és a víz – felhasználása terén, továbbá megismerik a földi ökoszisztéma törékenységét.

A nagy sportesemények környezeti hatásai tekintetében hat különböző szempontot választottunk ki. Ezek a következők: világítás, utazás, zöld fű, hulladék, zajszennyezés és élelmiszerek.

A tanár teendői

Az első órán a tanár a következő módokon segít a tanulóknak meglévő tudásuk áttekintésében:

- kérdések felvetésével (Mit jelent az ökológiai lábnyom? Hol találhatunk információt erről a témakörről? Mit tudunk az energia termeléséről, elosztásáról és felhasználásáról?) és a tevékenység céljának tisztázásával;
- a már meglévő tudás ötletbörze révén történő felelevenítésével (kulcsszavak segítségével);
- a játék felépítésének és szabályainak elmagyarázásával.

A tanár kinyomtatja a kártyapárokat és az információs kártyákat.

A bemutató órán a tanár elmagyarázza a játékszabályokat, négyes csoportokra osztja a tanulókat (osztálytól függően), minden csoportban csoportvezetőt nevez ki, majd elindítja a játékot.

Az információs kártyák a következő szempontokkal kapcsolatos adatokat tartalmaznak: a különféle szállítási módok széndioxid-kibocsátása, a különböző üzemanyagok égési reakciói, a szén- és víztakarékossággal kapcsolatos tudnivalók, a fényhasznosítás jelentése és a különféle típusú izzók elektromos fogyasztása, az elektromos távvezeték-hálózat hatékonysági térképe, a hang sebessége és az akusztikus nyomás szintje, és így tovább. Az adatok mindegyike hasznos segítséget nyújt a problémák megoldásához.

Az utolsó órán a tanulóknak be kell számolniuk a megismert témakörökről, valamint a felmerült problémákról. A résztvevőknek meg kell tanulniuk, hogyan küzdhetik le közös erővel a nehézségeket, és önértékelést kell végezniük a csoportjukról.

3 | A TANULÓK TEVÉKENYSÉGE

A játék során kártyákat kell párosítani: 12 kártya, 6 pár, témakörönként 2 kártya.

Témakörök: világítás, utazás, zöld fű, hulladék, zajszennyezés, élelmiszerek

Szabályok: Osszuk fel az osztályt csoportokra. A csoportok elnevezése a kedvenc futballcsapatok alapján történjen. Ezután

helyezzük az összes kártyát lefordítva az asztalra (intelligens tábla is használható). Az első csoport kiválaszt egy kártyát, megfordítja, majd a csoport egyik tagja adott időn belül elmagyarázza, mit jelent a rajta látható szimbólum (az időméréshez használhatunk például homokórát – nehezebb kérdések esetében öt perc, könnyebb kérdéseknél pedig két perc a javasolt idő). A fiatalabb tanulók az információs kártyákon található kulcsszavakat és kifejezéseket is használhatják. Idősebb tanulóknál azt javasoljuk, hogy csak saját tudásuk alapján válaszoljanak.

Egyéb lehetőségek: Az idősebb tanulók az interneten is kereshetnek a témába vágó tudományos adatokat. A csoportvezető feladata, hogy ismertesse az osztállyal a témakörrel kapcsolatban megismert információkat.

Adott idő elteltével a tanár 1–5 ponttal értékelheti a csapat teljesítményét. (Javaslatunk: A tanár csak akkor közölje a kapott pontok számát, ha már minden csoport végzett.) Ezután a csoport egy második kártyát választ; ha a második kártya egyezik az elsővel, akkor a csapatnak a tanár kérdésére kell válaszolni az adott témakörben, és további pontokat szerezhet (legfeljebb öt pontot). Ha a csapat párt talál, a kérdéses kártyákat el kell távolítani a játékból.

Az egyes kártyapárokkal legfeljebb tíz pont szerezhető.

Ha a csapat nem az első szimbólummal egyező kártyát húz, akkor a következő csoporton a sor. A következő csoport új kártyát választhat, illetve kiválaszthatja ugyanazt a kártyát is, de az utóbbi esetben nem adhatják ugyanazt a választ, mint az első csoport. Ez a csapat ugyanannyi időt kap, mint az első, és a tanár az ő teljesítményüket is pontokkal értékeli.

A játék végén, ha már nincs több kártya az asztalon, a pontok összegzésével lehet eldönteni, ki nyert.

4 | KÖVETKEZTETÉS

Tanárként feladatunk, hogy megismertessük a tanulókkal a fenntarthatóság fontosságát, továbbá elültessük bennük a személyes felelősségvállalás értékét. A játékban természettudományos és matematikai témaköröket érint, és az adatok alapján a tanulók az ökológiával, a szén-dioxid-lábnyommal, valamint napi tevékenységeik fenntarthatóságával kapcsolatos kérdésekre válaszolhatnak meg.

Egyes kérdések egyszerűbbé tehetők az információs kártyák adatainak felhasználásával, mivel adott problémák (amelyeket csak egyszer olvastak fel) nehéznek bizonyulhatnak. A feladatok ki is nyomtathatók: így megkönnyíthető a csoportokon belüli együttműködés a megoldások kidolgozása során. Amikor teszteltük a játékot az osztályainkban (14 éves tanulókkal), mindegyik csapat megpróbálta megoldani a problémákat két további pontért, ha egy másik csapat hibázott. A játék vezetését egy idősebb tanulóra bíztuk, hogy ezzel is elősegítsük a közösségi ismeretszerzést.

Példajáték

Miután információkkal szolgált a játékban érintett témakörökről, a tanár az asztalra helyezi a kártyákat.

Példa a tanári bevezetőre a VILÁGÍTÁS témakörében

Amikor egy stadionban ülünk, ritkán gondolunk arra, hogyan termelik meg és osztják el a felhasznált energiát, illetve hogy az elsődleges energiaforrás megújuló-e. Amikor képernyőn tekintjük meg egy mérkőzés eredményeit vagy legemlékezetesebb pillanatait, nem tudjuk, hogy a képernyő LED technológiával készült-e, illetve hogy a stadionban energiatakarékos fényforrást használnak-e. Meg kell változtatnunk a gondolkodásmódunkat, és arra kell törekednünk, hogy a fenntarthatóság előtérbe helyezése ösztönössé váljon.

Az első csoport kiválaszt egy kártyát, amelyen a fény szimbóluma látható. A tanár megkéri a csapat vezetőjét, hogy mondja el, mit tud a csapat az energia termeléséről, elosztásáról és felhasználásáról, és mi a különbség az energiahatékonyság és az energiatakarékosság között. A tanár az órához tartozó fontos kulcsszavakat ír fel a táblára, amelyek a MEGVILÁGÍTÁS témakörével kapcsolatosak. Összesen öt pont szerezhető.

A csoport új kártyát választ: ha szerencséjük van, ugyanabból a kategóriából húznak lapot. A csoportnak most meg kell oldania egy problémát az információs kártyákon lévő adatok segítségével. A tanár felolvas egy kérdést, és minden csoportnak öt perce van, hogy elvégezze a számításokat.

Mintafeladat: „Ellenőrizzük az otthoni áramfogyasztásunkat (négyfős családot feltételezve).”

A kérdés megválaszolásához minden csapatnak meg kell találnia a megoldáshoz szükséges képletet az információs kártyán:

Napi otthoni áramfogyasztás:

$$\frac{(\text{Személyek száma} \cdot 500\ \text{kWh}) + 500\ \text{kWh}}{365\ \text{nap}}$$

Válasz: $2\,500\ \frac{\text{kWh}}{365\ \text{nap}} = 6{,}8\ \frac{\text{kWh}}{\text{nap}}$

A helyes válasz öt ponttal növeli a csapat pontszámát; hibás válasz esetén a többi csapat kap két–két pontot. A kártyapárt eltávolítják az asztalról, és a játék a következő csapattal folytatódik.

Néhány kérdés a játékhoz

Példa az UTAZÁS témakörhöz:
Mit tudunk a szén-dioxid-lábnyomról? Hány kg/km szén-dioxidot termelnek a szurkolók (mérkőzésenként 40 000) a 2016-os 2016 Európa-bajnokság 51 mérkőzése során, ha a ¼-ük vonattal, ¼-ük motorral, ¼-ük busszal és ¼-ük repülőgéppel utazik?

Válasz: Az egy irányban számított összeg 295 800 $\frac{\text{kg}}{\text{km}}$. (591 600 $\frac{\text{kg}}{\text{km}}$ a két irányban számított összeg)

Példa az ÉLELMISZER témakörhöz:
Mi az élelmiszer-termelési ciklus? Az információs kártyáról olvassuk le egyes élelmiszerek szén- és vízlábnyomát, majd számítsuk ki, hány liter víz takarítható meg, ha hetente 1 kg marhahús helyett 1 kg burgonyát eszünk.

Válasz: 15 214 liter megtakarítás

Példa a ZAJ témakörhöz:
Mi az emberi hallás akusztikus küszöbértékének tartománya? A WHO (Egészségügyi Világszervezet) szerint a kockázatos akusztikus küszöbérték 85 dB, az akusztikus fájdalomküszöb pedig 120 dB. Mekkora a hangintenzitás növekedése?

Válasz: 3 125-szörös

Példa a FŰ témakörhöz:
Ha lenyírjuk egy stadion (120 m × 60 m) füvét (2,5 cm), menynyi a levágott fű térfogata köbméterben?

Válasz: 180 m^3

Példa a HULLADÉK témakörhöz:
Hány m^3 hulladék keletkezik 7 000 papírpohár használatakor, ha az egyes poharak térfogata 0,25 dm^3?

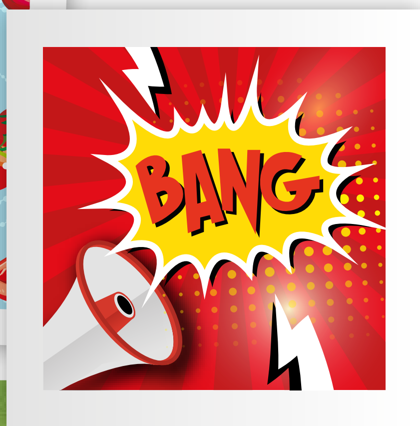
Válasz: 1,75 m^3

5 | EGYÜTTMŰKÖDÉSI LEHETŐSÉGEK

- Osszuk meg a kérdéseket és témaköröket más iskolákkal vagy osztályokkal.
- A játékot kipróbáló minden osztály új kérdést ír, és megosztja azt a más országokban lévő osztályokkal.
- A játék multimédiás felületen is elhelyezhető, így egyszerre több helyről lehet játszani.
- Ha az angoltanárt is bevonják, az interdiszciplináris játék még érdekesebbé válhat.

ANYAGOK

[1] Minden további anyag (információs kártyák és példakérdések) elérhető a www.science-on-stage.de/iStage3_materials címen.



GAJDOSNÉ SZABÓ MÁRTA · JANINE HERMANN · GIORGIA MESSORI · MAAIKE SMEETS · RICHARD SPENCER

FÉNYES KILÁTÁSOK

fű, futballpálya, fotoszintézis, fényfüggő reakció, hullámhossz, elnyelési spektrum, redoxi-indikátor, klorofill, kloroplasztisz
biológia
16–18 év

1 | ÖSSZEFOGLALÓ

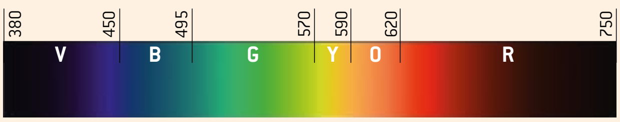
Ebben a projektben a tanulók különböző színű fények használatával vizsgálják a hullámhossz hatását a fotoszintézisre és a fű növekedésére. A kísérleti eredmények kiértékelését követően javaslatot fogalmazhatnak meg arra vonatkozóan, milyen színű mesterséges fényt érdemes alkalmazni, hogy minél hatékonyabb legyen a fű növekedése és helyreállítása a mérkőzések között.

2 | ELMÉLETI BEVEZETŐ

A mérsékelt övi régiókban a természetes napfény mennyisége a szezon nagy részében korlátozott, különösen a téli hónapok rövid napjain. A pálya árnyékos területein ezért mesterséges megvilágítást alkalmaznak, hogy felgyorsítsák a fű növekedését és elősegítsék a mérkőzés során megrongálódott gyep állapotának helyreállítását **(1. ÁBRA)**.

1. ÁBRA A fű növekedését gyorsító megvilágítóegységek

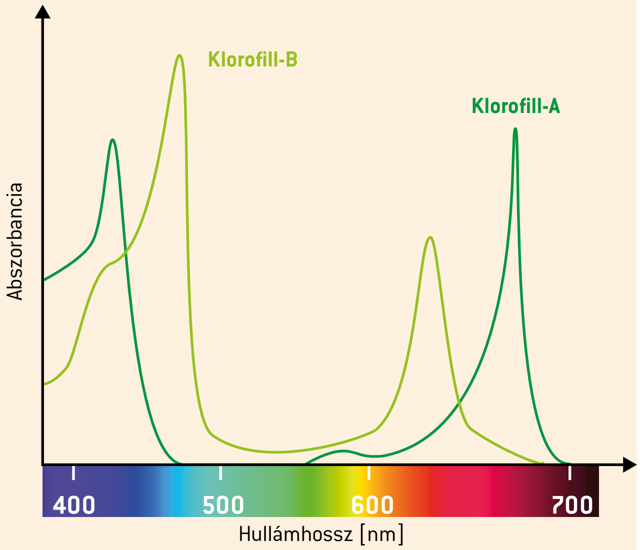
2. ÁBRA A látható spektrum [1]



V: ibolya, B: kék, G: zöld, Y: sárga, O: narancssárga, R: vörös

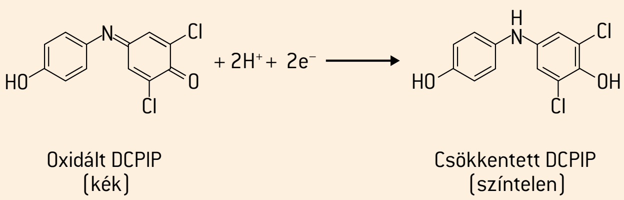
A látható spektrum számos különböző hullámhosszú fényből, vagyis különböző színekből áll össze **(2. ÁBRA)**. A leggyakoribb fotoszintetizáló pigment, a klorofill valójában két pigment (klorofill-A és klorofill-B) keveréke, amelyek egyes hullámhosszúságokat hatékonyabban nyelnek el, mint másokat – az elnyelési arány a vörös és kék szín esetében a legmagasabb, míg a zöld szín esetében a legalacsonyabb **(3. ÁBRA)**.

3. ÁBRA A klorofill által elnyelt energia a fény hullámhosszától függően [2]



A klorofill által elnyelt energiát a növény a fotoszintézis fényfüggő reakcióiban használja fel, hogy az elektronokat magasabb energiaszintre gerjessze. A gerjeszett elektronok többletenergiája redoxireakciókban energiafelszabadításra és ATP készítésére szolgál. Ez az anyagot, valamint a fényfüggő reakciók egy másik termékét (redukált NADP) a növény a Calvin-ciklusban használja fel glükóz készítésére. A növény a glükózt energiaforrásként, valamint az egészséges növekedéshez szükséges számos különféle szerves anyag szintézisének alapanyagaként alkalmazza.

4. ÁBRA DCPIP: 2,6-diklórfenol-indofenol



A fotoszintézis mértéke a DCPIP redoxi-indikátorral vizsgálható, amely oxidált állapotban kék, redukált állapotban pedig színtelen **(4. ÁBRA)**. Ha a növényekből frissen kinyert kloroplasztiszokhoz DCPIP-t adnak, a kloroplasztiszok megvilágításakor a fotoszintézis fényfüggő reakciója során létrejött elektronok redukálják azt. Minél gyorsabbak ezek a reakciók, annál gyorsabb a DCPIP redukciója. Az első vizsgálat során a tanulók a DCPIP redukciójának (színtelenné válásának) sebességét mérik meg különböző színű fények hatására, hogy megállapítsák a fény hullámhosszának hatását a fotoszintézis mértékére. A második vizsgálatban a tanulók egy hétig világítanak meg tálcában növesztett füvet különböző színű fényekkel, majd megmérik a levágott fű friss tömegét, hogy megállapítsák a növekedés mértékét. A két kísérlet eredményének kiértékelését követően a tanulók javaslatot fogalmazhatnak meg arra vonatkozóan, milyen színű mesterséges fényt érdemes alkalmazni, hogy minél hatékonyabb legyen a fű növekedése és helyreállítása a futballpályán.

3 | A TANULÓK TEVÉKENYSÉGE

3 | 1 Biztonsági tanács

A vizsgálat során használt vegyszerek alacsony kockázatúak, de a tanulóknak tisztában kell lenniük az elektromos berendezések (lámpák, mixer és elektromos mérleg) használatának általános kockázataival, továbbá – a helyes laboratóriumi gyakorlatnak megfelelően – védőszemüveget kell viselniük.

3 | 2 Előkészületek

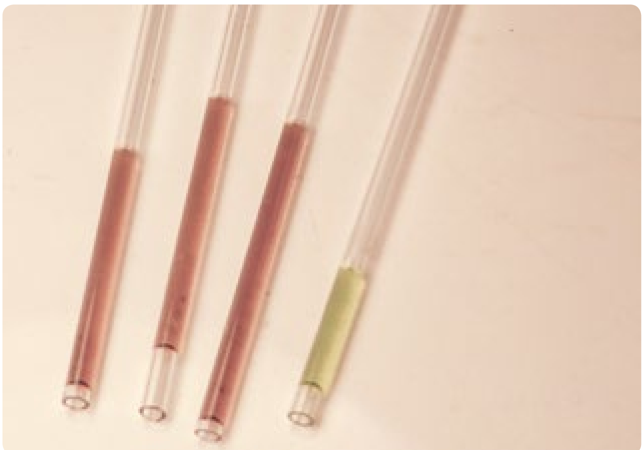
A szükséges anyagok teljes listája letölthető a Színpadon a tudomány webhelyéről. [3]

1. Vessünk angolperjemagokat hét kis tálcába (8 cm × 16 cm × 5 cm mélység). Mindegyik tálcában egyezzen meg a virágföld mennyisége, és mindegyiket ugyanannyi fűmaggal, egyenletesen vessük be (úgy, hogy a fűmagok elfedjék a virágföld felületét). Helyezzük a tálcákat napos ablakpárkányra öt hétig. Rendszeresen öntözzük desztillált vízzel, hogy a föld nedves maradjon, és minden tálcához ugyanannyi vizet használjunk. A környezeti tényezők – például a páratartalom és a hőmérséklet – nem kontrollálhatók, de ha mindegyik tálcát egy helyen tartjuk, akkor ugyanazoknak a környezeti hatásoknak lesznek kitéve.
2. Öt hét elteltével ollóval vágjuk le a füvet, 3 cm-es gyepmagasságot hagyva. A levágott füvet használjuk a „fotoszintézis sebességének” vizsgálatára (3–12. lépés), a hét tálcát pedig a „növekedés gyorsaságának” megállapítására (*3.4*). Mindkét vizsgálathoz hét asztali lámpa szükséges, amelyek RGB 3W B22 LED Global Bulb Light izzóval vannak ellátva (az izzók olcsón beszerezhetők a legtöbb online áruházban). Minden izzóhoz távvezérlő tartozik, amellyel a színe vörösre, narancssárgára, sárgára, zöldre, kékre, ibolyaszínűre vagy fehérre állítható (**5. ÁBRA**). A költségtakarékosság érdekében mindkét vizsgálathoz ugyanazt a hét lámpát és izzót használjuk.

3 | 3 A fény hullámhosszának hatása a fotoszintézis mértékére

3. Adjunk kb. 30 g friss fűszálat (amelyeket a 2. lépésben vágtunk le) 250 cm^3 hideg szacharóz pH 7,5 pufferoldathoz. Ezt úgy állítjuk elő, hogy 2,7 g hidratált dinátrium-hidrogén-foszfátot, 1,0 g vízmentes kálium-dihidrogén-foszfátot, 33 g szacharózt és 0,25 g kálium-kloridot feloldunk 250 cm^3 desztillált vízben.
4. 60 másodpercig mixerrel keverjük, hogy szétroncsolódjanak a sejtfalak és felszabaduljanak a kloroplasztiszok. Szűrjük át muszlinkendővel, hogy eltávolítsuk belőle a sejttörmeléket. A kivonatot jégen tároljuk.
5. Egy hajszálcső egyik végét merítsük a kloroplasztisz-kivonatba, hogy felszívja. Vegyük ki a hajszálcsövet, és a külső részét textíliával töröljük szárazra. Ez lesz a színreferencia (zöld színű).
6. Pasteur-pipetta segítségével adjunk cseppenként 1,0%-nyi DCPIP-oldatot a kloroplasztisz kivonat maradékához, miközben a keveredés biztosításához óvatosan rázzuk a palackot. A DCPIP-oldatot úgy készítjük el, hgoy 0,1 g DCIP-t és 0,4 g kálium kloridot feloldunk 100 cm^3 desztillált vízben. Az oldatot frissen kell elkészíteni.
7. Adjunk hozzá elegendő DCPIP-t, amíg a kivonat színe zöldről tartósan zöldeskékre nem változik, majd csomagoljuk a palackot a lehető leggyorsabban alufóliába, hogy a kloroplasztisz- és DCPIP-kivonat sötétben legyen.
8. Helyezzünk egy ibolyaszínű fényű lámpát 8 cm-rel egy fehér csempe fölé (még ne kapcsoljuk be). Helyezzük a 6. lépésből származó színes referenciacsövet a csempére. Ezután merítsünk három hajszálcsövet a kloroplasztisz- és DCPIP-kivonatba, töröljük őket szárazra a korábbiakhoz hasonlóan, majd helyezzük őket az ibolyaszínű lámpa alá és a színreferencia mellé. Ezt a lehető leggyorsabban végezzük el. Ezek lesznek a vizsgálati minták (**6. ÁBRA**).

5. ÁBRA A lámpákhoz RGB 3W B22 LED Global Bulb Light izzókat alkalmaztak, amelyek távvezérlővel vörös, narancssárga, sárga, zöld, kék, ibolya vagy fehér színűre állíthatók.



6. ÁBRA A mintákat (kloroplasztisz-kivonat + DCPIP) tartalmazó kémcsövek színének összehasonlítása a megvilágítás előtt a színreferencia (kloroplasztisz-kivonat DCPIP nélkül) alapján.

7. ÁBRA A hullámhossz hatása a DCPIP redukciójára (a fotoszintézis mértékének mutatójaként) – mintaadatok

Izzó színe	Fény hullámhossza [nm]	Ennyi idő alatt vált a minta színe azonossá a referenciaszínnel [s]				A DCPIP redukciójának átlagos sebessége $= \frac{1\,000}{t}\ \left[\frac{1}{s}\right]$
		1. minta	2. minta	3. minta	Átlag	
Ibolya	420	660	660	640	653	1,53
Kék	450	520	520	520	520	1,92
Zöld	520	>900	>900	>900	>900	0,00
Sárga	570	680	740	760	727	1,38
Narancssárga	620	520	520	560	533	1,88
Vörös	680	440	420	400	420	2,38
Fehér	/	500	520	540	520	1,92

9. Kapcsoljuk be a lámpát, és indítsuk el a stopperórát.
10. Megfelelő táblázatos formában jegyezzük fel, hogy az egyes vizsgálati minták színe mennyi idő alatt (t) válik azonossá a referenciaszínnel (a mintaadatokat lásd a **7. ÁBRÁN**). Mivel a minták színét különféle színű lámpák alatt nehéz megállapítani, a távvezérlővel 20 másodpercenként váltsunk fehér fényre, és így ellenőrizzük a színegyezést.
11. Ismételjük meg a 9. és 10. lépést az öt további színnel, valamint fehér színű izzóval is (**8. ÁBRA**).
12. Számítsuk ki az átlagos redukciós időt, és jegyezzük fel a színváltozás átlagos sebességét (1 000/t). Ha 15 perc után sem tapasztalunk színváltozást, a „nincs változás" szöveget és „0" értékű színváltozási sebességet jegyezzünk fel.

8. ÁBRA A kísérleti mintákat és a színreferencia-mintákat különböző színű fényekkel világították meg, és feljegyezték a színegyezéshez szükséges időt, amely a DCPIP színtelenné válását és ezáltal a fotoszintézis sebességét jelzi.

3 | 4 A fény hullámhosszának hatása a növekedés mértékére

A 2. lépésből származó hét tálcát helyezzük elsötétített helyiségbe, és minden egyes tálcát világítsunk az RGB 3W B22 LED Global Bulb Light izzóval ellátott asztali lámpával. Az egyes tálcáknál a távvezérlővel állítsuk az izzó fényét vörösre, narancssárgára, sárgára, zöldre, kékre, ibolyaszínűre, illetve fehérre. A tálcákat hagyjuk hat napig így megvilágítva, és szükség szerint rendszeresen öntözzük (**9. ÁBRA**).

9. ÁBRA A füvet tartalmazó ültetőtálcákat hat napig különféle színű fényekkel világították meg, mielőtt a füvet levágták, hogy a növekedési sebesség megállapításához megmérjék a friss tömegét.

Hat nap elteltével ollóval vágjuk le a füvet minden egyes tálcában (egészen a szár tövéig), és elektromos mérleggel mérjük meg az egyes tálcákból nyert friss tömeget. Az adatokat megfelelő táblázatban rögzítsük (lásd a mintaadatokat a **10. ÁBRÁN**).

10. ÁBRA A fény hullámhosszának a hatnapos megvilágítást követően levágott fű friss tömegére gyakorolt hatása (a fű növekedési mértékének mutatójaként) – mintaadatok

Izzó színe	Fény hullámhossza [nm]	Fű friss tömege 6 napos megvilágítás után [g]
Ibolyaszínű	420	4,15
Kék	450	6,02
Zöld	520	3,66
Sárga	570	4,09
Narancssárga	620	5,54
Vörös	680	6,23
Fehér	/	5,43

4 | KÖVETKEZTETÉS

A projektben részt vevő tanulók jobban megértették a fotoszintézis fényfüggő és fényfüggetlen reakcióit (Calvin-ciklus), különösen azt, hogyan történik a fényfüggő reakciók termékeinek felhasználása a Calvin-ciklusban, és hogyan befolyásolja ez a növény növekedésének mértékét. A tanulók hasznosnak találták, hogy megvitathatták, miért fontos a lehető legtöbb változót kontrollálni a fűmagok csíráztatása és növesztése során (pl. a virágföld mélysége, az öntözés ütemezése, a színes lámpák távolsága a tálcáktól), valamint a fotoszintézis mértékének vizsgálata során (pl. a színes lámpák távolsága a kloroplasztiszt tartalmazó kivonattól). A megbeszélések során a tanulók jobban megértik a kísérletek helyes megtervezésének fontosságát.

A két kísérlet eredményeinek kiértékelését követően a tanulók arra a következtetésre jutottak, hogy összefüggés van a fotoszintézis mértéke és a fű növekedése között a különféle színű megvilágítások esetében, valamint hogy a fotoszintézis és a növekedés mértéke vörös fényben a legnagyobb, zöld fényben pedig a legkisebb. A klorofill elnyelési spektruma alapján pontosan ezt az eredményt vártuk **(3. ÁBRA)**.

A kék fény esetében az eredmény a vártnál alacsonyabb volt, ami érdekes vitára adott lehetőséget. A tanulók felvetették, hogy ezt a klorofill-A és klorofill-B különböző arányai okozhatják a kloroplasztiszokban (mivel a klorofill-A kevesebb kék fényt nyel el, mint a klorofill-B). Ugyanakkor a kék fény több energiával rendelkezik, mint a vörös, ezért elméletben több elektront képes gerjeszteni, ami gyorsabb fotoszintézishez és növekedéshez vezet. A további vizsgálatok rámutattak egy lehetséges magyarázatra: a kloroplasztiszok tartalmazzák a fotoszintetikus pigmentek másik csoportját, a karotinoidokat is, amelyek narancssárga (karotinok) és sárga (xantofilok) pigmentekből állnak. Ezek a pigmentek nagy mértékben nyelik el a kék fényt, és a klorofill-B-hez hasonlóan a felvett energiát a klorofill-A számára adják át, hogy elősegítsék az elektronok gerjesztését a fényfüggő reakcióban. Az energiaátadás azonban nem elég hatékony. Habár az energia ilyen módon történő elosztása pazarlónak tűnhet, szükség lehet rá annak érdekében, hogy a növény megvédje magát a kék fény károsító hatásaitól.

A végleges javaslatokban a tanulók arra a következtetésre jutottak, hogy a vörös megvilágítás hatékonyabbá teszi a fű növekedését és helyreállítását, de a valóságban a futballstadionokban nagynyomású nátriumlámpákat alkalmaznak. A mobil megvilágítóegységek feltalálója (Kolbjørn Saether) elmondta, hogy vállalata számos kutatási programban vett részt a Norvég Gabonakutató Intézettel közösen, hogy meghatározzák a mesterséges fény hatását a fű növekedésére. Számos paramétert vizsgáltak, többek között a fény intenzitását, a napi fénymennyiséget, a hőmérsékletet és a tápanyagokat. Ugyanakkor a fény hullámhosszának hatásait nem vizsgálták, és érdeklődve várják a kísérleteink eredményeit.

Személyes tapasztalat

A kloroplasztisz kivonása során a keverés olyan enzimeket szabadít fel, amelyek károsítják a kloroplasztiszokat és lassítják a fotoszintézis mértékét (az enzimek hatása mérsékelhető, ha hideg extrakciós puffert alkalmazunk és a kloroplasztisz-kivonatot jégen tartjuk). A vizsgálat során a tanulók megfigyelték, hogy a kloroplasztisz-kivonat idővel veszít a hatékonyságából. A probléma megoldása és az érvényes összehasonlíthatóság érdekében a tanulók a fotoszintézis mértékét vizsgáló kísérleteket gyorsan, megfelelő kísérleti ütemezéssel készítették elő, és a különböző izzókat a lehető legrövidebb idő alatt alkalmazták, hogy a kivonat mindig a legfrissebb állapotban legyen felhasználva.

A kísérlethez használt kémcsövekben a különböző színű megvilágítások miatt nem volt lehetséges a kloroplasztisz-kivonatok színének összehasonlítására. Többek között ezért is volt előnyös a távvezérlővel változtatható színű izzók használata, mivel így bármikor át lehetett váltani fehér fényre, hogy ellenőrizzük a színegyezést. Az izzók másik előnye, hogy nem melegszenek fel: a hőmérséklet emelkedése ugyanis befolyásolta volna a fű növekedési ütemét és a DCPIP színtelenné válásának sebességét is. A tanulók így hat napig biztonságosan bekapcsolva hagyhatták a lámpákat.

A **7. ÁBRÁN** és a **10. ÁBRÁN** a különféle színű fények hullámhosszával kapcsolatos adatokat hozzávetőlegesnek kell tekinteni, mivel az egyes színeket folyamatos spektrumú hullámhossztartomány alkotja.

5 | EGYÜTTMŰKÖDÉSI LEHETŐSÉGEK

A különböző iskolák és intézmények tanulói összehasonlíthatták a kísérleteik eredményeit, a kísérleti elrendezésen végzett módosításaikat, valamint a fény hullámhosszának más növényfajok fotoszintézisére gyakorolt hatásaival kapcsolatos vizsgálataikat is.

REFERENCIÁK

[1] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Linear_visible_spectrum.svg (08/03/2016)

[2] Chlorophyll_ab_spectra2.PNG: Aushulz – származékos munka: M0tty [CC BY-SA 3.0 (http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0) or GFDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)], Wikimedia Commons (08/03/2016)

[3] www.science-on-stage.de/iStage3_materials

TEST

Ebben a kiadványban a futball különböző aspektusai szempontjából fontos tudományos kérdéseket vizsgálunk. Elsőként, a Bioszféra című részben a nagy léptékű hatásokat tekintjük át. Ezután – a Test és a Labda című részekben – a játék fő alkotóelemeit vesszük górcső alá, majd a játék történéseit vizsgáljuk a Big Data című részben.

A Test című rész – a játék aktív emberi tényezőjét középpontba helyezve – olyan projekteket kínál, amelyekkel a tanulók teljes mértékben tudnak azonosulni, mivel a játékosok szerepét ölthetik magukra, sőt akár igazi mérkőzésen is részt vehetnek. Ezekben a projektekben a tanulók – saját tapasztalataik alapján – nemcsak a tudományos kérdésekben válnak tájékozottabbá, hanem saját testük biológiájáról is sokat megtudhatnak.

A futballmérkőzésen a játékosok teste gyorsulásnak van kitéve, és a fizika törvényei szerint változtatja az alakját. A test biokémiai folyamatai vizet, sókat és tápanyagokat igényelnek, az izmok pedig elfáradnak ugyan, de alkalmazkodnak és fiziológiai szempontból fejlődnek is. Így saját testünk alapján sokat megtanulhatunk arról, hogyan határozza meg a fizika, a kémia, a biológia és a fiziológia a mindennapi életünket, valamint hogyan befolyásolják fizikai mozgásunkat. Az olyan nagy játékosok, mint Pelé, Maradona, Cristiano Ronaldo, Messi és Romario is ugyanazoknak a természeti törvényeknek vannak alávetve. Képesek vagyunk a tudomány segítségével megfejteni a titkaikat?

Hát persze! Egyrészről, a professzionális futballisták a legtöbb idejüket edzéssel töltik. Az „Ép testben ép lélek" című részben a tanulók megértik, miért fontos a tréning, és saját magukon is megtapasztalhatják a testedzés pozitív hatásait. Ez akár az egész életükre hatással lehet!

A megfelelő folyadékbevitel és táplálkozás elengedhetetlen része az egészséges életmódnak és a kiváló sportteljesítménynek. Gyakran látjuk, hogy a focistáknak vizespalackot adnak, különösen a mérkőzés vége felé és nagy hőségben. A „Víz és teljesítmény" című részben a tanulók ezt vitathatják meg. A projekt során elgondolkodhatnak az „energiaital" néven forgalmazott termékek körüli „felhajtásról" és mítoszokról, az idősebb tanulóknál pedig akár olyan, kényesebb témák is felmerülhetnek, mint a doppingolás és annak egészségügyi hatásai.

Mindenkinek eszébe jutott már, hogy mennyivel egyszerűbb lenne a foci, ha a kezünket is használhatnánk. Az „El a kezekkel" című részben a tanulók megértik, miért fontos a futball fizikája szempontjából a kéz használatának tiltása. Ha a játékosok a kezüket is használhatnák, a futball egészen más játékká válna! Ezt nagyon jól tudja minden játékos – többek között Diego Maradona is (aki egy kézzel elért gólját „Isten kezének" tulajdonította)!

Figyelem: mint mindig, ügyeljünk arra, hogy a tanulók a testedzést biztonságos környezetben végezzék, és mindig tartsuk be az adott tanegységhez tartozó utasításokat. Akár a folyadékutánpótlással, akár a sport egyes elemeivel kísérleteznek a tanulók, a tanár felelőssége gondoskodni a biztonságról.

PROF. DR. MIGUEL ANDRADE
Molekuláris Biológiai Intézet (IMB)
Biológia Kar, Johannes Gutenberg University, Mainz,
Németország
Koordinátor

DAVID FEATONBY · STEFAN ZUNZER

ÉP TESTBEN ÉP LÉLEK

- edzési teljesítmény, fitnesz, fejlesztés, mérés
- testnevelés, fizika, biológia, matematika, informatika
- minden korosztály
- focilabda, medicinlabda (2 kg), stopperóra, mérőszalag, három beállítható akadály, öt rúd, kréta, sötét fal vagy tornaszőnyeg (2 m × 4 m)

1 | ÖSSZEFOGLALÓ

Ez a tanegység olyan teljesítményteszteket mutat be, amelyek a futball különféle aspektusaira vonatkoznak. A tanulóknak olyan edzésprogramot kell összeállítaniuk, amely javítja a fizikai teljesítményüket. Minden tanuló edzési naplót kap, amely segít az eredmények nyomon követésében és megvitatásában.

2 | ELMÉLETI BEVEZETŐ

2 | 1 Célok

A fizikai alkalmasság és az edzés nemcsak a focisták számára fontos; számos egészségügyi előnnyel is jár.

2 | 2 Háttérinformációk

A labdarúgáshoz szükséges képességek számos tényező függvényei. A kiváló teljesítmény érdekében ezeknek a tényezőknek együtt kell jelen lenniük a játékosban. A kérdéses tényezőkről számos különféle listát állítottak össze (pl. Davis, B. et al. (2000) Training for physical fitness; Tancred, B. (1995) Key Methods of Sports Conditioning). Bizonyos mértékben mindegyikükben szerepel az edzettség és erőnlét, az egyensúlyérzék, valamint a feladatra való szellemi koncentráció képessége. Érdemes ezeket a listákat figyelembe venni. Már egyetlen tényező kimaradása is jelentősen ronthatja az általános teljesítményt. Ha a feladat melletti elkötelezettséget adottnak vesszük, akkor a teljesítményhez szükséges tényezőket a „képesség" és az „erőnlét" kategóriákra oszthatjuk. Általában véve a képesség gyakorlással, az erőnlét pedig edzéssel fejleszthető. Ezen két tényező fejlesztésének kombinációja mérhető teljesítményjavulással jár. Minden egyes feladatot olyannak kell tekinteni, mint aminek a fejlesztése javítja az általános sportteljesítményt. A tágabb kategóriák alkategóriákra oszthatók fel, mivel számos különféle képesség létezik:

- Kognitív készségek – szellemi készségek, amelyek gondolkodási folyamatokat igényelnek
- Percepciós készségek – a bemutatott információk értelmezésének képessége
- Motoros készségek – mozgás- és izomkontroll
- Percepciós motoros készségek – szellemi, értelmezési és a mozgással kapcsolatos készségek

A kísérlet részeként tárgyalt készségek döntő részben motoros készségek lesznek. Az erőnlét a test számos izmával, valamint azok erejével, rugalmasságával és kitartásával függ össze. A különféle feladatokhoz más és más izmok hatékony működése szükséges: ilyenek például a lábizmok, a törzsizmok vagy a felsőtest izmai. A különféle javasolt testgyakorlatok során adott izomcsoportokat célzunk meg, ugyanakkor az általános erőnlétet is fejlesztjük.

- 1. teszt · Szlalomozás: a teszt során a sportoló mozgáskoordinációját, valamint lábizmai erősségét vizsgáljuk.
- 2. teszt · Súlypontemelkedés: a fejeléskor végzett felugrás során a sportoló mozgáskoordinációját, valamint a törzsizmok és a lábizmok erejét vizsgáljuk.
- 3. teszt · Dobás medicinlabdával: a teszt során a sportoló erőnlétét, mozgáskoordinációját, egyensúlyérzékét, valamint felsőtestének erejét vizsgáljuk.
- 4. teszt · Irányváltós akadályfutás: a teszt során a sportoló mozgáskoordinációját, egyensúlyérzékét, valamint lábizmainak erejét vizsgáljuk.
- 5. teszt · Cooper-teszt: a teszt során a sportoló edzettségi szintjét és állóképességét vizsgáljuk.

2 | 3 Interdiszciplináris lehetőségek

A projekt lehetőséget kínál az interdiszciplináris együttműködésre a biológia (pl. pulzusszám, légzésszám, izmok), a fizika (pl. gyorsulás, sebesség, mérések), a testnevelés (háttérinformációk az edzésről), a matematika és az informatika (pl. statisztika, grafikonok, összefüggések) terén.

2 | 4 Elővigyázatossági intézkedések

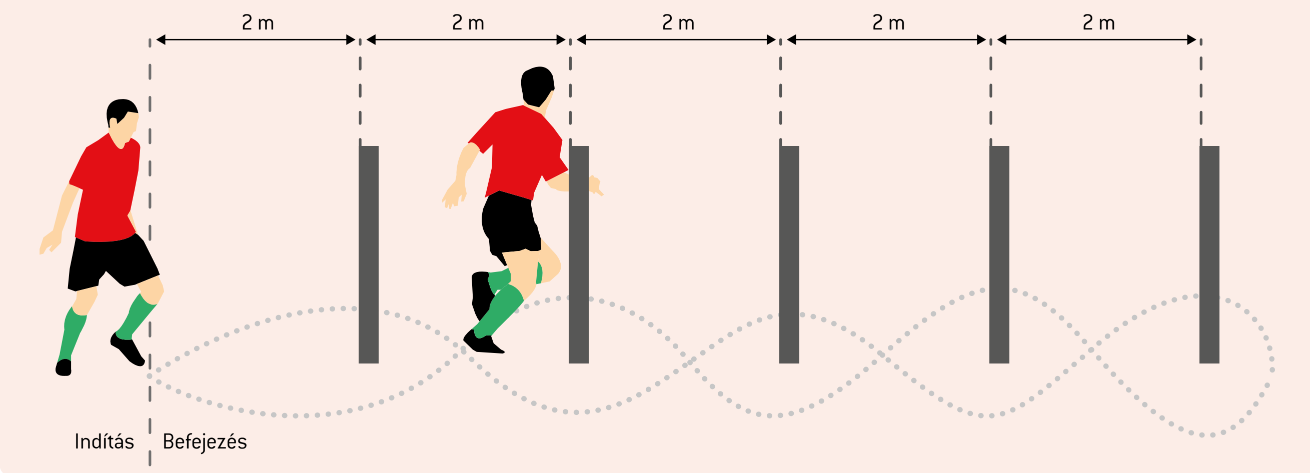
Habár a teljesítménytesztek nem jelentenek komoly igénybevételt, mindig ügyeljünk az intézmény/iskola biztonsági és egészségügyi szabályainak betartására. Minden teljesítménytesztet és azt követő edzést úgy kell megválasztani, hogy ne haladja meg a tanulók képességeit. A teljesítménytesztek és az edzések előtt mindig kötelező a bemelegítés.

3 | A TANULÓK TEVÉKENYSÉGE

A tanulóknak öt különféle teljesítménytesztet kell elvégezniük különböző időpontokban. Az edzési időszak során javulnia kell a teljesítménynek, amit az edzési időszak végén újabb teljesítményteszttel mérünk. A megfelelő edzésmódszereket egyénre szabottan kell megválasztani. Az egyes tanárok konstruktív javaslatokkal járulhatnak hozzá az edzésprogram kialakításához. Az egyes edzésprogramok időtartama legalább három és legfeljebb hat hét legyen. A tanulókat arra kell ösztönözni, hogy saját edzésprogramot dolgozzanak ki. A kiegészítő anyagban a tanároknak szóló javaslatok találhatók [1]. Az edzésprogram célzott gyakorlatokat és általános testmozgást (pl. biciklizés, futás stb.) is tartalmazhat. Az edzésről nyilvántartást kell vezetni az edzésnaplóban.

Az ellenőrző teljesítménytesztek számát és gyakoriságát egyénileg lehet megválasztani, de egyeztetni kell a tanárral. A teljesítményteszteket az alábbiak szerint kell elvégezni, bár az itt szereplő sorrend betartása nem kötelező.

1. ÁBRA Szlalomteszt



3|1 Első készség: gyorsulás és sebesség – szlalomozás

- **Szükséges felszerelés:** öt rúd, mérőszalag, stopperóra és focilabda
- **Elrendezés:** Határozzuk meg a start- és célzónákat. Helyezzünk el öt rudat egyenes sorban, egymástól két-két méterre. Az időméréshez használjunk stopperórát (vagy fénysorompót).
- **A. teszt**: Szlalomozva futás a rudak között, megfordulás az utolsó rúdnál, majd ugyanígy visszafutás a célvonalig (**1. ábra**). Az időt a lehető legpontosabban mérjük, és jegyezzük fel.
- **B. teszt:** Ismételjük meg az A. tesztet labdavezetéssel. A labda mindig legyen kontrollált pozícióban, a tesztalanyhoz közel. Jegyezzük fel a szükséges időt.
- Végezzünk három egymás utáni tesztet, és a legjobbat jegyezzük fel. Ha egy rúd feldől vagy a szlalomozás nem sikerül, a próbálkozás sikertelennek minősül.

3|2 Második készség: függőleges ugrási képesség és erő – súlypontemelkedés tesztelése

- **Szükséges felszerelés:** sötét fal vagy tornaszőnyeg (2 m × 4 m), alternatív mérőberendezés (ha elérhető), kréta, mérőszalag és létra
- **Elrendezés:** A súlypontemelkedés méréséhez többféle elterjedt módszer áll rendelkezésre. Ellenőrizzük a mérőberendezésünket (ilyen például az erőmaximumot mutató mérleg, a videorendszerek, a Vertec stb.).
  A súlypontemelkedés a legegyszerűbben egy sötét fallal (például falhoz erősített sötét papírlappal) vagy vastag tornaszőnyeggel (a javasolt magasság mintegy 4 m) mérhető. Ha szőnyeget használunk, támasszuk úgy a falhoz, hogy ne dőljön el. További eszközökre, például krétára, mérőszalagra, és létrára is szükségünk lesz.
- **Teszt:** Álljunk a szőnyeg mellé. Jelöljük be az ujjunkat krétával a falhoz közelebbi karon. Ezután nyújtózzunk olyan magasra, amilyenre csak tudunk, és jelöljük be ezt a pontot is a szőnyegen vagy a falon. Ilyenkor mindkét talpnak a talajon kell lennie, a sarok felemelése nélkül! Most jelöljük be újra az ujjunk által érintett pontot, álljunk el egy kicsit a faltól, majd ugorjunk olyan magasra, amilyen magasra tudunk – az emelkedést segítsük mindkét karunkkal és lábunkkal. A szőnyeget vagy a falat az ugrás legmagasabb pontján próbáljuk megérinteni. Mérjük meg az álló helyzetben berajzolt jelölés és a felugrással elért jelölés (maximális ugrási magasság) közötti távolságot: ez lesz az eredményünk. Végezzünk három egymás utáni tesztet, és a legjobbat jegyezzük fel.

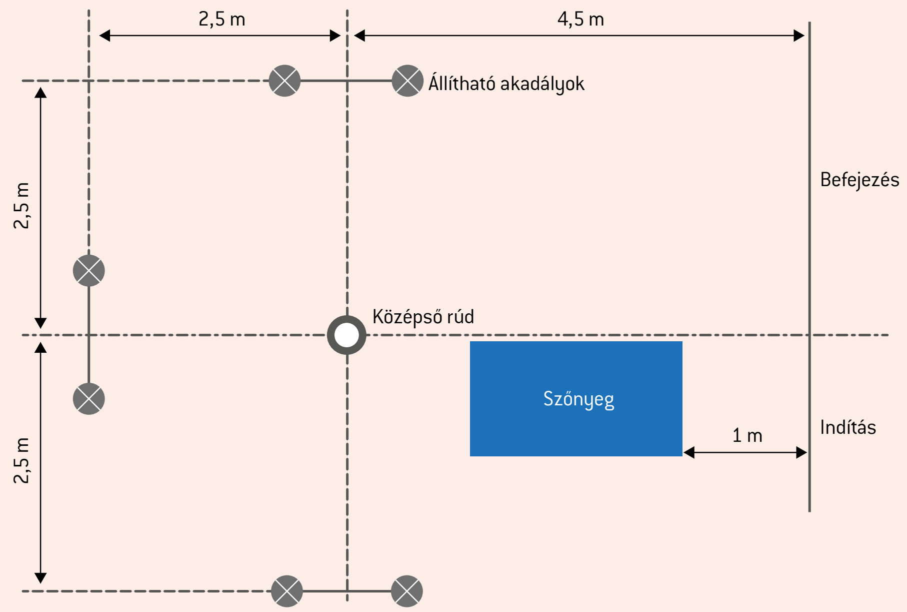
3|3 Harmadik készség: a felső végtagok és a robbanékonyság mérése – dobás medicinlabdával

- **Szükséges eszközök:** 2 kg-os medicinlabda és mérőszalag
- **Elrendezés:** Válasszunk ki egy elég hosszú helyiséget a dobáshoz. Ha kültéri felmérést végzünk, a szél befolyásolhatja a felmérés eredményét. Jelöljünk ki egy kezdőpontot, és tegyünk ki távolságjelölőket, ami megkönnyíti a dobótávolság mérését.
- **Teszt:** Álljunk kisterpeszben a kezdővonalra, és nézzünk abba az irányba, amerre a labdát fogjuk dobni. Fogjuk meg a labdát két kézzel, kicsivel a középvonala mögött. Emeljük a labdát a fejünk fölé, és rogyasszuk be enyhén a térdünket. Ezután egy határozott mozdulattal, felfelé és előre mozogva dobjuk a labdát a lehető legmesszebbre. A kezdőpontot csak azután léphetjük át, miután a labdát elengedtük. Tilos a dobótávolságot nekifutással növelni. Végezzünk három tesztet, és csak a legjobbat jegyezzük fel.

3|4 Negyedik készség: mozgáskoordináció-gyorsaság és gyorsulás – irányváltós akadályfutás

- **Szükséges eszközök:** középre helyezett rúd, szőnyeg, állítható akadályok (beépíthető vagy gyakorlóakadályok), mérőszalag, stopperóra vagy fénysorompó
- **Elrendezés:** Rendezzük el a felmérés helyszínét a **2. ábrán** látható módon.
- **Teszt:** A felmérés megkezdése előtt állítsuk az akadályok magasságát a tanuló magasságához, lásd a **3. ábrát**. Elke-

2. ÁBRA Irányváltós akadályfutás



rülhető az akadályok magasságának gyakori átállítása, ha magasság szerint csoportosítjuk a tanulókat. A tanulóknak az óramutató járásával ellentétesen, a leggyorsabb tempójukkal kell futniuk. Ha a középre helyezett rúd vagy az akadályok bármelyike feldől, a próbálkozás sikertelennek minősül. Álljunk fel a startvonalhoz. Először végezzünk guruló átfordulást a szőnyegen. Tegyünk egy negyedfordulatot a középre helyezett rúd körül, ugorjunk át egy akadályt, majd azonnal forduljunk vissza, és másszunk át alatta. Fussunk vissza a középső rúdhoz, tegyünk még egy negyedfordulatot, majd ugorjuk át a következő rudat. Eztán ismét fussunk vissza a középső rúdhoz, tegyünk egy negyedfordulatot, majd ugorjuk át a harmadik rudat, és másszunk át alatta. Fussunk vissza a középső rúdhoz, tegyünk még egy negyedfordulatot, majd haladjunk át a célvonalon.

3. ÁBRA A testmagasságnak megfelelő akadálymagasság

Testmagasság [cm]	Akadálymagasság [cm]
121 – 125	50
126 – 130	52
131 – 135	54 stb.

3 | 5 Ötödik készség: fizikai alkalmasság és állóképesség – Cooper-teszt

- **Szükséges eszközök:** síkfutópálya (pl. 400 m-es rekortán vagy hasonló pálya) és egy stopperóra
- **Elrendezés:** Nincs szükség különösebb előkészületre.
- **Teszt:** A tanulóknak a lehető leghosszabb távot kell lefutniuk 12 perc alatt. A felmérés hangjelzéssel indul. 12 perc után az asszisztens hangjelzéssel jelzi az idő leteltét, és feljegyzi a teljesített távot.

4 | KÖVETKEZTETÉS

Ebben a tanegységben a futballozás során felhasznált készségekhez kapcsolódó motivációs gyakorlatokra láthattunk példákat. Ezeket a gyakorlatokat végigcsinálva a különböző képességű tanulók fejlődést tapasztalhatnak a mért teljesítményüket illetően. A javasolt módszerek fiúknál és lányoknál egyaránt alkalmazhatók. A mérések elvégzésekor, az edzésprogramok összeállítása és lejegyzése során, illetve az eredmények értelmezésekor a tanulók tudományos ismeretei is bővülnek.

A fő cél a tanulók motiválása. A motiváció legjobb módja, ha a tanár nyomon követi a tanulók fejlődését a program során, és a tanulók is megtapasztalják, mennyit fejlődnek a gyakorlatok végrehajtásával. Ha követjük a bemutatott programot, még a leggyengébb tanuló is fejlődést tapasztal, a kitartóbbakat pedig motiválni fogja saját teljesítményük érezhető javulása.

5 | EGYÜTTMŰKÖDÉSI LEHETŐSÉGEK

Mivel számos iskola részt vesz ebben a projektben, a „Színpadon a természettudomány” listát állított össze az iskolákról és azok elérhetőségéről. A lista az iStage honlapján érhető el [1].

Az adatok szemléltetésre, a motiváció erősítésére, statisztikai elemzések készítésére, illetve a fejlődés és az elért teljesítmény jutalmazására is felhasználhatók. Összehasonlítások is végezhetők, többek között a rendszeres játékosok, a nemek, a korosztályok stb. alapján.

REFERENCIÁK

[1] Az összes kiegészítő tananyag megtalálható a www.science-on-stage.de/iStage3_materials oldalon.

KIRSTEN BIEDERMANN · EMMANUEL THIBAULT

VÍZ ÉS TELJESÍTMÉNY

energiaitalok, izotóniás italok, koffein, cukor, erőkifejtés
kémia, biológia, fizika, matematika
3.1 rész: 14–18 év és 3.2 rész: 8–18 év
Az energiaitalok összetételével és azok egészségre ártalmas hatásaival kapcsolatos tanulmányok minden 8 és 18 év közötti személy esetében relevánsak.

1 | ÖSSZEFOGLALÓ

Napjainkban megannyi, azonosítható összetevőkből készült energiaital van forgalomban, amelyek fogyasztása növelheti ugyan a teljesítményt, ugyanakkor az egészségre is ártalmas lehet. Íme néhány javaslat, hogyan célszerű megismertetni a tanulókkal ezeket az italokat, milyen módszerek alkalmazhatók a tartalmuk meghatározására, illetve milyen hatással vannak az agy- és az izmok működésére.

2 | ELMÉLETI BEVEZETŐ

Ez a tanegység a futballistáknak és a sportolóknak szánt sportitalokkal foglalkozik. Napjainkban egyre több olyan ital jelenik meg, amelyek a fogyasztók fizikai és szellemi teljesítményét hivatottak növelni.

A projekt fő kérdései:

- Miből készülnek ezek az italok? Hogyan elemezhetjük tartalmukat?
- Milyen hatással vannak a szellemi és fizikai aktivitásra? Hogyan mérhetők ezek a hatások?

Ez a tananyag a következő három típussal foglalkozik:

- Energiaitalok: növelik a szívfrekvenciát és a vérnyomást.
- Izotóniás italok: cukor- és ásványianyag-tartalmuknak köszönhetően növelik az izmok és az agy aktivitását.
- Létfontosságú italok: ivóvíz

3 | A TANULÓK TEVÉKENYSÉGE

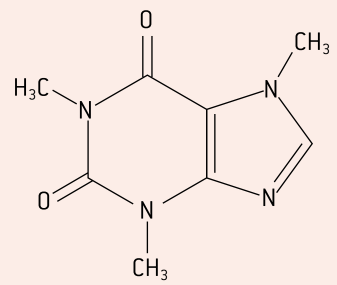
3 | 1 Energiaitalok

Az energiaitalok igazi energiabombaként hatnak: élénkítő hatású összetevők keverékéből állnak, amelyek növelik a teljesítményt. Ilyen összetevő a koffein, amely az alkaloidák csoportjába tartozó izgató, élénkítő vegyület. Az energiaitalok a taurin nevű aminosavat is tartalmazhatják, melynek emberi szervezetre gyakorolt hatása máig nem ismert.

Biológia

Elsőként beszélgessenek az energiaitalokról (a feladat bármilyen korosztályú tanulókkal elvégezhető), majd nézzék meg néhány kereskedelmi forgalomban kapható ital koffeintartalmát (ehhez elég lefényképezni az energiaital címkéjét, nem szükséges megvásárolni). A tanulók kutatást végezhetnek az italok koffeintartalmáról, majd összevethetik az eredményeket egy csésze eszpresszó koffeintartalmával, és beszélgethetnek a koffeinfogyasztás egészségügyi hatásairól.

1. ÁBRA Koffein



Következtetés

A koffein – amelynek egészségügyi hatásai jól ismertek – a leghatásosabb élénkítőszer az ilyen típusú italokban, függetlenül kedvező és kedvezőtlen hatásaitól.

Egy doboz 250 ml-es energiaital hozzávetőlegesen 80 mg koffeint tartalmaz, ami nagyjából egy csésze erős fekete koffeintartalmának felel meg. Ez már majdnem eléri azt a mennyiséget (100–160 mg), amelynek fogyasztásakor mellékhatások tapasztalhatók, és szintén közel van a napi ajánlott mennyiség felső határához, ami felnőttek esetében napi 200 mg. A koffeinfogyasztás nemcsak azért veszélyes a sportolók számára, mert pozitív doppingtesztet eredményez, hanem mert a koffein toxikus mennyiségben szívódhat fel.

Kémiagyakorlat a 14–18 éves korosztály számára

A kereskedelmi forgalomban kapható népszerű termékek laboratóriumi körülmények közötti vizsgálata jól bevált módszer a tanulók kíváncsiságának felkeltésére és az ismeretek hatékony átadására. Különféle szintű, és különböző módszerekkel és anyagokkal végzett kísérletek végezhetők el a tanulók felkészültségének megfelelően.

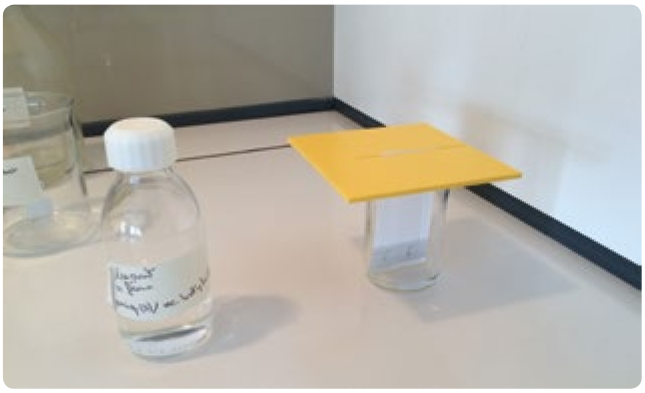
3 | 1 | 1 A koffein kivonása (extrahálása) és azonosítása

Klasszikus vékonyréteg-kromatográfia módszeren alapuló kvalitatív elemzéssel meghatározható, hogy a vizsgált energiaital tartalmaz-e koffeint. A tanulóknak először oldószer segítségével (például etil-acetát hozzáöntésével) ki kell vonniuk a koffeint az italból, hogy kioldják az italban lévő savakat és tannint.

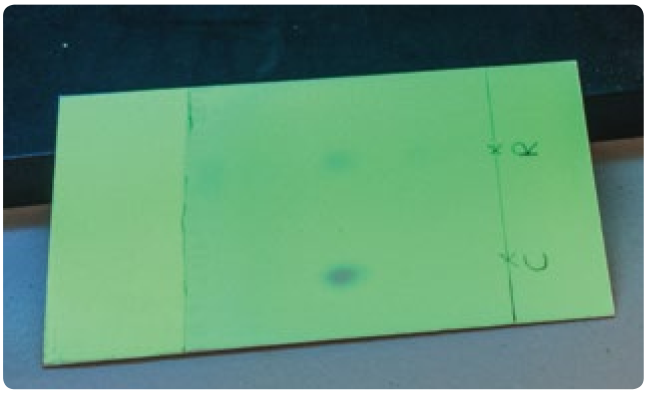
2. ÁBRA A lúgos kémhatás ellenőrzése lakmuszpapírral

3. ÁBRA A koffein oldószeres extrakciója

4. ÁBRA A szerves fázis szárítása szárítóanyaggal



5. ÁBRA A szerves fázis kromatográfiája



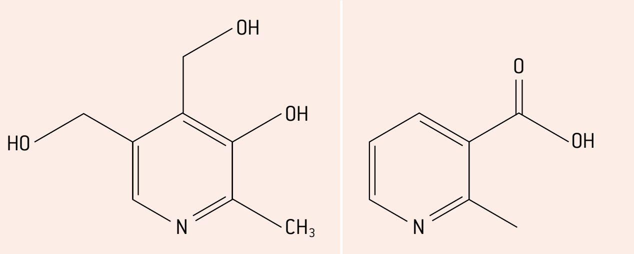
6. ÁBRA A kémiai anyagok ultraibolya fénnyel történő vizualizációja

Extrakciós módszer:

- Öntsünk 50 ml-nyi energiaitalt egy pohárba, és szükség esetén keverjük ki belőle a gázbuborékokat egy üvegbot segítségével.
- Adjunk hozzá 1 mol/l koncentrációjú mosószódaoldatot (nátrium-karbonátot). Közben rázzuk össze a keveréket, hogy közel 9 pH értékű oldatot kapjunk.
- 15 ml-nyi oldószer és egy választótölcsér használatával vonjuk ki a koffeint az oldatból.
- Fogjuk fel a koffeint tartalmazó fázist egy lombikba.
- Ismételjük meg az extrakciót 15 ml oldószer hozzáadásával.
- Fogjuk fel az organikus fázisokat, és szárítsuk vízmentes magnézium-szulfáttal.

A kromatográfia eredményét még ezen lépés befejezése, azaz az oldószer elpárolgása előtt fel kell jegyezni.

7. ÁBRA B6 (piridoxin) és B3 (niacin vagy niacinamid)



B6 (adermin) B3 (niacin vagy niacinamid)

- A koffein eluense (kioldószere): hangyasav és butil-acetát 30:50 ml arányú keveréke
- Állófázis: vékony réteg szilikagél
- Vizualizáció: UV
- Koffein referenciaként etanolban vagy az eluensben feloldva.

8. ÁBRA Az oldószer elpárologtatása forgó párologtatóval (balra) · A lombik falán lerakódott por az oldószer elpárolgása után

A tanulók kromatográfiás módszerrel azonosíthatják a koffeint és egy másik vegyületet, amely külön foltot hoz létre (ez azt jelenti, hogy ez a második vegyület nem elhanyagolható az extrakció utáni organikus fázisban). Az italok összetételét elolvasva arra lehet következtetni, hogy ez a második vegyület egy olyan vitamin lehet, amelyben sok a kettős kötés, például B3- vagy B6-vitamin.

További lehetőségek:

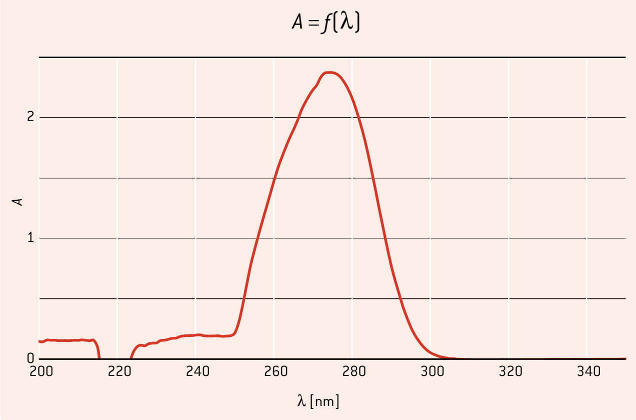
- A tanulók újabb kromatográfiás vizsgálatot végezhetnek a B6- és B3-vitamin referenciaként való használatával.
- Az oldószer elpárologtatására is van lehetőség: így koffeinport kapunk.

3 | 1 | 2 A koffein mennyiségének meghatározása

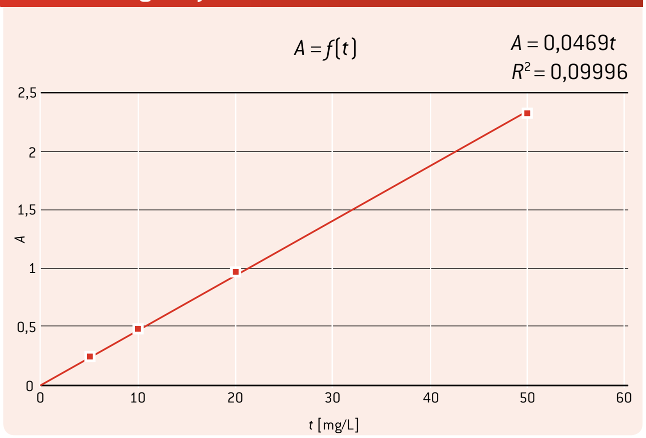
Az analízishez a Beer-Lambert-törvényt lehet segítségül hívni.

- A tanulók a vizes koffeinoldat és energiaitalok spektrumának meghatározásával megállapíthatják az elnyelődés mértékét. Olyan oldatot kell készíteniük, amelynek koffeinkoncentrációja közel azonos a gyártó által feltüntetett mennyiséggel. Az elnyelés telítettsége miatt hígítani kell az oldatot. Célszerű 271 nm-es hullámhosszal dolgozniuk, mivel ezen a hullámhosszon abszorpciós csúcs tapasztalható.

9. ÁBRA A koffein abszorpciós spektruma

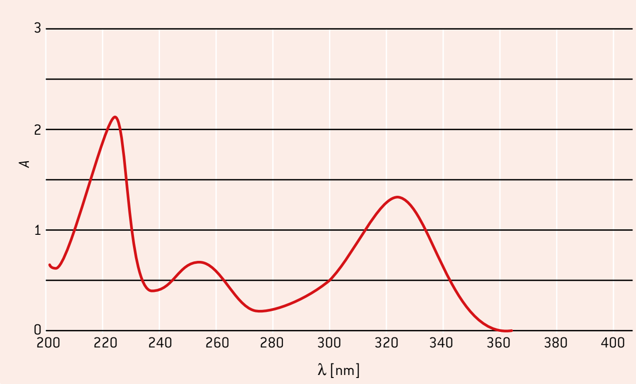


10. ÁBRA A koffeinkoncentrációval összefüggő abszorpció kalibrációs görbéje

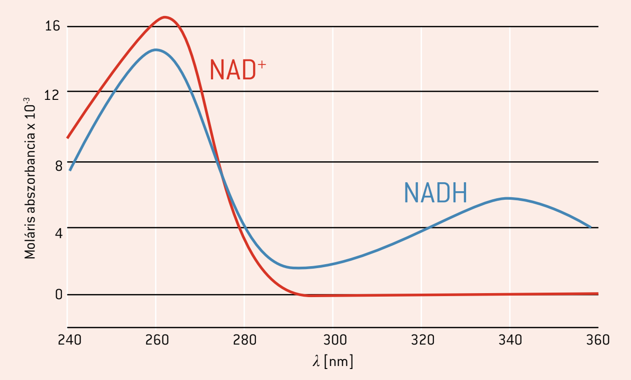


- A koffein különböző vizes oldatainak vizsgálatával kalibrációs görbét készíthetnek, amelyet a választott energiaital 20-szorosára hígított oldatán tesztelhetnek.
- Ezzel a módszerrel megállapítható, hogy az energiaital a gyártó által feltüntetett 320 mg/l-nél 17 %-kal több koffeint (373 mg/l) tartalmaz. Természetesen a gyártó nem hamisíthatta meg az értékeket, hiszen belső és külső minőség-ellenőrzési eljárásokat kell betartania. Azonban a kromatográfia által kimutatott második vegyület (a B6- és/vagy B3-vitamin), amelynek elnyelődése szintén az UV-tartományba esik, hatással lehet a kalibrációs görbére.

11. ÁBRA A B6-vitamin abszorpciós spektruma



12. ÁBRA A B3-vitamin abszorpciós spektruma [1]



Jobb kalibrációs görbe eléréséhez:

- A tanulók létrehozhatják a B6- és/vagy a B3-vitamin elnyelési spektrumát, hogy megállapítsák, nagy-e az abszorpciójuk a korábban kiválasztott hullámhosszon. Az eredmény alapján dönthetnek úgy, hogy más hullámhosszt választanak. Miután megállapították a B6- és B3-vitamin spektrumát, kiválaszthatnak egy olyan hullámhosszt, amelyen az abszorpció alacsony (például 240 és 250 nm között).
- Szintén érdekes lehet arra motiválni a tanulókat, hogy találjanak más elemzési módszert (pl. HPLC) egy laboratóriumban; ezzel még pontosabb eredményt kaphatnak.

3 | 2 Az izotóniás italok és a víz agytevékenységre gyakorolt hatásának mérése

Testünk megfelelő működéséhez vízre, cukorra és ásványi anyagokra van szükség. Ezt jól demonstrálja egy videó az 1984-es olimpiai maratonfutásról, amelyen Gabriela Andersen-Schiess látható, aki megfeledkezett a vízutánpótlásról az utolsó állomásnál. Erről számos videó található az interneten.

13. ÁBRA Táblázatos példa szám–szimbólum helyettesítési tesztre

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<	∩	Δ	X	⊣	⊥	∧	O	=

2	1	5	4	7	6	9	3	8	4
∩	<								
6	**3**	**1**	**2**	**6**	**7**	**3**	**9**	**2**	**4**

Miközben az izotóniás italok és a víz agytevékenységre gyakorolt hatását mérjük, különféle módszereket dolgozunk ki, vizsgálatot tervezünk és elgondolkodunk az objektivitásról, az érvényességről és a megbízhatóságról.

Biológia:
A tanulók minden korosztályban kezdjék azzal, hogy összefoglalják, mit tudnak a témáról. A 13 évnél idősebb tanulók folytathatják a különféle agytevékenységekkel kapcsolatos kutatások megismerésével (szenzorok, modális és intermodális tevékenységek stb.), valamint a víz és az izotóniás italok hatásának felkutatásával. Az eredményeket posztereken mutathatják be, mielőtt elkezdenek gondolkozni a fent említett hatás méréséről.

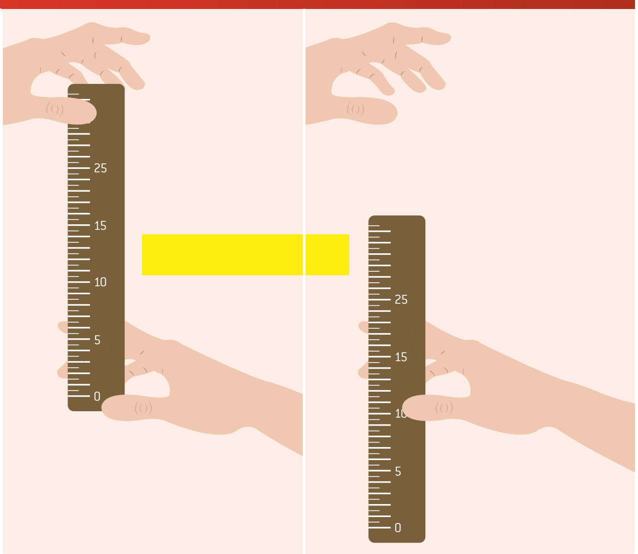
A következő módszerek közül választhatnak:
[A] Szám–szimbólum teszt (számos IQ-teszt része) – 13 évnél idősebb tanulók számára ajánlott
Ez a teszt, amely szám–szimbólum tesztként is ismert, segít megállapítani, hogy a vizsgált személy normálisan működő intermodális funkciókkal rendelkezik-e.

Egy papíron számok listája látható (pl. 1-től 9-ig). Minden számhoz tartozik egy szimbólum (pl. - / & / 0). A lista alatt egy táblázat szerepel véletlen sorrendbe rendezett számokkal. Az alanynak a lehető leggyorsabban a számok alá kell írnia a hozzájuk tartozó szimbólumokat.

A tesztcsoport egyik tanulója például 90 másodpercet kaphat a teszt kitöltésére. Félidőben (45 másodperc után) szünetet kell tartania. Később ellenőrizhetjük, hogy a tanuló gyorsabban tudja-e összetársítani a számokat a szimbólumokkal. Ezt az agytevékenységet tanulásnak nevezzük.

Öt perccel később megkérhetjük, hogy írja le a számokhoz társított szimbólumokat, így ellenőrizhető, hány szám–szimbólum párra emlékszik. Ezt az agytevékenységet hosszú távú memóriának nevezzük.

14. ÁBRA Vonalzóteszt



[B] Vonalzóteszt (minden korosztálynak ajánlott)
A vizsgálatvezető egy vonalzót ejt le a tesztalany hüvelykujja és mutatóujja között, akinek olyan gyorsan kell elkapnia a vonalzót, amilyen gyorsan csak tudja. A tanulók megbeszélhetik egymás között, mi a vonalzó ideális kiinduló pozíciója. Könnyen megállapítható, milyen magasról kell leesnie a vonalzónak ahhoz, hogy az alany el tudja kapni.

A kísérlethez meg kell találni a legmegfelelőbb „elrendezést". Például egy olyan kontrollalanyt is be kell vonni, aki semmilyen italt nem fogyasztott. Ez kontrollcsoportos kísérlet, ami azt jelenti, hogy egyszerre két véletlenszerűen kiválasztott csoportot, azaz egy kontroll- és egy kísérleti csoportot hasonlítunk össze. Az ilyen elrendezés révén két csoport agyműködése úgy hasonlítható össze, hogy az izotóniás ital fogyasztásán és a vízfogyasztáson kívül nincs egyéb tényező, ami befolyásolná vagy megzavarná a kísérletet. A tanulók további tesztek során megmérhetik és összehasonlíthatják a különféle italtípusok hatását.

Matematika:
[az A. teszthez] > A 13 évnél idősebb tanulók összegyűjtik és elemzik az adatokat, és ismertetik a megállapításaikat.

[a B. teszthez] A tanulóknak ki kell számolniuk (fejben), hány centimétert esik a vonalzó, ha az alany hüvelykujja nem 0 cm-nél van a vonalzón. A kisebbeknek egyszerű eredményeket kell összehasonlítaniuk, az idősebbeknek pedig olyan számításokat kell elvégezniük, amelyek figyelembe veszik a mérési bizonytalanságokat, majd ki kell számítaniuk a mérések átlagát.

Fizika:
[a B. teszthez] A 13 évnél idősebb tanulók a *h* magasság mért értéke alapján kiszámolják, mennyi ideig zuhant a vonalzó.

$$E_{kin(1)} + E_{pot(1)} = E_{kin(2)} + E_{pot(2)}$$

$$E_{kin(1)} + 0 = 0 + E_{pot(2)}$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot h \qquad |:m$$

$$\frac{1}{2} \cdot v^2 = g \cdot h$$

ahol $v = g \cdot t$, mivel $v = a \cdot t$ és $a = g$

$$\frac{1}{2} \cdot a^2 \cdot t^2 = g \cdot h \qquad \left| \frac{2}{g^2} \right.$$

$$t^2 = 2 \cdot \frac{h}{g} \qquad |\sqrt{}$$

$$t = \sqrt{2 \cdot \frac{h}{g}}$$

a: gyorsulás $[\frac{m}{s^2}]$
h: magasság [m]
g: nehézségi gyorsulás, $g = 9{,}81 \frac{m}{s^2}$
t: idő [s]
v: sebesség $[\frac{m}{s}]$

4 | KÖVETKEZTETÉS

A projekt egyéni igényekhez igazítható, és jól alkalmazható 8–18 év közötti tanulók körében. A projekt célja, hogy a tanulók elsajátítsák az agytevékenység mérésének módját, valamint azt, hogyan optimalizálható egy módszer úgy, hogy a lehető legkevesebb számítással, számlálással stb. eredményt érjünk el. A tanulók a kísérleti elrendezés rendszerét is megismerik, és alkalmazhatják a biológia, matematika és fizika terén elsajátított STEM-szempontokat.

5 | EGYÜTTMŰKÖDÉSI LEHETŐSÉGEK

Célszerű a projektre iskolákon átívelő, illetve nemzetközi projektként tekinteni. Ha nem áll rendelkezésre a szükséges technikai háttér a kémiafeladathoz az iskolában, felvehetjük a kapcsolatot a közeli iskolákkal, hogy a kísérleteket közös projekt keretében végezzük el. A tanulók megvitathatják vizsgálataikat és módszereiket a többiekkel a közös munka során. Ez sokkal célravezetőbb, mint az eredmények egyéni munkával történő lejegyzése. A csapatmunka és az eredmények ismertetése a többiekkel további motivációra és ismeretszerzésre ösztönöz, és kétnyelvű oktatási/tanulási módszer bevonását teszi lehetővé a STEM-projektek terén.

Összehasonlíthatjuk a különböző országokban forgalmazott italokat, és megvizsgálhatjuk a fogyasztásukkal kapcsolatos vélekedéseket. Továbbá megvitathatjuk a vizsgálatok elrendezését, további ötleteket gyűjthetünk, és két-három iskolával együttműködve még több adathoz juthatunk a hatások elemzéséhez.

Végül pedig a többi iskolával közösen elért eredményeket megoszthatjuk másokkal. További információk a webhelyünkön találhatók. [2]

REFERENCIÁK

[1] Forrás: Cronholm144 (saját munka) [nyilvános domain], forrás: Wikimedia Commons https://en.wikipedia.org/wiki/Nicotinamide_adenine_dinucleotide#/media/File:NADNADH.svg (08/03/2016)
[2] www.science-on-stage.de/iStage3_materials

ANDREAS MEIER · CORINA TOMA

EL A KEZEKKEL

biomechanika, mozgás, gyorsulás, energia, teljesítmény, reakcióidő, felület

fizika, biológia, matematika, sportok

10–18 év
Ezt a tanegységet különböző korú tanulókkal lehet használni, elsősorban az általános iskola felső tagozatában és középiskolában. A tanegység egyes részei alsó tagozatban is felhasználhatók. Minden rész különféle szintekhez igazítható.

1 | ÖSSZEFOGLALÓ

A tanegység olyan tevékenységeket tárgyal, melynek során a játékosok kézzel és karral érintik meg a labdát a futballmérkőzés során. Az anyag három szakaszra van felosztva:

1. A játékosok jellemző mozdulatai
2. A test felületének felnagyítása
3. A játékosok reakcióideje

A tanegység célja emellett, hogy a tanulókat új megfigyelési módszerek kidolgozására ösztönözze.

2 | ELMÉLETI BEVEZETŐ

A futball nagy igénybevételt jelentő, dinamikus sportág. Intenzitása sokat nőtt az elmúlt évtizedekben. A kitartás, a sebesség és a jó reflexek tipikus futballkészségek, melyeket minden játékosnak koordináltan kell használnia a normál mérkőzések, sőt manapság már az edzések során is. A játékosnak a karjára és a kezére is szüksége van, hogy jobban teljesítsen, gyorsabban fusson vagy magasabbra ugorjon. Emiatt előfordulhat, hogy a játékos a mérkőzésen – akár véletlenül, akár szándékosan – kézzel ér a labdához.

Rövid bevezetőként tekintsünk át néhány fontos tényt az emberi kéz és a futball közötti kapcsolatról. Elsőként vessünk egy pillantást a FIFA 12. szabályára [1], amely úgy fogalmaz, hogy „a labda kézzel való érintésének tekintendő, ha a játékos szándékosan kézzel vagy karral ér a labdához.” A játékosoknak így normál esetben tilos kézzel érni a labdához. Kivételt jelentenek ez alól az úgynevezett „természetes kéztartások”.

Végső soron mindig a bíró dönti el, hogy a labdaérintés „természetes” volt-e vagy sem (azaz szándékos volt-e). Aki már látott futballmérkőzést – akár élőben, akár televízión –, jól tudja, hogy az ilyen döntések gyakran élénk vitához vezetnek. A kezezéssel kapcsolatos döntés néha az egész mérkőzés kimenetelére hatással van. A labda kézzel való érintésének legismertebb esete kétségtelenül Diego Maradona „Isten keze” néven elhíresült gólja az 1986-os mexikói FIFA világbajnokság negyeddöntőjében, ahol Anglia játszott Argentína ellen, és az utóbbi végül meg is nyerte a világbajnokságot [2]. Írország és Franciaország 2009-es selejtezőjében Thierry Henry szintén kézzel szerzett vezetést a francia csapatnak. A mérkőzés 5 millió eurót hozott ír labdarúgó-szövetség (FAI) számára a FIFA pénztárából [3], [4].

Ez a két példa is jól szemlélteti, hogy a kéz és a kar fontos szerepet játszhat a futballmérkőzéseken. A példák felhasználásával arra motiválhatjuk a tanulókat, hogy közelebbről is megvizsgálják a kéz használatát a futballban.

2 | 1 Mozgás

Ahogy már említettük, a dinamika fontos szerepet játszik a labdarúgásban. Első lépésként vizsgáljuk meg a játékosok mozgását ergonómiai szempontból. Két jellemző mozgástípusra szeretnénk fókuszálni, amelyeket a játékosoknak megfelelően kell koordinálniuk a mérkőzés során: a futásra és az ugrásra.

A megfigyeléseket könnyen rögzíthetjük olyan mérőeszközökkel, mint a mérőszalag és a stopperóra. Ha a tanulók digitális fényképezőt, okostelefont vagy videoanalízist is használnak, akkor az eredmények alapján további vizsgálatok is végezhetők a mozgással, a gyorsulással, az erőkkel, az energiával és a teljesítménnyel kapcsolatban.

A gyorsabb mozgáshoz és a magasabb ugrásokhoz a kezünket kell használnunk. Ez azért van így, mert a karok ingamozgása csökkenti a csípő mozgását és a vállmozgás nagyságát, így ellensúlyozza a test perdületváltozását, amely a lábmozgásból ered. Ezzel szemben, ha valaki úgy fut, hogy karját a testéhez közel vagy a háta mögött tartja, lassabban tud futni. [5] Ez bemutatható úgy, ha összehasonlítjuk, mennyi időbe telik ugyanazt a távolságot lefutni különböző karmozgásokkal (lásd: **1. ÁBRA** [6]).

1. ÁBRA Futás különböző irányokba (távolság s = 20 m)

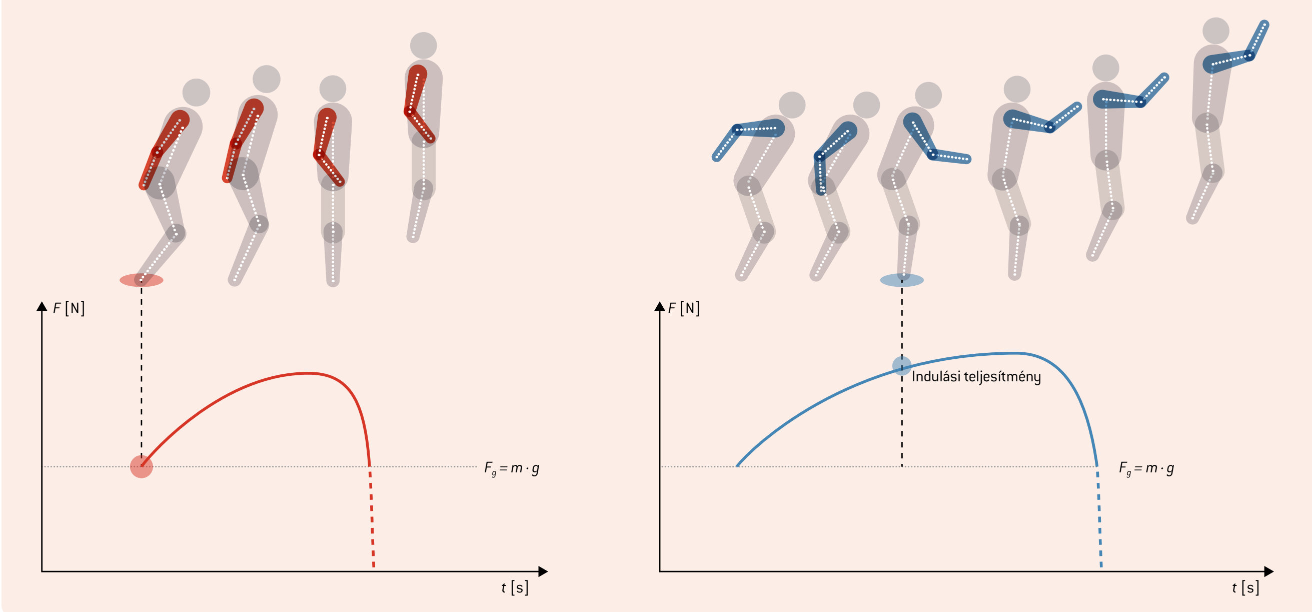
	normál mozgás idő [s]	egyenes kar idő [s]	hát mögött tartott kar idő [s]
Fiú	3,12	4,03	4,03
Lány	4,07	5,03	4,18

Az „indítási teljesítmény” biomechanikai fogalma magyarázza, hogy miért tudunk magasabbra ugrani, ha karlendítéssel extra lendületre teszünk szert. A különféle típusú ugrások magasságának mérésével és összehasonlításával (test mellett leszorított kar, kar a hát mögött, karlendítés) a tanulók megvizsgálhatják a karlendítés hatását (lásd: **2. ÁBRA**).

A különböző magasságok megmérését követően kiszámíthatják az elért magasságok közötti különbséget. Az energianyereség a következőképpen számítható ki:

$$\Delta E_{pot} = m \cdot g \cdot \Delta h\,.$$

2. ÁBRA Erők a különféle ugrási irányok szerint



ΔE_{pot}: szerzett potenciális energia mennyisége [J]
m: az ugrást végző tanuló testtömege [kg]
g: nehézségi gyorsulás; $g = 9{,}81\,\frac{m}{s^2}$
Δh: az ugrások magasságai közötti különbség [m]

A gyorsulás mérésével (pl. az okostelefon szenzorának használatával) a tanulók összehasonlíthatják a maximális erőket és megtalálhatják az összefüggést a mozgás és a gyorsulási diagram között. Videoelemzéssel a következő módon kiszámíthatják a különféle ugrástípusok átlagos teljesítményét:

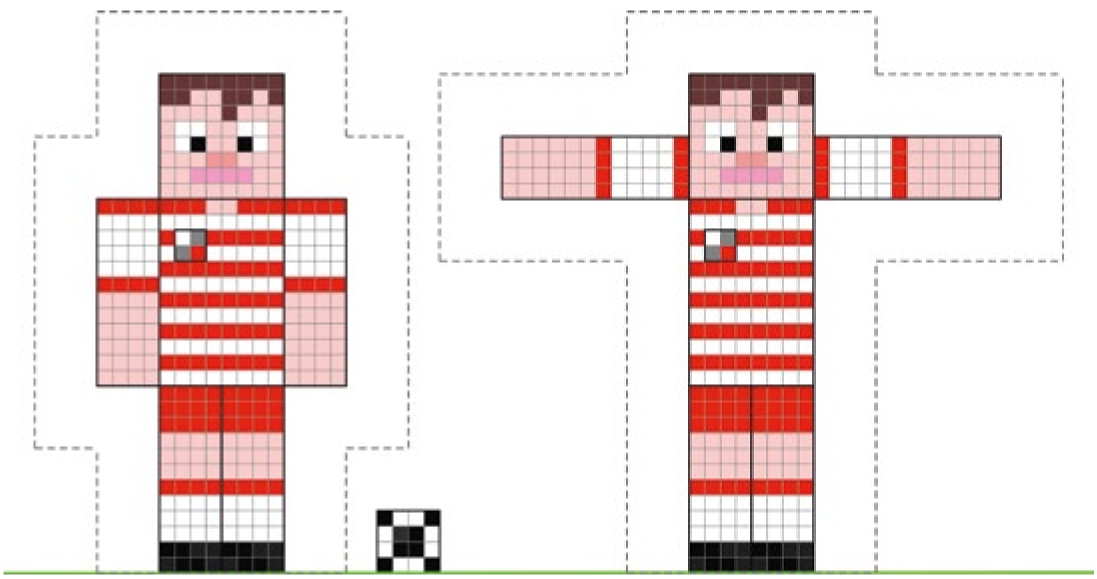
$$\overline{P} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{(m \cdot g \cdot h)}{\Delta t}.$$

$\overline{P}$: átlagos teljesítmény [W]
W: munkavégzés a potenciális energia növelésével [J]
m: az ugrást végző tanuló testtömege [kg]
g: nehézségi gyorsulás; $g = 9{,}81\,\frac{m}{s^2}$
h: az ugrás magassága [m]
Δt: a lábak kinyújtásához szükséges idő [s] (a mozgás legalacsonyabb pontjától kezdve a talajtól való elrugaszkodás pillanatáig)

2 | 2 A játékos testének felülete

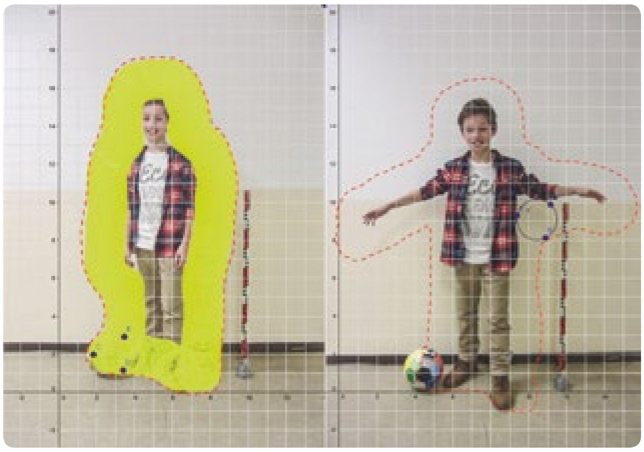
A kar kinyújtásával megnövelhető a játékos testfelülete, amely ütközhet a labdával. A játékos így hatékonyabban meg tudja akadályozni a passzolást, illetve előnyt szerezhet saját csapatának. A növekedés százalékos mértéke matematikai módszerekkel becsülhető meg.

3. ÁBRA Játékosok sziluettjei – a növekedés kb. a felület 17 %-a



Az első lépésben az emberi test alakja könnyen szimulálható a Minecraft játék figuráinak textúrájával (a legtöbb tanuló jól ismeri ezt a játékot).[7] A tanulók akár egyedi megjelenésűvé is tehetik a játékosaikat (lásd: **3. ÁBRA**).

Mivel a szimulált test csak téglalapokból áll, könnyen kiszámítható az a testfelület, amely ütközhet a labdával. Ezután összehasonlíthatók a különböző felületek értékei, a különbség pedig százalékosan fejezhető ki.



4. ÁBRA A testfelület méretének megbecslése a GeoGebra használatával

Kissé összetettebb megoldásként ugyanez a tanulókról készült fényképek elemzésével is elvégezhető. A tanulók a GeoGebra[8] használatával próbálhatják megbecsülni a testfelületük méretét, amely ütközhet a labdával (lásd: **4. ÁBRA**). Így a tanulók akár arra is ösztönözhetők, hogy integrálszámítás használatával dolgozzanak ki numerikus integrálási módszereket.

2|3 Reakcióidő

A labda kézzel való érintésének elkerülése érdekében a kezét természetes pozícióban tartó játékosnak reagálnia kell a többi játékos labdával végzett mozdulataira és a labda röppályájára. Ez a reakció számos paramétertől függ, például a játékos és a labda közötti távolságtól, a labda sebességétől és a játékos reakcióidejétől. A játékos reakcióideje egy nagyon egyszerű kísérlettel számítható ki. A tanulóknak csupán egy leejtett vonalzó által megtett távolságot kell megmérniük.

A kísérletet akár az általános iskola alsó tagozatában is elvégezhetik a tanulók, a kísérleti adatok kiértékeléséhez táblázatot használva (lásd: **9. ÁBRA**). A kísérlet számítással is elvégezhető, a szabadesés törvényeinek alkalmazásával (lineáris gyorsulás) – lásd még a „Víz és teljesítmény” c. részt a 30. oldalon.

$$s = \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

$$t = \sqrt{\left(\frac{(2 \cdot h)}{g}\right)}$$

t: reakcióidő [s]
h: megtett távolság [m]
g: nehézségi gyorsulás; $g = 9{,}81 \frac{m}{s^2}$

3|A TANULÓK TEVÉKENYSÉGE

Minden kísérlet különleges műszaki berendezések használata nélkül is elvégezhető. A videoanalízis vagy az okostelefonok használatáról lásd az iStage 2 kiadványt[9].

Az alapvető képletekre – például a téglalap területének kiszámítására vagy az eredmények százalékban való kifejezésére – itt nem térünk ki.

3|1 Mozgás

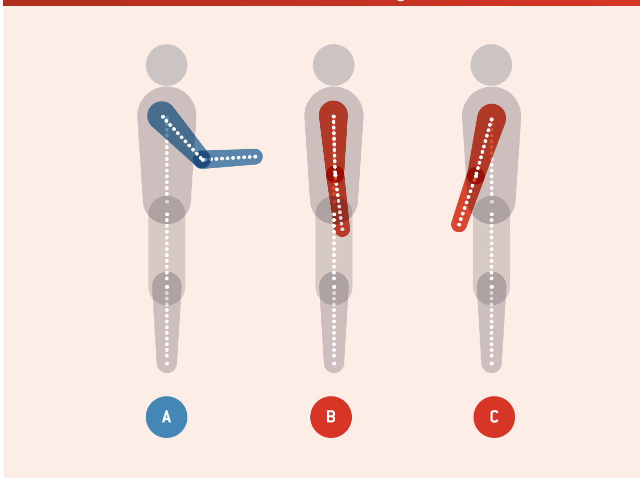
3|1|1 Hogyan fussunk gyorsan

Szükséges eszközök: mérőszalag, stopperórák, jelölőeszközök

Részletesebb elemzéshez: digitális fényképezőgép vagy okostelefon, videoelemző szoftver (pl. Tracker[10])

- Jelöljük ki a futópályát (hossz: 15–20 m) jól látható start- és célvonallal. A kezdőpont legyen kis távolságra (kb. 5 méterre) a startvonal előtt.
- Jegyezzük fel a táv lefutásához szükséges időket a következő különféle kéz- és karpozíciók használatával: A) normál mozgás, B) egyenesen lefelé tartott kar, C) hát mögött tartott kar (lásd: **5. ÁBRA**). A futók repülőrajttal induljanak.

5. ÁBRA A kar és a kéz különböző helyzetei



- Ismételjük meg a különféle típusú futások mérését egyenként háromszor (egy tanulóval). További adatok rögzítéséhez futtassunk egyszerre két vagy három tanulót.
- Elemezzük és hasonlítsuk össze a mért időket (az egyes futástípusok átlagos idejének kiszámítását követően). Gyorsabban mozgunk, ha a szokásos módon használjuk a kezünket? (lásd: **1.ÁBRA**)

További tevékenységek:

- Készítsünk videofelvételt a különböző futásokról. A videofelvétel időkódolásával mérhetjük a futás idejét.
- Használjunk rögzített kamerát a videoelemző szoftverekben való felhasználáshoz. A szoftver automatikusan kiszámítja a felvételen szereplő tanuló sebességét és gyorsulását.

- Becsüljük meg az energiaveszteséget, ha a kéz használata nélkül futunk (B és C mozgások). Számítsuk ki a háromféle mozgás átlagsebességét és mozgási energiáját a következőképpen:

  $E_{kin} = \frac{1}{2} m \cdot \bar{v}^2$.

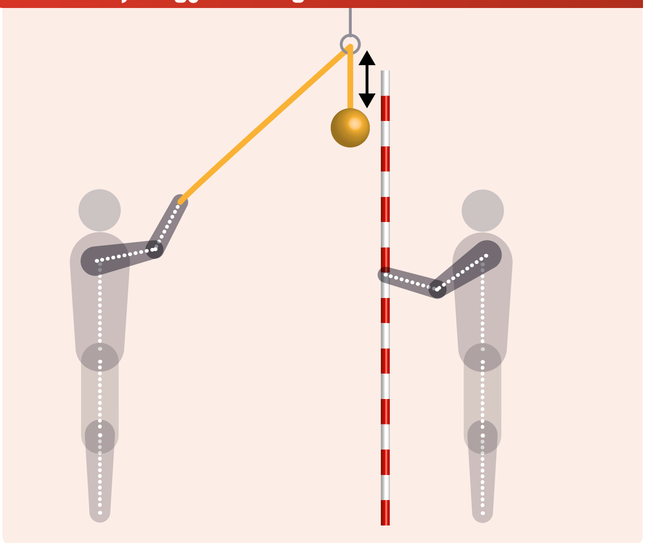
  E_{kin}: mozgási energia [J]
  m: a tanuló testtömege [kg]
  $\bar{v}$: átlagos sebesség [$\frac{m}{s}$]
- Elemezzünk további mozgástípusokat a futballra jellemző három kéztartáshoz, pl. az irányváltáshoz, az induláshoz stb.

3|1|2 Hogyan ugorjunk magasra

Szükséges eszközök: madzag (vagy kötél), puha labda (vagy bármilyen más tárgy, amivel lehet fejelni), mérőrúd

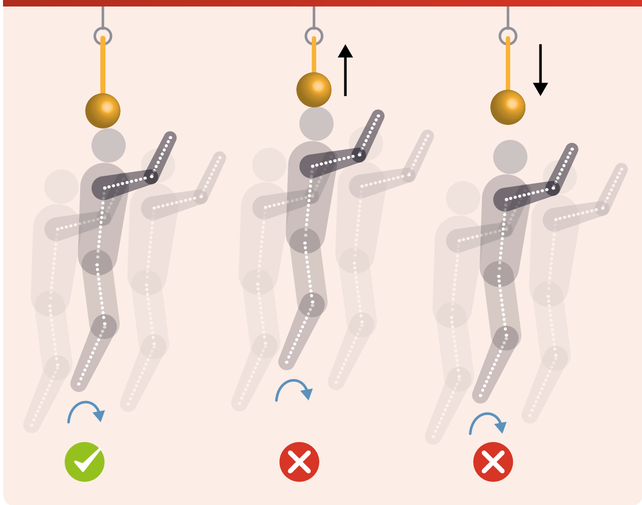
Részletesebb elemzéshez: digitális fényképezőgép vagy okostelefon, videoelemző szoftver (pl. Tracker [10])

6. ÁBRA Fejelésgyakorló inga



- Készítsünk egyszerű fejelésgyakorló ingát (madzag, puha labda) (lásd: **6. ÁBRA**).
  Ügyeljünk arra, hogy az inga magassága könnyen állítható legyen.
- Mérjük meg az ugrások magasságát a következő kéztartásokkal: A) egyenesen leszorított kar, B) hát mögött tartott kar, C) karlendítés (normál mozgás). A labda magasságát úgy állítsuk be, hogy a tanuló ne tudja megérinteni azt a fejével, amikor alatta áll.
  1. A tanuló álljon közvetlenül a labda alá.
  2. Ezután ugorjon fel és próbáljon a labdába fejelni.
  3. Ha majdnem eléri a labdát a fejével, mérjük meg a távolságot a labda alja és a talaj között. Ha bele tud fejelni a labdába, állítsuk magasabbra az ingát és ismételtessük meg az ugrást. Ha nem éri el a labdát, állítsuk alacsonyabbra az ingát és ismételtessük meg az ugrást (lásd: **7. ÁBRA**).

7. ÁBRA A fejelésgyakorló inga beállítása



Az ugrást guggoló testhelyzetből kell indítani. Minden ugrás ugyanabból a pozícióból induljon.

- Elemezzük és hasonlítsuk össze az ugrások mért magasságát. Magasabb lesz az ugrás a kar lendítésével és felemelésével? [6]

További tevékenységek:

- Mérjük meg a testmagasságunkat (lábujjhegyen állva). Számítsuk ki a testünk által ugrás közben megtermelt energiát a *2.1 Mozgás* c. részben található képlettel.
- Használjunk rögzített kamerát a videoelemző szoftverekben való felhasználáshoz. Így nincs szükség ingára. A videón legyen méretskála is, hogy könnyen azonosítható legyen rajta a magasság értéke. Az ugrás időtartama is megbecsülhető (csípő legalacsonyabb pontja – a talajtól elváló lábujjak). Így megbecsülhető a test által ugráskor megtermelt energia a *2.1 Mozgás* c. részben leírt képlettel.
- Használjuk az okostelefon gyorsulásmérőjét. Rögzítsük valahová a váll közelébe [6], hogy megmérhessük a kar mozgásából eredő extra gyorsulást az ugrás során (lásd: **8. ÁBRA**). Az okostelefont a nadrágzsebbe is tehetjük, hogy megmérjük vele a tömegközéppontunk teljes gyorsulását. Milyen eredmények várhatók?
- Elemezzük az ugrás közben elért gyorsulás tartományát. Próbáljuk azonosítani az ugrás közben felvett különféle testhelyzeteket.

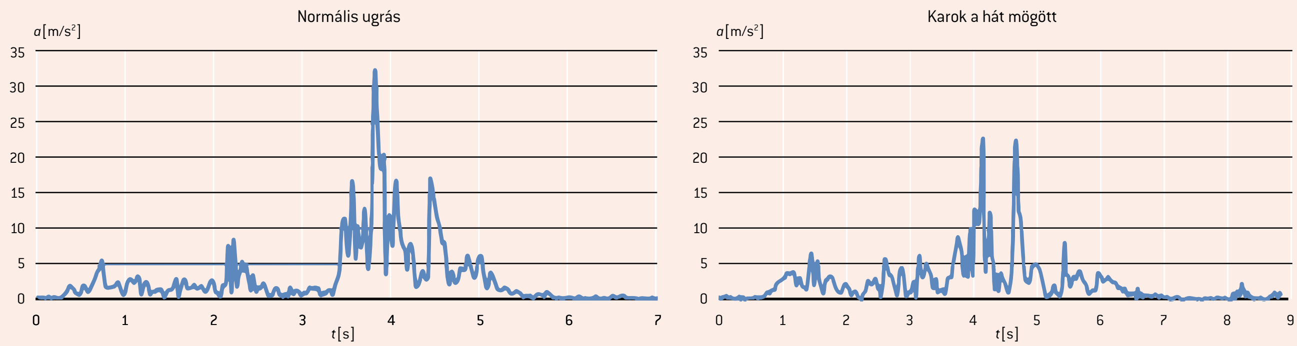
3|2 A játékos testének felülete

Szükséges eszközök: milliméterpapír, ceruza, vonalzó

Részletesebb elemzéshez: digitális fényképezőgép vagy okostelefon, GeoGebra [8]

- Egy Minecraft-textúra használatával rajzoljuk meg egy játékos testének formáját. (Használhatunk textúraszerkesztőt is, például a nova skin programot [7].) Rajzoljunk egy másik játé-

8. ÁBRA Ugrási gyorsulás az Accelerometer Analyzer [11] okostelefonos alkalmazással mérve



kost is vízszintesen széttárt karokkal. Egészítsük ki az egyes rajzokat egy-egy labdával, majd jelöljük be azt a felületet, ahol a labda és a játékos teste ütközhet (lásd: **3. ÁBRA**).

- Számítsuk ki a felület méretét. Melyik játékos teste ütközhet a labdával nagyobb felületen? Hasonlítsuk össze a két felület méretét, és fejezzük ki a különbséget százalékban.

További tevékenységek:

- Készítsünk fényképet magunkról úgy, hogy a kezünket szorosan a test mellett tartjuk, valamint a karok természetes pozíciójában is. Próbáljuk utánozni a focisták néhány jellemző mozdulatát. A képen szerepeljen méretskála és egy focilabda is.
- Importáljuk a képeket a GeoGebra programba, és próbáljuk megbecsülni, milyen méretű testfelület ütközhet a labdával. Adjunk a képhez egy kört (labda), majd válasszuk a helyi menü *Show Trace* (Nyomvonal mutatása) parancsát. A test letapogatását követően adjunk hozzá egy körvonalat a *Pen* (Toll) eszközzel (lásd: **4. ÁBRA**). Próbáljunk ki más módszereket is a felület méretének megbecslésére. Hogyan lehetne optimalizálni a módszer(eke)t?

3 | 3 Reakcióidő

Szükséges eszköz: vonalzó (30 cm)

Részletesebb elemzéshez: digitális fényképezőgép vagy okostelefon

- Az osztályt osszuk párokra. A párokban az egyik tanuló a vonalzót tartja, a másik pedig a 0 cm-es jelölés közelében tartja az ujjait.
- Az első tanuló elengedi a vonalzót, a másik pedig a lehető leggyorsabban megpróbálja elkapni. A vonalzóról azonnal leolvasható, mennyit zuhant.
- Ezután a **9. ÁBRA** alapján megállapíthatjuk a reakcióidőt.

9. ÁBRA Reakcióidő

h [cm]	t [s]	h [cm]	t [s]	h [cm]	t [s]
1	0,045	11	0,150	21	0,207
2	0,064	12	0,156	22	0,212
3	0,078	13	0,163	23	0,217
4	0,090	14	0,169	24	0,221
5	0,101	15	0,175	25	0,226
6	0,111	16	0,181	26	0,230
7	0,119	17	0,186	27	0,235
8	0,128	18	0,192	28	0,239
9	0,135	19	0,197	29	0,243
10	0,143	20	0,202	30	0,247

További tevékenységek:

- Számítsuk ki a reakcióidőnket a *2.3 Reakcióidő* c. részben található képlettel.
- A fiatalabb tanulóknak készítsünk táblázatot, amelyről megállapíthatják a kísérletben mért reakcióidőt.
- Tervezzünk olyan kísérletet, amellyel digitális eszközökkel mérhető a reakcióidő.

4 | KÖVETKEZTETÉS

Ez a tanegység azt mutatja be, hogy a kéz és a kar használata (még ha a játékos nem is ér kézzel a labdához) kulcsfontosságú a teljesítmény szempontjából. Ugyanakkor növeli a szabálytalanság kockázatát.

Tudomásunk szerint ez az első olyan kísérlet, amely a labda kézzel érintésének különféle aspektusait vizsgálja a labdarúgásban. Emiatt csak néhány ötlettel szolgál a témakör tanulmányozásához.

Emellett a következő fontos témaköröket is lehet érinteni:

- A test védelme (pl. szabadrúgásnál): A játékosok nem védhetik kézzel a testüket (pl. az arcukat) a lövések ellen. A tanulók kiszámítják a labda erejét, amikor az ütközik a játékos testével.

- Reakcióidő és kézmozgások: Hogyan lehet a kezet leggyorsabban a test közelébe vinni? A tanulók megmérik, mennyi időbe telik, amíg a kinyújtott kéz eléri a testet, és milyen pályán történik a mozgás.
- A kéz használata a kapus szempontjából: Mi a legjobb módszer a kéz/kar mozgatására vagy kinyújtására, ha a gól megakadályozása a cél?

5 | EGYÜTTMŰKÖDÉSI LEHETŐSÉGEK

Az eredmények és az ötletek meg is oszthatók:

- Töltsük fel a fájlokat/eredményeket egy webhelyre vagy online platformra. A feltöltött adatokat más tanulók is használhatják. [6]
- Meséljünk a barátainknak az iStage 3-ról focizás közben.

REFERENCIÁK

[1] FIFA: Játékszabályok 2015/2016 www.fifa.com/mm/Document/FootballDevelopment/Refereeing/02/36/01/11/LawsofthegamewebEN_Neutral.pdf (p. 121)

[2] Argentína – Anglia (1986 FIFA Világbajnokság) https://en.wikipedia.org/wiki/Argentina_v_England_%281986_FIFA_World_Cup%29 (08/03/2016)

[3] 2009, Írország – Franciaország mérkőzések https://en.wikipedia.org/wiki/2009_Republic_of_Ireland_v_France_football_matches (08/03/2016)

[4] Eamon Dunphy: Maffiamódszereket idéz a FAI-nak juttatott FIFA-pénz www.independent.ie/sport/soccer/international-soccer/eamon-dunphy-the-fifa-payment-to-the-fai-was-like-something-from-the-sopranos-31279282.html; közzétéve: 2015.06.04

[5] Christopher J. Arellano, Rodger Kram: „A futás anyagcsere-költsége: Megéri a karlengetés?" http://jeb.biologists.org/content/217/14/2456.abstract

[6] A www.science-on-stage.de/iStage3_materials címen videók is találhatók a tevékenységekhez, valamint az eredmények is megoszthatók itt.

[7] http://minecraft.novaskin.me/

[8] www.geogebra.org

[9] iStage 2 – Okostelefonok a természettudományos oktatásban; www.science-on-stage.de/iStage2_publication_EN

[10] www.physlets.org/tracker

[11] https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lul.accelerometer (2016.04.27)

LABDA

Most pedig térjünk rá a futball legfontosabb elemére: a labdára! A játék a labdáról szól. Ha valaki tudja, hogyan kezelje (vagy „lábalja”?) ezt a látszólag egyszerű eszközt, jelentősen nőnek a nyerési esélyei. A tudomány sokat elárul ennek a gömbölyű szilárd testnek a viselkedéséről. De valóban gömbölyű? És valóban szilárd? Természetesen egyes esetekben közelítéseket kell alkalmaznunk, de miután ezt megtettük, sok mindent megjósolhatunk egyszerűen az iskolában szerzett tudásunk alapján.

Résztvevőink három tanegységet dolgoztak ki, melyek mindegyike a labda fizikájának más és más területére vet fényt.

A mérkőzés előtt a labdát fel kell fújni. A „Nyomás alatt” című tanegységben a tanulók megismerkednek a levegő tömegével, és egyszerű háztartási eszközökkel meg is mérhetik a levegő súlyát. A labdában lévő levegő megváltoztatja a nyomást, ami hatással van a labda pattanási tulajdonságaira. A labdában lévő nyomás módosítja az ütközési együtthatót, vagyis azt, hogy milyen magasra pattan a labda. Mindezt megérthetjük, ha a levegőt ideális gáznak tekintjük, amely körülbelül húsz százalék oxigénből és nyolcvan százalék nitrogénből áll. A gáztörvények igazán hasznosak!

A következő tanegységben belevetjük magunkat a mérkőzés izgalmaiba. A kapus kívánsága, hogy „Maradjon a levegőben!”, hiszen tisztában van azzal, hogy a labda iránya és sebessége jelentősen megváltozhat, ha a labda a földre pattan. Ennek megértéséhez a klasszikus mechanikát hívjuk segítségül. Egy földről felpattanó, forgó labda mozgásának elemzésével a tanulók megértik, hogyan vezethet a forgási kinetikus energia transzlációs mozgás energiájává való átalakulása ahhoz a különös jelenséghez, amikor a labda a földre pattanva jelentősen felgyorsul. A klasszikus mechanika segít megérteni a labda irányváltoztatását is.

Az irányváltoztatáshoz ennek a látszólag egyszerű gömbnek még csak le sem kell pattannia a földre. A labda és az őt körülvevő levegő kölcsönhatása is elegendő az úgynevezett csavart lövésekhez. A „Csavaros fizika” című tanegység a labda aerodinamikájával foglalkozik. Ahogy Daniel Bernoulli munkájából tudjuk, a levegő gyorsabb mozgása a nyomás csökkenéséhez vezet. A súrlódás miatt a forgó labda két oldalán eltérő lesz a levegő áramlási sebessége. Az ebből eredő nyomáskülönbség pedig meglepő módon képes megváltoztatni a labda útját; ez az

úgynevezett Magnus-effektus. A valóságban ezt a hatást nehéz részleteiben megérteni, és a sportszergyártók is rengeteg energiát és időt fordítanak a labda felületének megfelelő kialakítására, hogy biztosítva legyen a megfelelő légáramlás, azaz a légellenállás a sebesség növekedésével párhuzamosan egyenletesen növekedjen. A résztvevőink azonban olyan tanegységet dolgoztak ki, melynek révén – kísérletek és szimulációk használatával – a középiskolások számára is könnyen érthetővé válik ez a viszonylag bonyolult jelenség.

Ez a három tanegység jól példázza, hogyan lehet iskolai szintű fizikával elmagyarázni egy a tanulók érdeklődésére számot tartó tárgy, a labda viselkedését. Köszönet illeti Európa legkiválóbb fizikatanárait, hogy ilyen nagyszerű munkát végeztek!

DR. JÖRG GUTSCHANK
Leibniz Gymnasium | Dortmund International School
A Science on Stage Germany elnöksége
Vezető koordinátor

KIRSTEN BIEDERMANN · ANDERS FLORÉN · PHILIPPE JEANJACQUOT · DIONYSIS KONSTANTINOU · CORINA TOMA

NYOMÁS ALATT

labda, tömeg, mérleg, pumpa, nyomás, ideális gáz, rugalmas ütközés, ütközési együttható

fizika, matematika, IKT

Ezt a tanegységet különböző korú tanulókkal lehet használni, elsősorban az általános iskola felső tagozatában és középiskolában. Minden rész különféle szintekhez igazítható:

1. szint: Általános iskola (9–12 év)
2. szint: Általános iskola (felső tagozat, 12–15 év)
3. szint: Középiskola (15–18 év)

1 | ÖSSZEFOGLALÓ

Vajon mennyire fontos a játék szempontjából a labdában lévő nyomás? Ez a tanegység olyan feladatokat mutat be, amelyek a nyomás vizsgálatával kapcsolatosak. Az első feladat a labdában lévő levegő tömegének mérésével kezdődik, és kiemeli, hogy egyenes arányban áll a belső nyomással. A második feladat azt vizsgálja, milyen összefüggés van az első ütközés vagy pattanás után elért maximális magasság és a labda belsejében lévő nyomás között, emellett bemutatja a talaj felületi jellemzőinek fontosságát.

2 | ELMÉLETI BEVEZETŐ

Célunk, hogy hangsúlyozzuk: a tanulók egyszerű kísérletekkel megmérhetik a labdában lévő levegő tömegét, majd ellenőrizhetik a nyomás és tömeg közötti lineáris összefüggést az ideális gázok törvényének megfelelően. Ezután megvizsgálhatják a nyomás szerepét az ütközés folyamatában, és alkalmazhatják az energiamegmaradás törvényét.

2 | 1 1. rész: A levegő tömege és a nyomás

A feladatok részletes leírása *A tanulók tevékenysége* c. részben található.

1. szint:

Két különböző feladat végezhető el egymástól függetlenül. Az elsőben a levegő tömegével és labdában lévő levegő tömegének mérési módszerével foglalkozunk. Kérdéseket tehetünk fel a tanulóknak, például: „Hogyan határozható meg a labdában lévő levegő tömege?” A tanulók kísérleteket javasolhatnak és végezhetnek el, például mérleget használhatnak a leeresztett és felfújt labda tömegének megmérésére. A második feladatban a tanulóknak a labda térfogatára és olyan módszerekre kell koncentrálniuk, amelyekkel meghatározható a labda térfogata (például egy vödör vízzel).

2. szint:

Mérjük meg a labdában lévő levegő tömegét különböző nyomásértékeken. Találjuk meg az összefüggést a levegő nyomása és tömege között (feltéve, hogy a labda térfogata állandó marad a nyomás növekedésekor). A tanulók grafikonnal hasonlíthatják össze tömeg- és nyomásértékeket. A tanulók a labda térfogatát is megmérhetik. Ezzel a kísérlettel a labdára ható felhajtóerő (levegőben) is meghatározható.

3. szint:

A tanulók ugyanazokat a kísérleteket végezhetik el, mint a második szinten. Összevethetik a labda tömege és a labdában lévő levegő nyomása közötti összefüggést ábrázoló grafikonokat az ideális gázok törvényével, és a grafikon meredeksége alapján kiszámíthatják a levegő különböző paramétereit.

2 | 2 2. rész: A felpattanási magasság és a nyomás

1. szint:

Koncentráljunk a magasságkülönbségekre (alkalmazzunk kvalitatív megközelítést): Ejtsünk le két labdát azonos magasságból, és jegyezzük fel a különböző nyomásértékek közvetlen hatását. Válasszuk ki a módszert és a gyűjteni kívánt adatokat. Ezután gyűjtsük össze az adatokat, majd vitassuk meg a többiekkel a kísérlet után.

2. szint:

Koncentráljunk a magasságkülönbségekre (alkalmazzunk kvalitatív megközelítést): Mérjük meg a maximális magasságot az első visszapattanás után, majd ismételjük meg a kísérletet tízszer. Dokumentáljuk a magasságot, például készítsünk nagy képkockasebességű felvételt az okostelefonunkkal. Tájékozódjunk azokról a véletlenszerű és egyéb tényezőkről, amelyek befolyásolják az eredményeket, és számítsuk ki a labda visszapattanásának átlagmagasságát.

3. szint:

Az adatok elemzéséhez alkalmazzuk a szabadesés matematikai modelljét. A 2. szinttől kezdve az $E_{pot} = m \cdot g \cdot h$ képlettel, valamint a kísérlet elején lejegyzett energiaértékből és az első ütközés után mért értékekből ($h = 1$ m vagy más érték) származó adatokból számítsuk ki az energiaveszteséget. A tanulók egy ütközés idejét és az első ütközés maximális sebességét is kiszámíthatják, majd megpróbálhatják megmérni. Ezenfelül összehasonlíthatják a helyzeti (potenciális) és a mozgási (kinetikus) energia értékét (E_{pot} és E_{kin}), továbbá kiszámíthatják az ütközési együtthatót (lásd: *3.2.1*).

E_{pot}: helyzeti energia [J]
m: a labda tömege [g]
g: nehézségi gyorsulás; $g = 9{,}81\,\frac{m}{s^2} = 9{,}81\,\frac{N}{kg}$
h: a labda által elért magasság [m]

A kísérlet 2. része különféle felületeken, például füvön, parkettán, aszfalton, betonon, vizes füvön, rövidre vágott vagy hosszú füvön és homokos talajon is elvégezhető. A tanulók minden alkalommal elmondhatják feltételezéseiket, megvitathatják azokat a többiekkel, és különféle szinteken elemezhetik a kísérleteket. Ezenfelül táblázatban rögzíthetik azokat a nyomásértékeket, amelyek ahhoz szükségesek, hogy a labda különböző felületekről (például különféle stadionokban) azonos magasságra pattanjon vissza.

3 | A TANULÓK TEVÉKENYSÉGE

Ez a tanegység két részből áll: a labdában lévő gáz tömegének és a labda belső nyomásának méréséből, valamint a visszapattanás magassága és a labda belső nyomása közötti összefüggés méréséből.

A nyomás kétféleképpen mérhető, illetve határozható meg.

A relatív nyomás a belső nyomás és a légköri nyomás különbsége, és nyomásmérővel mérjük. Az így kapott nyomásértéket használjuk az 1. részben.

Az abszolút nyomás a nyomásértékek összege. Az így kapott nyomásértéket használjuk a 2. részben.

3 | 1 1. rész: A gáz tömegének és nyomásának meghatározása

Szükséges eszközök: pumpa, manometer (nyomásmérő), mérleg (0,1 g pontosságú és 0–1 000 g mérési tartományú), a labda felfújására alkalmas szelep, mérlegre helyezhető tál (amibe a labda kerül) és focilabda.

Ha az iskolának nincsenek meg a szükséges eszközei, nem szükséges drága berendezéseket venni.

1. ÁBRA Ladba a vödörben

(A legegyszerűbb egy manométeres pumpát beszerezni. Ha nincs, olcsó autós kompresszor is megteszi, mert a szelepe a focilabdához is használható.)

3 | 1 | 1 Eljárás

A következőkben bemutatjuk a javasolt eljárás részleteit. A tanulócsoport szintjének nem megfelelő részek elhagyhatók.

2. ÁBRA Vízszint mérése a térfogat megállapításához

- **A felfújt és leeresztett labda térfogatának mérése**
  A labda térfogata egy vödör vízzel is megmérhető a kiszorított vízmennyiség alapján. A focilabda külseje bőrből készült, ezért magába szívhatja a vizet, ami növeli a labda tömegét. Ezt úgy előzhetjük meg, ha nejlonzacskóba csomagoljuk a labdát. A labdára ható víznyomástól a zacskó a labda felületéhez tapad. A térfogat értékén ez nem változtat.

  Ha zacskó nélkül végezzük el a kísérletet, először végezzük el a tömegmérést.

  A térfogat a vödörben lévő vízszint alapján mérhető. Ha a tanulók nem tudják kiszámítani a vödörben lévő víz térfogatát, töltsük tele a vödröt, nyomjuk a labdát a víz alá, és mérjük meg a vödörből kifolyó víz térfogatát.

  Ebben az esetben a leeresztett labda térfogata 1,65 l,
  a felfújt labdáé pedig 5 l. A labdában lévő levegő térfogata ezért
  5 l – 1,65 l = 3,35 l.

3. ÁBRA Labda a mérlegen

4. ÁBRA Leeresztett labda tömegének mérése

- **A felfújt labda tömegének mérése**
  Tegyük az üvegedényt a mérlegre, táráljuk a mérleget, tegyük a labdát a tálba, és mérjük meg a tömegét.

  Ebben a kísérletben 0,1 g pontosságú (0–1 000 g mérési tartományú) mérleget, egy focilabdát és egy manométeres pumpát használunk.

- **A leeresztett labda tömegének mérése**
  (például: $m_{labda} = 408{,}0$ g)

- **Fújjuk fel a labdát, hogy a külső és belső nyomás azonos legyen**
  A külső és belső nyomás közötti különbség, azaz a relatív nyomás értéke $P = 0$ bar. Mérjük meg a labda tömegét: $m_{labda} = 408{,}0$ g (Ugyanaz, mint az előző mérésnél!).

3|1|2 Elemzés: Miért nincs különbség a leeresztett és a felfújt labda tömege között?

- **Tipp:** A minket körülvevő levegő folyadékként viselkedik, és olyan erővel hat, mint a testek vízbe merítésekor keletkező erő.
- **Válasz:** A labdában lévő levegő súlyát kiegyenlíti a labdát körülvevő levegő felhajtóereje.
- Mérjük meg a labdában lévő levegő tömegét egy másik nyomásértéken. A manométer a relatív nyomást mutatja.
- Írjuk be az adatokat egy táblázatba. Megmérhetjük a relatív nyomáshoz tartozó tömeget $P = 0{,}35$ bar; $P = 0{,}5$ bar; $P = 0{,}6$ bar; $P = 0{,}75$ bar; $P = 0{,}9$ bar; $P = 1{,}05$ bar értéken, de más nyomásértékeket is választhatunk.
- Rajzoljuk fel az m görbéjét a P függvényében.
- Találjuk meg a görbe legjobb illeszkedését (lineáris függvényről van szó).
- Találjuk meg az összefüggést az egyenes meredeksége és az ideális gázok törvénye között: $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$

A tanár adhat némi segítséget a tanulóknak az ideális gázok törvényének megértéséhez.

- **Első segítség:** A lineáris görbe képlete
  $m_{össz} = a \cdot P + m_{labda}$
  vagy $m_{össz} = m_{gáz} + m_{labda}$.

  Ez azt jelenti, hogy: $m_{gáz} = a \cdot P$.

- **Második segítség:** $n_{gáz} = \frac{m_{gáz}}{M_{gáz}}$.

m: tömeg [g]
P: relatív nyomás [Pa]
a: a görbe meredekségi együtthatója $[\frac{g}{bar}]$
V: térfogat $[m^3]$
n: anyagmennyiség [mol]
M: moláris tömeg $[\frac{g}{mol}]$
R: egyetemes gázállandó, $R = 8{,}31 \frac{J}{K \cdot mol}$
T: hőmérséklet [K]

- **Harmadik segítség:** A gáz (levegő) kb. 20 % oxigénből és 80 % nitrogénből áll.
  $M_{O_2} = 32 \frac{g}{mol}$ és $M_{N_2} = 28 \frac{g}{mol}$

3|2 2. rész: A visszapattanási magasság és a nyomás mérése

3|2|1 Elmélet

Vajon milyen fontos a labdában lévő légnyomás? Ebben a részben azt mutatjuk be, hogy az *e* ütközési együttható (rugalmasság) ettől a nyomásértéktől függ.

Mi az ütközési együttható? Amikor a labda leesik, a talajjal egy bizonyos sebességgel érintkezik. Ezt közeledési sebességnek nevezzük. A rugalmas ütközést követően a távolodási sebesség olyan értékű lesz, amely különbözik a közeledési sebességtől, mivel a kezdeti mozgási energia egy része elvész:

$$e = \frac{v_{távolodás}}{v_{közelítés}}.$$

Nagyon könnyű kiszámítani ezt az együtthatót, ha megmérjük a labda h_1 kezdeti magasságát (ahonnan leesik), majd megmérjük a visszapattanás utáni h_2 maximális magasságot.

Az energiamegmaradás törvényét alkalmazzuk:

$$mgh_1 = \frac{mv^2_{közelítés}}{2} \qquad mgh_2 = \frac{mv^2_{távolodás}}{2}.$$

Így: $e = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}}$.

e: ütközési együttható
v: sebesség $[\frac{m}{s}]$
m: tömeg [g]
g: nehézségi gyorsulás; $g = 9{,}8 \frac{m}{s^2} = 9{,}8 \frac{N}{kg}$
h: magasság [m]

3 | 2 | 2 **A kísérlet**

Leejtjük a labdát egy adott magasságról (h_1), ezután feljegyezzük a visszapattanás után elért magasság értékét (h_2). Ezeket a magasságokat a videókon is megmérhetjük.

5. ÁBRA Tartsuk a labdát h_1 magasságban (balra); ejtsük le a labdát (jobbra)

A kísérlet különféle labdákkal és felületeken is elvégezhető [1].

4 | KÖVETKEZTETÉS

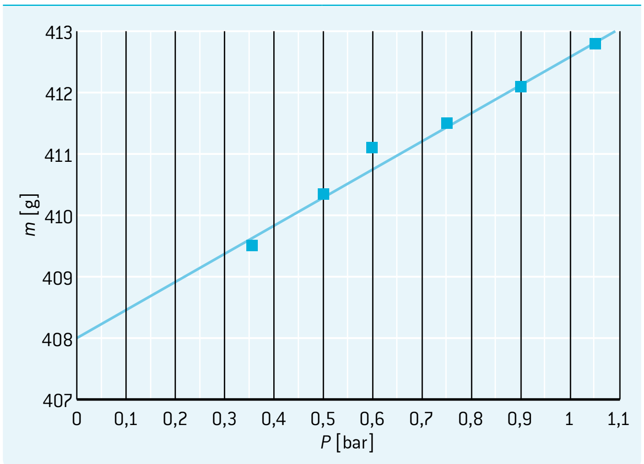
4 | 1 1. rész: A gáz tömegének és nyomásának mérése

4 | 1 | 1 Példa a labda tömegének és nyomásának mérésére

A labda tömege $m_{labda} = 408{,}0$ g $P = 0$ bar nyomáson.
A labdában lévő levegő térfogata $V = 3{,}35$ l.

6. ÁBRA m[g] és P[bar] (relatív nyomás)

P [bar]	m [g]
0,75	411,5
0,35	409,5
1,05	412,8
0,9	412,1
0,6	411,1
0,5	410,3



4 | 1 | 2 Példa az ideális gázok törvényének alkalmazásával történő számításra:

Ebben az esetben a görbe képlete: $m = 4{,}5711\,\frac{\text{g}}{\text{bar}} \cdot P + 408{,}0$ g.

Ahol a 408 az üres labda grammban kifejezett tömege.

vagy $m_{össz} = a \cdot P + m_{labda}$.
m: össztömeg [g]
P: nyomás [bar]
a: a görbe meredekségi együtthatója $[\frac{\text{g}}{\text{bar}}]$

Ebben az esetben $a = 4{,}5711\frac{\text{g}}{\text{bar}}$.

Az a értéke az ideális gázok törvényével határozható meg: $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$.
P: nyomás [Pa], 1 bar = 10^5 Pa
V: térfogat [m^3]
n: gázmennyiség [mol]
R: egyetemes gázállandó, $R = 8{,}31\,\frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$
T: hőmérséklet [K]
M: moláris tömeg $[\frac{\text{g}}{\text{mol}}]$

Ez azt jelenti, hogy $n_{gáz} = \frac{P \cdot V}{R \cdot T}$ és $m_{gáz} = M_{gáz} \cdot \frac{P \cdot V}{R \cdot T}$

vagy $m_{gáz} = \frac{M_{gáz} \cdot V}{R \cdot T} \cdot P$

és ahogy a *3.2.1* részben már láttuk: $m_{gáz} = a \cdot P$,

így $a = \frac{M_{gáz} \cdot V}{R \cdot T}$.

A gáz (levegő) kb. 20 % oxigénből és 80 % nitrogénből áll.

$$M_{gáz} = \frac{20 \cdot M_{O_2} + 80 \cdot M_{N_2}}{100}$$

$$M_{gáz} = \frac{20 \cdot 32\frac{\text{g}}{\text{mol}} + 80 \cdot 28\frac{\text{g}}{\text{mol}}}{100}$$

$$M_{gáz} = 28{,}8\,\frac{\text{g}}{\text{mol}}.$$

A labda esetében
$V = 3{,}35$ l $= 3{,}35 \cdot 10^{-3}\,m^3$
$T = 20\,°C = 293$ K

$$a = \frac{M_{gáz} \cdot V}{R \cdot T}$$

$$a = \frac{28{,}8\frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 3{,}35 \cdot 10^{-3}\,\text{m}^3}{8{,}31\frac{\text{J}}{\text{K mol}} \cdot 293\,\text{K}} = 3{,}96 \cdot 10^{-5}\frac{\text{g}}{\text{Pa}}.$$

Ezt kapjuk, ha a *P* értékét Pa-ban mérjük. Ha a *P* értékét barban szeretnénk megadni, meg kell szorozni 10^5-nel (mivel 1 bar = 10^5 Pa).
$a = 3{,}96\,\frac{\text{g}}{\text{bar}}$

A görbe legjobb illeszkedése: $a = 4{,}57\frac{\text{g}}{\text{bar}}$.

Ha összehasonlítjuk a két eredményt, a relatív eltérés:
$d = \frac{4,57 - 3,96}{4,57} = 0,13.$

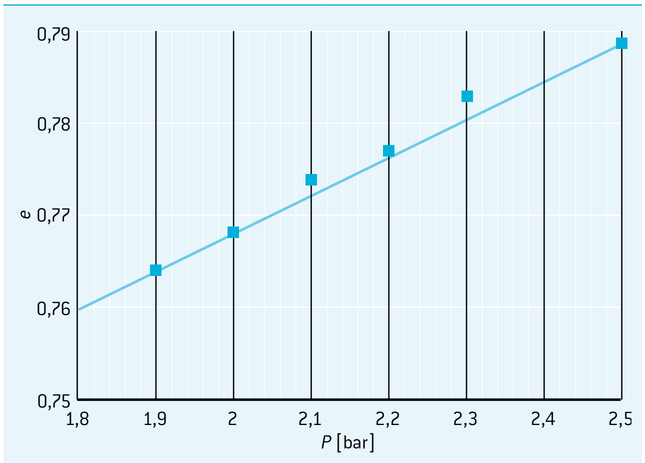
Megvitathatjuk a mérési hibákat: A manométer mérési pontatlansága 0,05 bar 1 baronként. Az üres labdában is lehet valamennyi levegő a térfogat mérésekor.

4 | 2 2. rész: A visszapattanási magasság és a nyomás mérése

Kísérletünkben megváltoztattuk a légnyomást két különböző labdában, és a következő eredményeket kaptuk:

7. ÁBRA Ütközési együttható *e* és abszolút nyomás *P* (1. labda)

P [bar]	e
1,9	0,764
2,0	0,768
2,1	0,774
2,2	0,777
2,3	0,783
2,5	0,789



A *P* az abszolút nyomás barban kifejezve.

Az első labda esetében az összefüggés lineáris, mivel a nyomáseltérés nem számottevő.

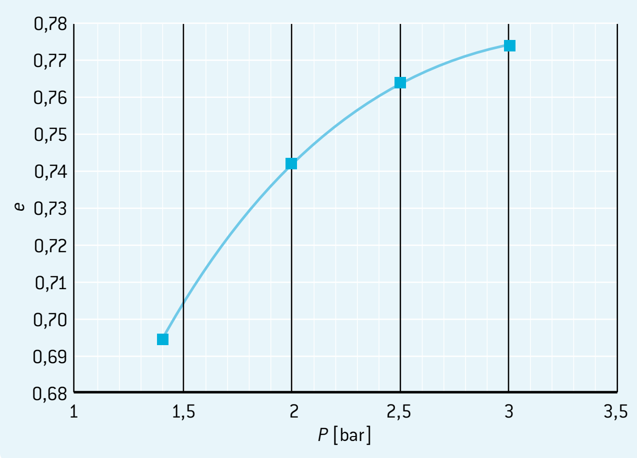
A második labda esetében egy görbét kapunk. Ha a nyomás túl nagy, a labda elveszíti rugalmasságát, és az ütközési együttható határértékhez közelít.

Ebben a két kísérletben a labdát leejtettük a földre, és láthattuk, hogy az ütközési együttható értéke mintegy 0,77 lesz 3 bar nyomáson.

Ezután megváltoztattuk a felszínt, de a belső nyomás értéke 3 bar maradt. Füvön alacsonyabb volt az ütközési együttható: $e = 0,57$. Műfüvön az együttható értéke 0,74 [1].

8. ÁBRA Ütközési együttható *e* és abszolút nyomás *P* (2. labda)

P [bar]	e
1,4	0,695
2,0	0,742
2,5	0,764
3,0	0,774



5 | KÖVETKEZTETÉS

A focilabdákon nagyon jól lehet vizsgálni a gáztörvényeket, a nyomás jellemzőit és a visszapattanás hatékonyságát. A tanulók egy egyszerű sporteszköz, a labda vizsgálatával elsajátíthatják a fizika törvényeit. Megismerhetik az összefüggéseket a fizika törvényei – ez esetben az ideális gázok törvénye – és a mindennapi jelenségek között.

A tanegységben szereplő feladatok több korosztály számára is alkalmasak, így a legkisebbek és a legnagyobbak (6–18 év között) is el tudják végezni őket. A feladatok bármilyen tanrendbe könnyen beilleszthetők.

6 | EGYÜTTMŰKÖDÉSI LEHETŐSÉGEK

A focilabdával végzett kísérletek eredményei másokkal is megoszthatók.

Az eredmények megosztásához töltsük le a fájlt, és kövessük az utasításokat [1].

A tanulók megoszthatják egymással ötleteiket a mérési eredmények közötti különbségekről és a kísérletben használt eszközökről. Emellett további labdás kísérleteket is kitalálhatnak: lefilmezhetik például a labda deformálódását az ütközés során, és megvizsgálhatják, milyen hatással van a nyomás a jelenségre.

REFERENCIÁK

[1] www.science-on-stage.de/iStage3_materials

DIONYSIS KONSTANTINOU · ANDREAS MEIER · ZBIGNIEW TRZMIEL

MARADJON A LEVEGŐBEN

mozgás, forgás, gördülés, a transzlációs mozgás kinetikus energiája, forgási kinetikus energia, súrlódás

fizika, IKT

A tanegységben kétféle tevékenység található. Az egyik 14–15 éveseknek szól, és mindkettő alkalmas a 16–18 éves korosztálynak.

1 | ÖSSZEFOGLALÓ

A tanulók a mozgás, a mozgási (kinetikus) energia és a lendület szempontjából vizsgálják a labda pattanását. Emellett megtanulják, hogy a valós testek mozgási energiája a transzlációs mozgás és a forgás kinetikus energiájából áll.

2 | ELMÉLETI BEVEZETŐ

2 | 1 Kivonat

A kapusok szerint sokkal nehezebb védeni, ha a labda megpattan a talajon. Ebben a tanegységben bemutatjuk a tanulóknak, hogyan vizsgálhatók azok a tényezők, amelyek a pattanáskor megváltoztatják a labda energiáját és mozgását. A tanulók a szilárd testek transzlációs és forgó mozgásával kapcsolatos fizikai törvényeket fognak alkalmazni, különösen a gördülő mozgás tekintetében. A tanegység alapját két kísérlet alkotja. A tanulók videofelvételt készítenek a labda mozgásáról, és ezt elemzik videoelemző szoftverrel. A kísérleteket úgy választottuk meg, hogy a tanulóknak lehetősége legyen a megfelelő jelenségek tanulmányozására. Így következtetéseket vonhatnak le a jelenségekkel kapcsolatban, és képesek lesznek magyarázattal szolgálni a labda pattanásakor tapasztalható változásokra az erők, a mozgás, a lendület és az energia fogalmainak felhasználásával.

2 | 2 Szükséges ismeretek

A tanulóknak ismerniük kell a mozgás fizikáját, az erő szerepét a mozgásban, valamint a pontszerű tömegek potenciális és mozgási energiáját. Emellett képesnek kell lenniük olyan vektorok használatára, mint a sebesség és a lendület.

2 | 3 Elméleti háttér

2 | 3 | 1 Kinetika

A gördülő mozgás a transzlációs és forgó mozgás kombinációja. Ennél a mozgástípusnál:

1. A tömegközéppont (*cm*) transzlációs mozgással halad. Sebessége a talajhoz képest $\vec{v}_{cm}$.
2. A test többi része a tömegközéppont körül forog és kétféle mozgástípussal jellemezhető: transzlációs $\vec{v}_{cm}$ és forgó mozgással.

Vegyük a test *i* pontját. A második mozgástípusnál az abszolút sebesség a tömegközépponthoz (*cm*) képest $v^{i}_{rel,cm} = r_i\,\omega$.

Ebben a leírásban a forgástengely a tömegközépponton halad át. Az *i* pont sebessége a tömegközépponthoz (*cm*) képest érintőirányú az *i* útjához viszonyítva. A két sebesség a jobbkezes szabállyal kapcsolható össze.

r_i: az adott *i* pont távolsága a forgástengelytől [m]
ω: a test szögsebessége $\left[\frac{1}{s}\right]$
v: sebesség $\left[\frac{m}{s}\right]$

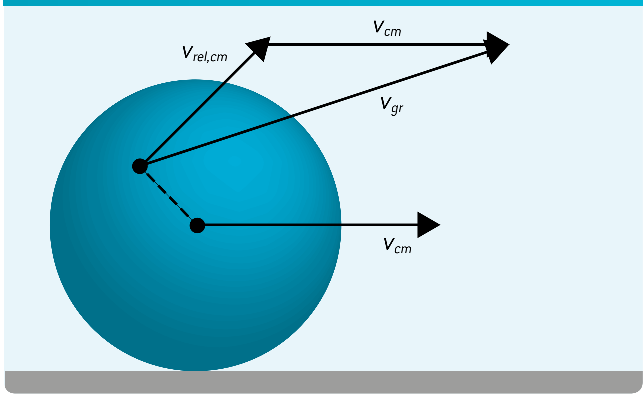
A kerület pontjaihoz képest a $\vec{v}_{rel,cm}$ értéke $R\omega$ lesz.

R: a test sugara [m]

Ezért a test *i* pontjának sebessége a talajhoz képest a két sebességvektor összege **(1. ÁBRA)**.

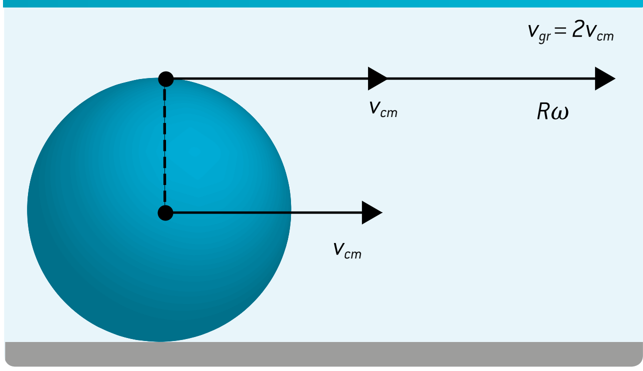
$$\vec{v}^{\,i}_{gr} = \vec{v}_{cm} + \vec{v}^{\,i}_{rel,cm}$$

1. ÁBRA



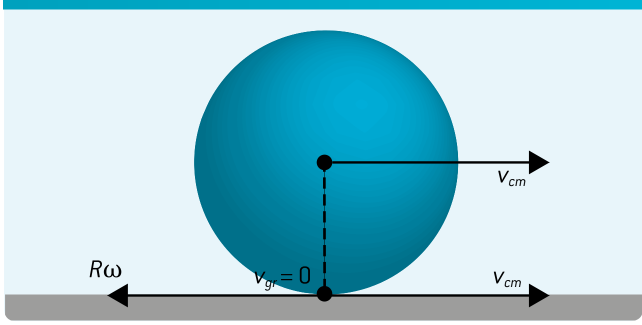
A test legfelső pontjának $\vec{v}_{gr}$ értéke $\overrightarrow{2v}_{cm}$ lesz.

2. ÁBRA



A talajjal érintkező pont $\vec{v}_{gr}$ sebessége nulla, azaz pillanatnyilag nyugalmi helyzetben van **(3. ÁBRA)**.

3. ÁBRA



Végül: a $v_{cm} = R\omega$ feltétel azt jelenti, hogy a test csúszás nélkül gördül.

2|3|2 Mozgási energia

A mozgó gömbszerű test energiája általában a transzlációs és a forgó mozgás kinetikus energiáiból tevődik össze: $E_{kin,tr}$ és $E_{kin,rot}$.

$E_{kin,tr} = \frac{1}{2} mv^2$ és $E_{kin,rot} = \frac{1}{2} \Theta\omega^2$

m: tömeg [kg]
I: tehetetlenségi nyomaték [kg · m^2]
v: abszolút sebesség [$\frac{m}{s}$]
ω: a gömbszerű test szögsebessége [$\frac{1}{s}$]

Vegyünk példaként egy ilyen testet, amint a talajhoz ütközik, és koncentráljunk arra a rövid – az ütközést megelőző és követő pillanatok közötti – időszakra, amikor megvizsgálhatjuk a test és a talaj között ható erőt.

Ütközés előtt:

$E_{kin,tr(1)} = \frac{1}{2} mv_1^2$ és $E_{kin,rot(1)} = \frac{1}{2} \Theta\omega_1^2$.

Az ütközést követően a két mennyiség továbbra is létezik, de más értéket vesz fel:
$E_{kin,tr(2)} = \frac{1}{2} mv_2^2$ és $E_{kin,rot(2)} = \frac{1}{2} \Theta\omega_2^2$.

Az 1 és 2 indexek az ütközés előtti, illetve az ütközés utáni értékeket jelölik.

A talaj és a test között ható erő függőleges és vízszintes összetevőkből áll. Ha feltételezzük, hogy a test nem csúszik a talajon, akkor a vízszintes összetevő a statikus súrlódás. A labdán végzett munkája nulla, míg a nyomatéka szöggyorsulást okoz. Ez azt jelenti, hogy a szögsebesség nagysága – és néha az iránya is – változik. Ugyanakkor az energia nem alakul át hővé, ezért csak a transzlációs mozgás és a forgás kinetikus energiája közötti átalakulás tapasztalható. A függőleges összetevő és a labda súlya a labda függőleges gyorsulását okozzák. Ha a labda nem csúszik a talajon, alkalmazhatjuk a mechanikai energiamegmaradás törvényét:
$E_{pot(1)} + E_{kin,tr(1)} + E_{kin,rot(1)} = E_{pot(2)} + E_{kin,tr(2)} + E_{kin,rot(2)}$.

Az E_{pot} potenciális energia, az 1 és 2 indexek pedig a labda pattanása előtti, illetve utáni állapotokat jelölik.

Mivel a labda talajról való felpattanását vizsgáljuk:
$E_{pot(1)} = E_{pot(2)}$

és $E_{kin,tr(1)} + E_{kin,rot(1)} = E_{kin,tr(2)} + E_{kin,rot(2)}$.

A sok tényező – többek között a talaj felülete és a labda ütközés előtti szögsebessége – miatt nehéz megbecsülni a súrlódás hatását. Ezért nem könnyű megjósolni a labda ütközést követő mozgására vonatkozó adatokat, különösen a sebességvektort.

2|4 Kísérletek és eljárások

1. A tanulók érdeklődésének felkeltéséhez kérjük meg őket, hogy ejtsenek le egy labdát, és a leejtés pillanatában pörgessék meg [1]. Reményeink szerint meglátják az összefüggést a labda elpattanásakor tapasztalható gyorsulás és a kezdeti forgó mozgás között.

2. Első kísérlet (első tevékenységcsoport)
A tanulók két párhuzamos rúdból álló rámpát készítenek.

4. ÁBRA Az első kísérlet elrendezése.

A rudak közötti távolság legyen valamivel kisebb a labda átmérőjénél.

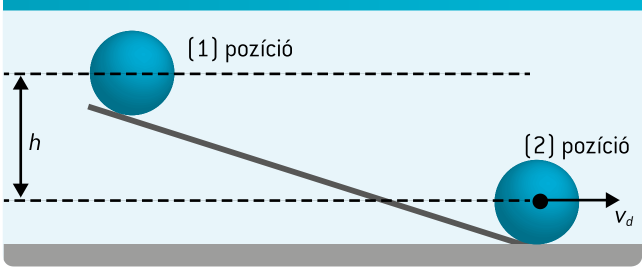
A tanulókat kérjük meg arra, hogy engedjenek el egy labdát a rámpa tetején, vegyék videóra a mozgását, és elemezzék azt egy videoelemző eszközzel, például a Tracker szoftverrel [2]. A szoftver részletes bemutatása az *iStage 1 – IKT oktatási anyagok a természettudományokban* [3] című kiadványban található. Még jobb, ha nagy képkockasebességű kamerát használunk (120 képkocka/mp vagy több).

A tömör labda (*m*, *R*) $I = \frac{2}{5}mR^2$ csúszás nélkül gurul az (1) pozícióból a talajig, azaz a (2) pozícióig, majd tovább gördül a talajon **(5. ÁBRA)**.

Megjegyzés: A mérkőzéseken használt labda tehetetlenségi nyomatéka közelebb van az $\frac{2}{3}mR^2$ értékhez.

A kísérletben tömör labdát használunk.

5. ÁBRA



Ahogy a labda gurul lefelé a lejtőn, v sebessége és ω szögsebessége a $v = R\omega$ képlet szerint változik.

Az energiamegmaradás törvénye a következő:
$mgh = \frac{1}{2}mv_d^2 + \frac{1}{2}\Theta\omega^2 = \cdots = \frac{7}{10}mv_d^2$.

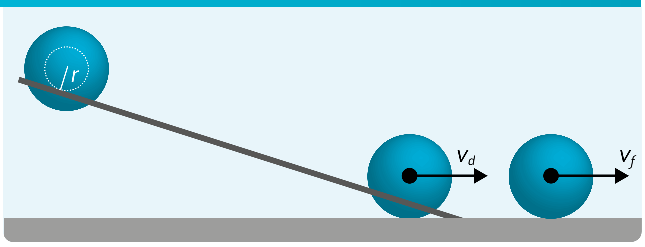
$\vec{v}_d$ a labda sebessége a lejtő alján. A transzlációs mozgás kinetikus energiája $\frac{5}{10}mv_d^2$, ezért a forgási kinetikus energia $\frac{2}{10}mv_d^2$.

Így $\frac{E_{kin,rot}}{E_{kin,tr}} = \frac{2}{5}$.

A javasolt kísérletben a labda mozgása a rámpán a $v = r\omega$ képlet szerint alakul, ahol r a forgástengely távolsága azoktól a pontoktól, ahol a labda érinti a rámpát.

A kísérlet úgy van elrendezve **(6. ÁBRA)**, hogy $r < R$. Ezért az $\frac{E_{kin,rot}}{E_{kin,tr}}$

6. ÁBRA



arány nagyobb, mint $\frac{2}{5}$. Amikor a labda eléri a talajt, ez $\frac{2}{5}$ lesz, így a gördülő mozgás új konfigurációt vesz fel, amelyben a forgástengely távolsága a labda és a talaj érintkezési pontjától R lesz.

Ezzel – nagyon gyors átmenetet követően – a labda sebessége felveszi a végleges értékét: a $\vec{v}_f$ sebesség nagyobb lesz mint a $\vec{v}_d$ sebesség, amellyel a labda elérte a talajt.

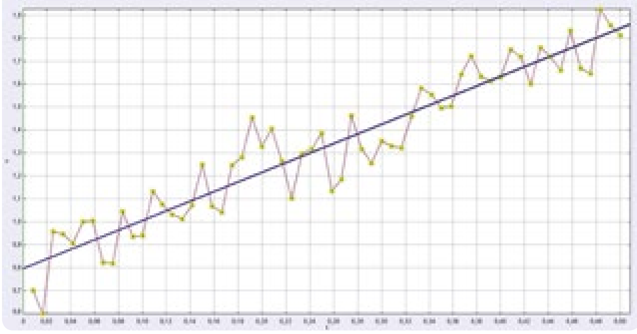
A tanulók szabad szemmel is jól láthatják, hogy a labda gyorsabban halad a talajon. Ezután elemezhetik a mozgást és meghatározhatják a $\vec{v}_d$ és $\vec{v}_f$ sebességek értékét.

Ehhez figyelembe kell venniük a forgási kinetikus energiát. Másképp az energiamegmaradás szempontjából nem adható magyarázat a jelenségre. Ha tisztában vagyunk a szilárd testek transzlációs és forgási kinetikus energiájának fogalmával, könnyen megérthetjük, hogy a forgási kinetikus energia a transzlációs mozgás kinetikus energiájává alakul át a labda és a talaj közötti súrlódás hatására.

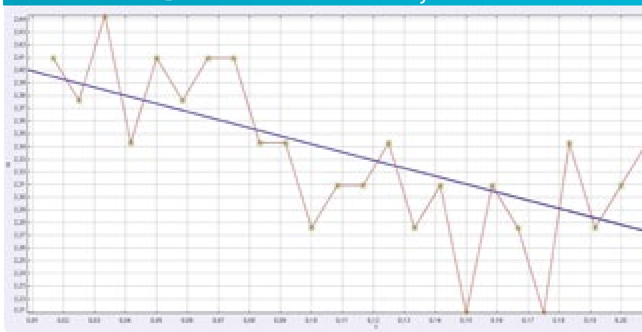
2 | 5 Szükséges eszközök

Két 1 méteres rúd, valamint a megfelelő állványok és összekötők; egy kis labda, lehetőleg tömör gumiból. Ezek az eszközök a legtöbb iskolai laborban megtalálhatók.

7. ÁBRA A mozgás első szakasza: v_d = 1,85 m/s



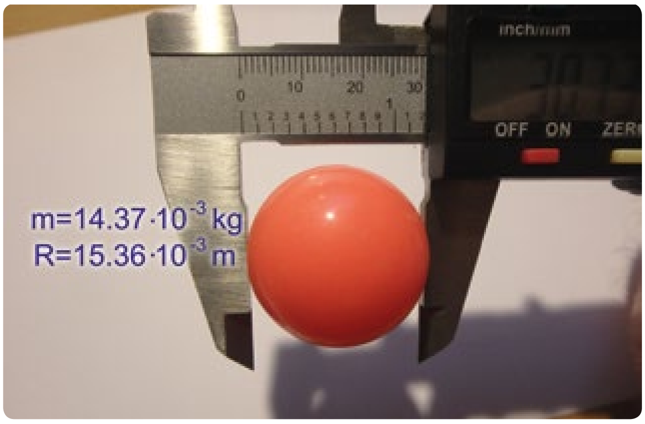
8. ÁBRA A mozgás második szakasza: v_f = 2,4 m/s



3 | A TANULÓK TEVÉKENYSÉGE

3 | 1 Első kísérlet: első tevékenységcsoport

1. Hozzuk létre a kísérleti elrendezést.
2. Készítsünk videofelvételt a kísérletről [1].
3. Folytassuk a munkát egy videoelemző eszközzel, például a Tracker szoftverrel [2].
4. Határozzuk meg a sebességet közvetlenül a vízszintes síkkal való ütközés előtt és után (lásd: **6.** és **7. ÁBRA**).
5. Mérjük meg a labda sugarát, és határozzuk meg, milyen szögsebességgel kezd gurulni a talajon **(9. ÁBRA)**.
6. Mérjük meg a labda tömegét és határozzuk meg a transzlációs mozgás kinetikus energiáját közvetlenül a vízszintes síkkal való ütközés előtt ($E_{kin,tr(1)}$) és után ($E_{kin,tr(2)}$) **(9. ÁBRA)**.
7. Adjunk magyarázatot a mozgási energia változására.



9. ÁBRA ω = 156 s^{-1}, $E_{kin,tr(1)}$ = 2,46 · 10^{-2} J, $E_{kin,tr(2)}$ = 4,14 · 10^{-2} J

10. ÁBRA A második kísérlet elrendezése

3 | 2 Második kísérlet

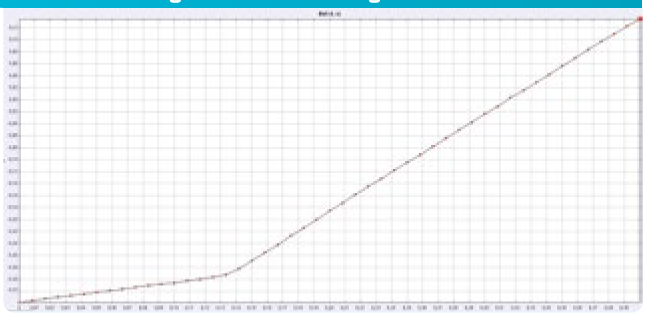
A tanulóknak az elsőhöz hasonló kísérleti elrendezést kell létrehozniuk. Ezúttal azonban a rámpa vége legyen kb. 0,6 méterrel a vízszintes sík fölött.

Engedjük a labdát legurulni a lejtőn, majd leesni a talajra. Készítsünk videofelvételt a kísérletről, és elemezzük a mozgást egy videoelemző eszközzel, például a Tracker szoftverrel [2]. Ebben az esetben a mozgás érdekes szakasza akkor kezdődik, amikor a labda elhagyja a rámpát és jelentős pörgésbe kezd. A kísérlet során a tanulók mélyebben megismerkedhetnek a mozgás és az energia törvényeivel.

Második tevékenységcsoport

1. Hozzuk létre a kísérleti elrendezést.
2. Engedjünk legurulni egy labdát a rámpa tetejéről, és vegyük videóra a mozgást [1].
3. Ábrázoljuk grafikonon az x értékét a t függvényében, majd határozzuk meg a labda sebességének vízszintes v_x összetevőjét, ahogy csökken és emelkedik. Magyarázzuk meg a v_x változását.

11. ÁBRA Példagrafikon a sebességváltozáshoz



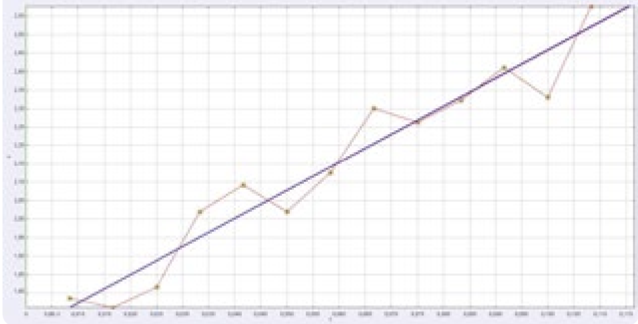
4. Mérjük meg a labda tömegét, és számítsuk ki, hogy a labda $E_{kin,rot}$ energiájából mennyi alakul át $E_{kin,tr}$ energiává. A labda sebességét is meg kell határozni közvetlenül a pattanás előtt és után.

   $v_{esés,végl} = 2{,}55\ \frac{m}{s}$ $E_{kin,tr(1)} = 4{,}67 \cdot 10^{-2}$ J **(12. ÁBRA)** és

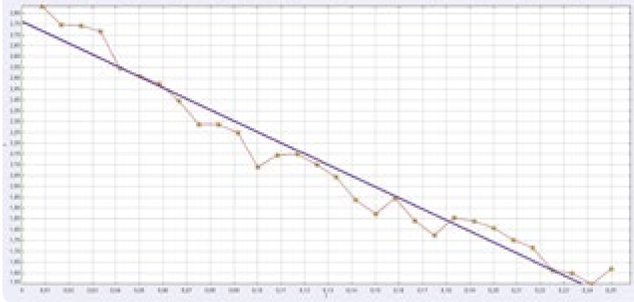
   $v_{emelk,kezd} = 2{,}76\ \frac{m}{s}$ $E_{kin,tr(2)} = 5{,}47 \cdot 10^{-2}$ J **(13. ÁBRA)**

   $\Delta E_{kin,tr} = 0{,}8 \cdot 10^{-2}\text{J} = -\Delta E_{kin,rot}$

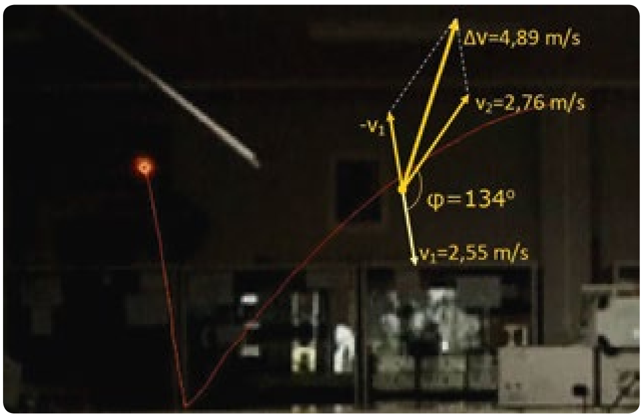
12. ÁBRA



13. ÁBRA



5. Határozzuk meg a $\overrightarrow{\Delta p}\,[\text{kg} \cdot \frac{m}{s}]$ változást a labda lendületében a talajjal való érintkezés közben.
   $\overrightarrow{\Delta p} = m\overrightarrow{\Delta v}$



14. ÁBRA

A $\vec{v_1}$ és $\vec{v_2}$ a közvetlenül a pattanás előtt és után mért sebességek. A kérdéses kísérletben ezek abszolút értékei $2{,}55\ \frac{m}{s}$ és $2{,}76\ \frac{m}{s}$, köztük $\varphi = 134°$-os szöggel.

$\overrightarrow{\Delta v}$ a sebességváltozás. Abszolút értéke $4{,}89\ \frac{m}{s}$. A $\vec{v_2}$ és $\overrightarrow{\Delta v}$ közötti szög 24°.

A lendületváltozás kiszámításának képlete:
$\overrightarrow{\Delta p} = m\,\overrightarrow{\Delta v}$.

Iránya ugyanaz, mint a $\overrightarrow{\Delta v}$ iránya, abszolút értéke pedig $7 \cdot 10^{-2}\ \text{kg} \cdot \frac{m}{s}$.

6. A mozgás második részét tekintsük úgy, mintha a labdát a talaj szintjéről dobták volna. Határozzuk meg a dobást jel-

lemző kiinduló értékeket, és számítsuk ki a dobás maximális magasságát és tartományát. Hasonlítsuk össze a meghatározott értékeket a Tracker szoftverből származó értékekkel. Adjunk magyarázatot az adatelemzés és az elméleti értékek közötti eltérésre.

4 | KÖVETKEZTETÉS

A tanulóknak meg kell figyelniük a labda mozgásában és energiájában bekövetkező változásokat, és összefüggésbe kell hozniuk ezeket a labda és a talaj között ható erővel, különösen annak vízszintes összetevőjével és nyomatékával. Emellett kikövetkeztethetik, hogy a szilárd testek mozgási energiája két mennyiségből (a transzlációs mozgás és a forgás kinetikus energiájából) áll. Végül arra is lehetőségük van, hogy megcáfoljanak bizonyos, a mechanika tanításában alkalmazott pontszerű tömegmodell miatt létező prekoncepciókat.

5 | EGYÜTTMŰKÖDÉSI LEHETŐSÉGEK

A különböző iskolák tanulói – akár különböző országokból is – kommunikálhatnak egymással és videofelvételeket cserélhetnek egymás között, különösen az első tevékenységgel kapcsolatban. Azt feltételezzük, hogy ugyanazokra a következtetésekre jutnak, amelyeket távkonferencián beszélhetnek meg egymással.

Végül közösen saját tevékenységeket is szervezhetnek, például:

1. A szabadban felállítunk egy videokamerát. Vegyük videóra, ahogy a labda a talajra esik, majd vizsgáljuk meg a labda mozgásának adatait a talajjal való ütközés pillanatában.
2. Elemezzük a mozgást.
3. Vonjunk le következtetéseket a súrlódás jellemzőiről a labda talajjal való ütközése során.
4. Határozzuk meg a labda sebességét közvetlenül a talajjal való ütközés előtt és után, mérjük meg a labda tömegét, és számítsuk ki a transzlációs mozgás kinetikus energiáját.
5. Kérjünk meg egy ügyes játékost az osztályból, hogy rúgja el a labdát különféle technikákkal. Ezt rögzítsük videóra és írjuk le a labda földet érését a különböző esetekben.
6. Találjuk meg a választ arra a fontos kérdésre, hogy miért nehezebb a kapusok dolga, ha a labda pattog előttük a földön.
7. Miután a többi tevékenységet elvégeztük, játsszunk egy tudománynak szentelt futballmérkőzést. Egy ilyen mérkőzésen természetesen mindenki csak nyerhet, a végeredménytől függetlenül!

ANYAGOK

[1] www.science-on-stage.de/iStage3_materials
[2] www.physlets.org/tracker
[3] www.science-on-stage.de/iStage1-download


52
ANDERS FLORÉN · PHILIPPE JEANJACQUOT · DIONYSIS KONSTANTINOU · ANDREAS MEIER · CORINA TOMA · ZBIGNIEW TRZMIEL
CSAVAROS FIZIKA
REC
30:22:00

Magnus-effektus, folyadékdinamika
fizika, matematika
16–19 év

1 | ÖSSZEFOGLALÓ

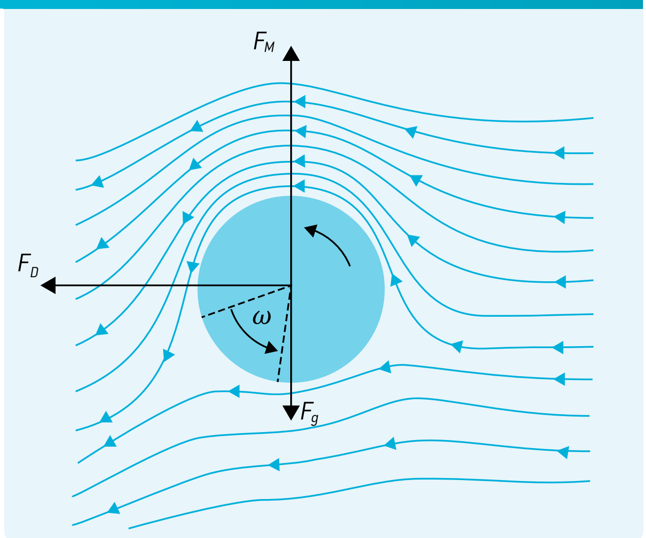
A levegőben mozgó forgó labda pályáját módosítja a Magnus-effektus, a labda mozgási irányára és forgástengelyére merőlegesen ható erő. Ebben a tanegységben kísérletekkel, szimulációkkal és egyéb módszerekkel számítjuk ki az eredő röppályát.

2 | ELMÉLETI BEVEZETŐ

Roberto Carlos 1997 júniusában 35 méteres szabadrúgásból olyan gólt szerzett, amely máig zavarba ejti a nézőt. [1] Miként lehetséges, hogy a labda elindul az egyik irányba, majd – mintegy varázsütésre – a kapu felé kanyarodik? A válasz: a levegőben forgó labdára a Magnus-effektus hat. Ha magától Roberto mestertől szeretnénk leckét venni a szabadrúgás művészetében, semmiképpen ne hagyjuk ki ezt a videót az UEFA Training Ground honlapján. [2] Ha a Magnus-effektusról szeretnénk többet megtudni, folytassuk az olvasást.

A labda röppályájának elemzéséhez meg kell vizsgálnunk a labdára ható három különböző erőt: a gravitációt (F_g), a Magnus-erőt (F_M) és a közegellenállási erőt (F_D).

1. ÁBRA Erők [3]



A gravitációs erő egyszerűen fejezhető ki: $F_g = mg$, ahol m a labda tömege, g pedig a nehézségi gyorsulás.

Az F_M Magnus-erő a labda ellenkező oldalain fennálló nyomáskülönbségek miatt lép fel. A nyomásváltozások a Bernoulli-elvvel írhatók le. A közegben v sebességgel haladó felület adott pontján a teljes nyomás (p) egyenlő a környezeti statikus nyomás (p_0) és a dinamikus nyomás (q) összegével (**1. EGYENLET**), ahol ρ a közeg – vagyis esetünkben a levegő – sűrűsége. Azonban ha egy R sugarú gömb vagy henger forog is (ω szögsebességgel, radián/mp mértékegységben kifejezve), akkor a tárgy egyik oldalán lévő adott pontnál magasabb a légáramlás sebessége ($v + \omega R$), mint az ellenkező oldalon ($v - \omega R$). A nyomáskülönbség ($\Delta p = 2\rho\omega vR$) az **1. EGYENLET** alapján számítható ki.

$$p = q + p_0 = \frac{\rho v^2}{2} + p_0 \qquad \text{(1. EGYENLET)}$$

$$\Delta p = \left(\frac{\rho v_2^{\,2}}{2} + p_0\right) - \left(\frac{\rho v_1^{\,2}}{2} + p_0\right)$$

$$= \frac{\rho\left((v+\omega R)^2 - (v-\omega R)^2\right)}{2} = 2\,\rho\omega vR$$

$$F_M = \Delta pA = (2\rho\omega vR)A$$

Henger esetében: $F_M = 4\rho\omega vR^2h.$ **(2. EGYENLET)**

Gömb esetében: $F_M = 2\rho\omega v\pi R^3.$ **(3. EGYENLET)**

Az F_M értéke a felületre ható nyomás lesz. A matematikai levezetést nem kell részletesen tárgyalni: elegendő, ha az áramlásra merőlegesen ható erőket vizsgáljuk. Az áramlásra merőlegestől eltérő irányban ható erőket a szimmetria miatt mindig kiegyenlíti egy velük ellentétes irányba ható erő. Ezért csak a tárgy A keresztmetszetét kell vizsgálnunk. Labda esetében az A egyszerűen egy R sugarú kör (lásd a **3. EGYENLETET**); henger esetében az A egy $2R$ magasságú és h szélességű téglalap (lásd a **2. EGYENLETET**). Vektorokkal kifejezve: az $\vec{F}_M$ a haladási sebesség és a szögsebesség vektoriális szorzatával (keresztszorzatával) arányos.

Végül figyelembe kell vennünk az F_D közegellenállási erőt is. A közegellenállás bonyolult, mivel a légáramlás lehet lamináris vagy turbulens is, ami nagyrészt a tárgy alakjától és a közeg jellegétől függ. Kísérleteinkhez elegendő azt feltételezni, hogy az áramlás lamináris (lásd az **1. ÁBRÁT**), így használhatjuk a közegellenállás szokásos egyenletét, ahol az erő a v sebességgel ellenkező irányban hat, nagysága pedig a sebességgel arányos: $F_D = \beta v$. A β olyan állandó, amely a közeg tulajdonságaitól és a tárgy méretétől függ; egy levegőben haladó focilabda esetében $\beta = 0{,}142\,\frac{\text{kg}}{\text{s}}$ [4].

3 | A TANULÓK TEVÉKENYSÉGE

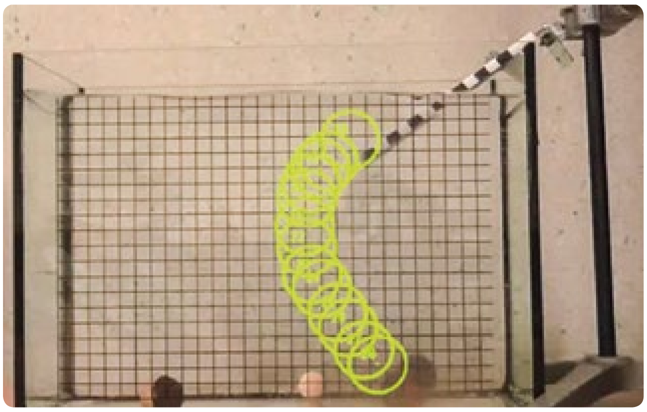
A Magnus-effektus három különféle bemutatási módját ismertetjük. A kísérletek mindegyike elvégezhető egyszerű bemutatóként, de videóra is rögzíthető, és a modellek használatával elemezhető a labda röppályája. A videofelvételt rögzített kamerával végezzük, amelyet a vizsgálandó tárggyal azonos magasságban, a röppályára merőlegesen helyezzünk el, legalább néhány méteres távolságra attól, hogy minimális legyen a perspektivikus torzítás. A felvételt mozgáselemző szoftverrel lehet analizálni. Ehhez a Tracker [5] programot javasoljuk. A Tracker használatáról az első iStage kiadványban [6] találhatók részletes információk. A röppálya a nagyszerű VidAnalysis [7] alkalmazással is rögzíthető, majd az elemzés közvetlenül elvégezhető Android-eszközön (**2C. ÁBRA**). Az adatok exportálhatók is további elemzés céljából; itt az ingyenes GeoGebra [8] szoftvert használjuk.

2. ÁBRA Lejtőn guruló henger

3 | 1 Kísérletek hengerekkel

Készítsünk különböző hengereket A4-es vagy A3-as lapokból, ragasztó használatával. Állítsunk fel egy lejtős pályát, és gurítsuk le a hengereket a pályán, hogy tanulmányozhassuk a forgó szabadesést **(2A. ÁBRA)**.

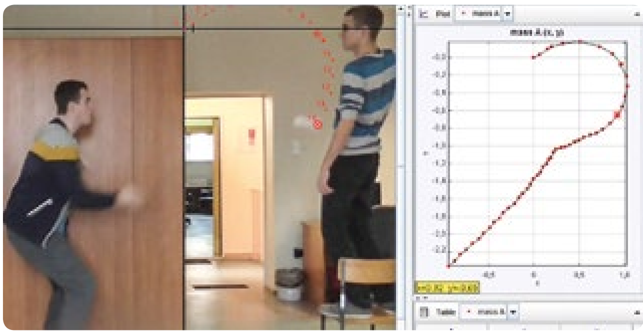
A tanulók megvizsgálhatják, mi történik, ha módosítják a lejtő dőlésszögét, illetve a henger sugarát vagy magasságát. Kísérletileg meghatározhatjuk azokat a paramétereket, amelyek szemmel láthatóan nagy hatást gyakorolnak a mozgásra, majd a **2. EGYENLET** alapján elemezhetjük az adatokat. Arra is lehetőség van, hogy a kinyert adatok alapján adatelemzést végzünk (II. modell) a későbbiekben leírtak szerint.



3. ÁBRA A Magnus-effektus vízben

A Magnus-effektus vízben **(3. ÁBRA)** a közeg nagyobb sűrűsége miatt még látványosabb. A hengernek a víznél sűrűbbnek kell lennie, a súrlódás növeléséhez pedig érdes felületet kell alkalmazni. A példánkban tömör teflonrudat használtunk, a felületre pedig tépőzárat ragasztottunk. A henger súlyát módosíthatjuk úgy, hogy érméket ragasztunk a két végére.

Még látványosabb – bár nehezebben kivitelezhető – elrendezéshez jutunk, ha összeragasztjuk két műanyag csésze alját, így olyan hengert kapunk, amely középen elvékonyodik.[9] Tekerjünk madzagot az elvékonyodó részre, majd a madzag megrántásával engedjük el a hengert (**4. ÁBRA**; lásd még a GeoGebra-oldalunkon lévő videóra mutató hivatkozást[10]). A mozdulat némi gyakorlást igényel, de az eredmény nagyon látványos. A többi hengeres kísérlethez képest ez a kísérlet kevésbé reprodukálható, mivel a röppálya a szögtől és attól is függ, milyen erősen rántjuk meg a madzagot. A sikeres kísérletek azonban egyedileg elemezhetők. A **4. ÁBRÁN** a repülő csészék körkörös mozgást végeznek. Ha a Magnus-effektus jelentősen erősebb, mint a gravitációs erő, akkor az F_M centripetális erőként viselkedik. Ezt a hasznos meglátást később, az adatelemzés során is felhasználjuk majd.



4. ÁBRA Repülő csészék

3 | 2 Adatelemzés

A röppályák elemzéséhez különböző matematikai modelleket dolgoztunk ki. Ezek a modellek közvetlenül elérhetők iStage 3 GeoGebra-oldalunkról[10]. Megtekintésük mindenképpen javasolt a folytatás előtt. A modellek közvetlenül a böngészőből futtathatók – csak a hivatkozásra kell kattintani.

A számítások mindegyikében feltételeztük, hogy a forgás állandó a mozgás során. Ezután két egyszerűsített modellt hozunk létre különböző feltételezések alapján:

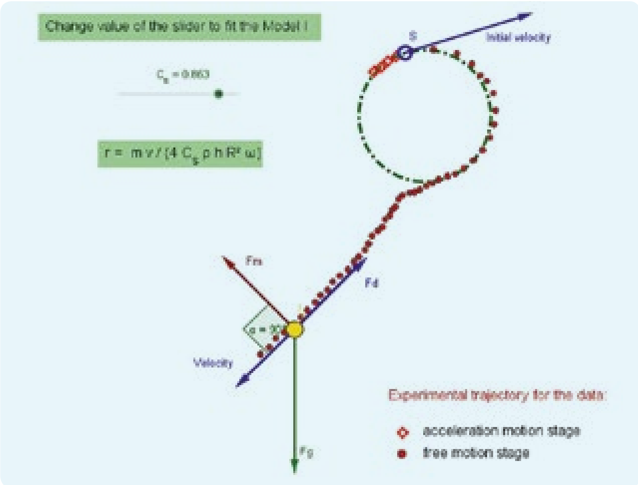
I. modell: Akárcsak a repülő papírcsészék kérdőjel alakú röppályája esetében **(4. ÁBRA)**, az F_M centripetális erőként viselkedik, a tárgy kiszámított röppályája pedig r sugarú kör lesz. Ez a feltételezés a tizenegyesrúgás vizsgálatakor is ésszerű, mivel a labda teljes sebessége nagyjából állandó marad. A turbulencia miatt elvész az energia egy része, ezért a veszteség leírásához be kell vezetnünk a C_s állandót.

Így:

$$F_M = C_s 2\rho\omega vRA = \frac{mv^2}{r}.$$

Gömb esetében: $r = \dfrac{mv}{2C_s\pi\rho\omega R^3}$. **(4. EGYENLET)**

Henger esetében: $r = \dfrac{mv}{4C_s\rho\omega hR^2}$. **(5. EGYENLET)**



5. ÁBRA Repülő csészék mozgásának elemzése

A **4. ÁBRÁN** látható a GeoGebra-modell pályája (repülő csészék), és módosítható a kör középpontja, valamint a C_s. A paraméterek módosításával próbáljuk elérni a legjobb illeszkedést; a modell az r értékét az **5. EGYENLETBŐL** számítja ki. Adataink esetében a legjobb illeszkedést $C_s = 0{,}86$ adja.

II. modell: A papírhengerrel végzett kísérlet számításainak leegyszerűsítése **(2. ÁBRA)** érdekében a tanulók feltételezhetik, hogy a Magnus-effektus főként a kezdeti mozgásirányra merőlegesen hat, a hengerek pedig eséskor elérték a maximális sebességüket. Ezekkel a feltételezésekkel élve az F_D és az F_g kiegyenlítik egymást, a Magnus-effektus pedig gyorsulásként (a) értelmezhető az y irányban, így a kiszámított röppálya parabola lesz:

$$y = \frac{a}{2v^2}x^2 \implies y = C_s\frac{\rho\omega RA}{mv}x^2.$$

Gömb esetében: $y = C_s\dfrac{\pi\rho\omega R^3}{mv}x^2$. **(6. EGYENLET)**

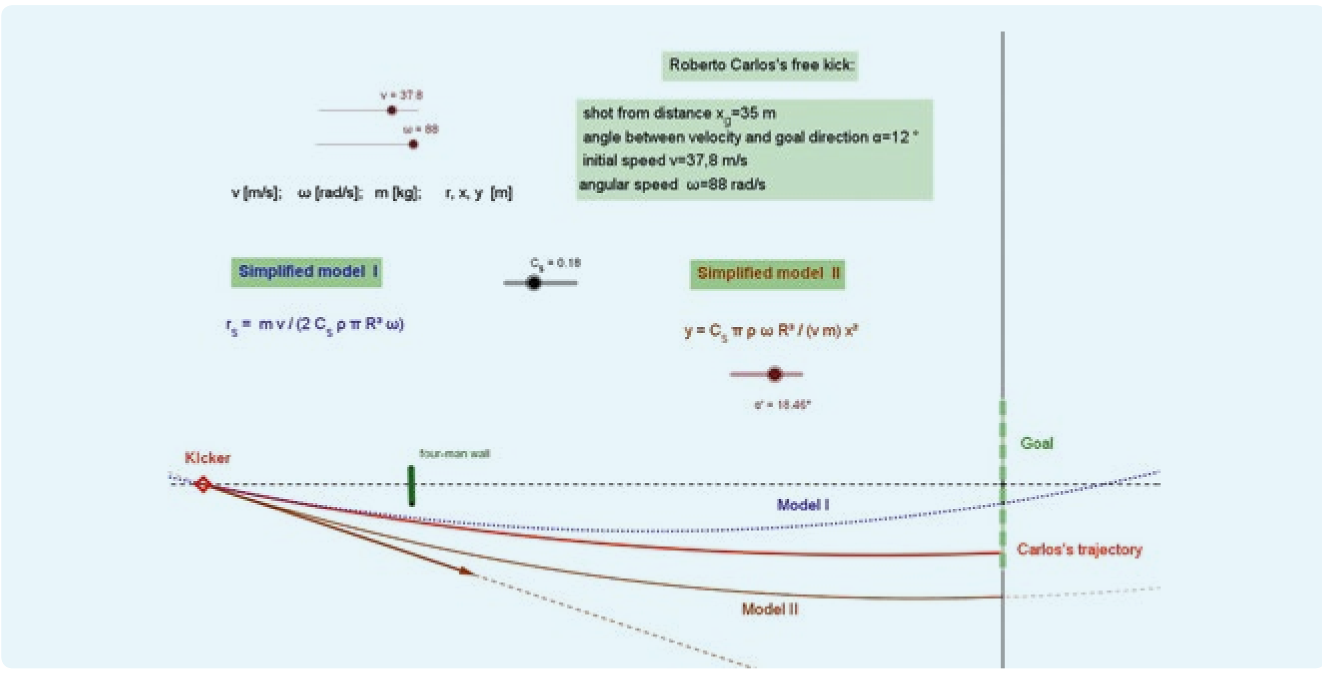
Henger esetében: $y = C_s\dfrac{2\rho\omega hR^2}{mv}x^2$. **(7. EGYENLET)**

Ez leegyszerűsítés ugyan, de hasonló C_s értéket ad, mint a másik modell.

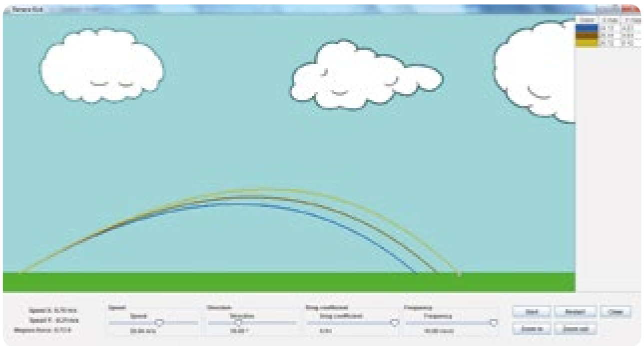
GeoGebra-oldalunkon **(6. ÁBRA)** Roberto Carlos emlékezetes szabadrúgását reprodukáltuk. Majdnem minden paraméter módosítható (távolság, szög, kapuméret, C_s, sebesség, forgás, sorfal helyzete stb.). Az elemzés megmutatja az I. és II. modell kiszámított röppályáját, ezúttal a **4.** és **6. EGYENLET** használatával, mivel henger helyett most labdát vizsgálunk. Kérjük meg a tanulókat, hogy találják meg egy adott elrendezéshez a legjobb értékeket, illetve találják meg azokat a feltételeket, amelyek mellett a modellek különböző röppályákat eredményeznek, és adjanak magyarázatot az eltérésekre. (A modellek akkor fognak eltérést mutatni, ha a labda sebessége alacsony, forgási sebessége pedig magas.)

3 | 3 Szimulációk

2D szimuláció: Néhány kísérletet követően a tanulók szimulálhatják is a Magnus-effektust. Töltsük le a Java-programot [11]. Ebben a szimulációban a tanulók módosíthatják a kezdősebességet, a szöget, a közegellenállási együtthatót és a szögsebes-



6. ÁBRA Szabadrúgás elemzése

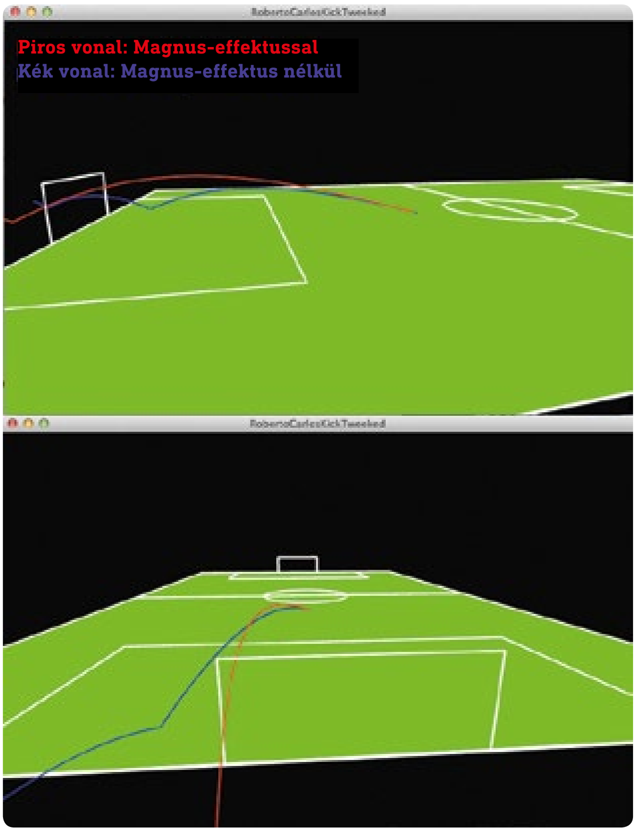


7. ÁBRA 2D szimuláció

séget. A forgásirány és a labdára ható erők az **1. ÁBRA** szerint alakulnak. A **7. ÁBRÁN** három példa látható 30°-os röppályákra: elsőként 0, majd 5 és végül 10 $\frac{rev}{s}$ forgási sebességgel. Látható, hogy az x_{max} és y_{max} értékei a forgási sebesség növekedésével együtt emelkednek.

3D szimuláció: Itt is Roberto Carlos szabadrúgásának röppályáját modelleztük (**8. ÁBRA**). A megfelelő Java-program letöltésével kipróbálható a szimuláció [11]. Később egy másik verzió [11] is kipróbálható a rúgás nélkül, de a paraméterek szabadon módosíthatók, és megvizsgálható a röppályára kifejtett hatásuk.

Három dimenzióban a dolgok jóval összetettebbé válnak. A kétdimenziós modellben a labda csak felső vagy alsó forgásiránnyal rendelkezhet, így a röppálya és a Magnus-erő mindig ugyanazon a síkon hat. A háromdimenziós modellben a Magnus-effektus elhajlítja a labda röppályáját, de a forgás perdülete



8. ÁBRA 3D szimuláció

mindig megőrződik, ezért a labda giroszkópként viselkedik. Így a v és ω közötti szög a röppálya különböző pontjain más és más lesz, ami komplexebbé teszi a labda útját. A GeoGebra számításaitól eltérően ez a program – az előző képkocka értékei alapján – egyszerűen kiszámítja az összes erő numerikus értékét. A program Processing [12] nyelven készült, amely a Java egyszerűsített verziója.

4 | KÖVETKEZTETÉS

A focipályán a labda röppályája nagyon összetett, és számos tényezőtől függ. Az osztálytermi tanulmányozás érdekében a tanulóknak modellek és leegyszerűsítések alkalmazásával kezelhető összetevőkre kell lebontaniuk ezt a komplex viselkedést. Ezek a kísérletek, modellek és szimulációk bepillantást engednek abba, hogy mi mindent lehet kikövetkeztetni a tudományos módszer használatával: Ha azt feltételezzük, hogy a játékot víz alatt játsszák, vagy hogy a focilabdát két papírcsészével lehet helyettesíteni, nagyon közel kerülhetünk Roberto Carlo ívelt lövésének pontos magyarázatához.

5 | EGYÜTTMŰKÖDÉSI LEHETŐSÉGEK

Az iStage 3 GeoGebra-platformján [10] részletes információk találhatók a GeoGebra-fájlok letöltéséről és használatáról. Érdemes a tanulókat kihívás elé állítani: próbálják elérni a lehetséges legnagyobb Magnus-effektust a repülő papírcsészék kísérletében. Ez a C_s legmagasabb értékének megtalálását jelenti, amely 1-hez a lehető legközelebb van. Az elemzések, eredmények és modellek másokkal is megoszthatók [11].

REFERENCIÁK

[1] www.theguardian.com/football/2015/may/18/roberto-carloss-free-kick-against-france-recreated-sensible-soccer-style (2016.03.08)

[2] www.uefa.com/trainingground/skills/video/videoid%3D761187.html (2016.03.08)

[3] Az **1. ÁBRA** eredeti képének forrása: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Magnus_effect.svg (2016.03.08)

[4] The Science of Soccer; John Wesson. CRC press, 2002. ISBN 978-0750308137

[5] www.physlets.org/tracker

[6] iStage: IKT oktatási anyagok a természettudományokban, „A biciklitől az űrig", 45–52. oldal; www.science-on-stage.de/iStage1_downloads

[7] VidAnalysis alkalmazás https://play.google.com/store/apps/details?id=com.vidanalysis.free&hl=en (2016.03.08)

[8] www.geogebra.org/

[9] Hasonló kísérletet ír le Laura Howes (Science in School, 35. szám, 2016, www.scienceinschool.org/content/sports-spin).

[10] www.geogebra.org/science+on+stage

[11] www.science-on-stage.de/iStage3_materials

[12] https://processing.org

BIG DATA

Az elmúlt évek során a „Big Data" (nagy adathalmazok) kifejezés a számítástechnika világának egyik vezérfonalává vált. A Big Data olyan nagy méretű adathalmazok elemzésére utal, amelyeket hagyományos módszerekkel már nem lehet kezelni. A nagy szoftvercégek különféle megoldásokat kínálnak ezeknek a legtöbbször automatizált módon létrehozott nagy adatbázisoknak a kezelésére.

A futball világában is hatalmas mennyiségű adat jön létre. Az élvonalbeli mérkőzéseket számos kamerával rögzítik, különféle szögekből és pozíciókból. Így automatikusan kiértékelhető és osztályozható az egyes játékosok teljesítménye és más játékosokkal való együttműködése. A nagy számú kamera és az általuk szolgáltatott adatok használata lehetővé teszi a televíziós riporterek és kommentátorok számára, hogy adatokkal szolgáljanak az egyes játékosok labdabirtoklásával, teljesítményével és edzettségével (például a mérkőzésen lefutott távolsággal) kapcsolatban. Ugyanakkor közismert, hogy az edzők nem szívesen osztják meg másokkal, hogyan használják fel ezeket az adatokat és információkat a stratégiák és taktikák kidolgozásakor.

Az „Adatmeccs" tanegységben a tanulók megismerik, hogyan gyűjthetnek adatokat egy adott játékos helyzetéről a mérkőzés során. Ehhez okostelefont használnak, amely folyamatosan nyomon követi a játékos GPS-adatait. Megtanulják, hogyan írhatnak ilyen programot saját okostelefonjukon.

A Big Data csapata által összeállított „Büntetőpárbaj" című tanegység a tizenegyespárbajjal foglalkozik, amelyre döntetlennel végződött mérkőzések végén, a hosszabbítás után kerül sor. Vajon számít, milyen sorrendben rúgják a játékosok a büntetőket? Először a jobb játékosok lőjenek, vagy kezdjék a gyengébbek? A tanegységhez olyan szoftvert fejlesztettünk, amellyel a tanulók kipróbálhatják a különböző hipotéziseket és kombinációkat.

A sportfogadás több százmillió eurós üzlet. A „Góltőzsde" tanegységünk szerzői azonban arra a következtetésre jutottak, hogy az esélyek korábbi eredmények alapján történő előrejelzése nem túl megbízható. Megfigyeltük viszont, hogy a futballmérkőzésekről az interneten elérhető nagy mennyiségű információ kiváló anyagot szolgáltat ahhoz, hogy a tanulók megismerjék a táblázatok használatát. Ha ezeket az információkat valószínűségszámítással kombináljuk, számos felvetődő kérdés megvizsgálható. Ugyanakkor fel kell hívni a tanulók figyelmét arra, hogy semmilyen körülmények között ne próbáljanak sportfogadással pénzhez jutni.

BERNARD SCHRIEK (NYUGD.)
Marien-Gymnasium
Werl, Németország
Koordinátor


PERE COMPTE · STEPHEN KIMBROUGH · MAEVE LISTON · MARCO NICOLINI
ADATMECCS
A
B

technológia (App Inventor; dweet.io; freeboard.io; programozás, big data)

Informatika és kommunikációs technológia

A projekt 15 évnél idősebb tanulók számára javasolt.

1 | ÖSSZEFOGLALÓ

2015 óta a FIFA engedélyezte a nyomkövető rendszerek (adatgyűjtők) használatát a hivatalos mérkőzéseken. Ezeknek az adatoknak a vizsgálatával és elemzésével a menedzserek, edzők és játékosok további információkhoz juthatnak a játékteljesítménnyel kapcsolatban.

A valós idejű adatokat szolgáltató rendszerek edzés közben, valamint a fizikai teljesítmény tesztelésére is használhatók. Ezek a viselhető eszközök (például órák vagy a játékosok mezébe épített chipek) jelentős mennyiségű adatot gyűjtenek, így az innen származó adatkészletek már a nagy adathalmazok (Big Data) kategóriájába tartoznak.

A tanegység során a tanulók megismerik, hogyan küldhetnek mobileszközökön keresztül valós időben nagy adathalmazokat.

2 | ELMÉLETI BEVEZETŐ

A valós idejű GPS-adatok pályán történő összegyűjtése egyre fontosabb szerepet kap a játékosok teljesítményének javítása, az edzések megtervezése, a sérülések megelőzése és a taktikák kidolgozása terén.

Egy adott futballmérkőzésen körülbelül 1,5 millió játékospozíciót rögzíthetnek a kamerák és a szenzorok. Ezek a GPS-adatok felhasználhatók a játékosok sebességének, gyorsulásának és irányváltoztatásainak mérésére és kiszámítására.

Az adatok elemzésével az edzők megtudhatják, mikor térhet vissza sérülés után egy játékos, illetve mikor nagy a sérülések kockázata. Emellett a mezbe épített szenzorokkal lehetőség van olyan adatok gyűjtésére is, mint a testhőmérséklet (hőtérképek alakulása a pályán), a szívritmus, az oxigénszint, valamint a vér tejsavtartalma.

Az ilyen nagy mennyiségű adatok kényelmes és hatékony tárolásához, feldolgozásához, elemzéséhez és vizualizálásához különféle szoftveres alkalmazások szükségesek.

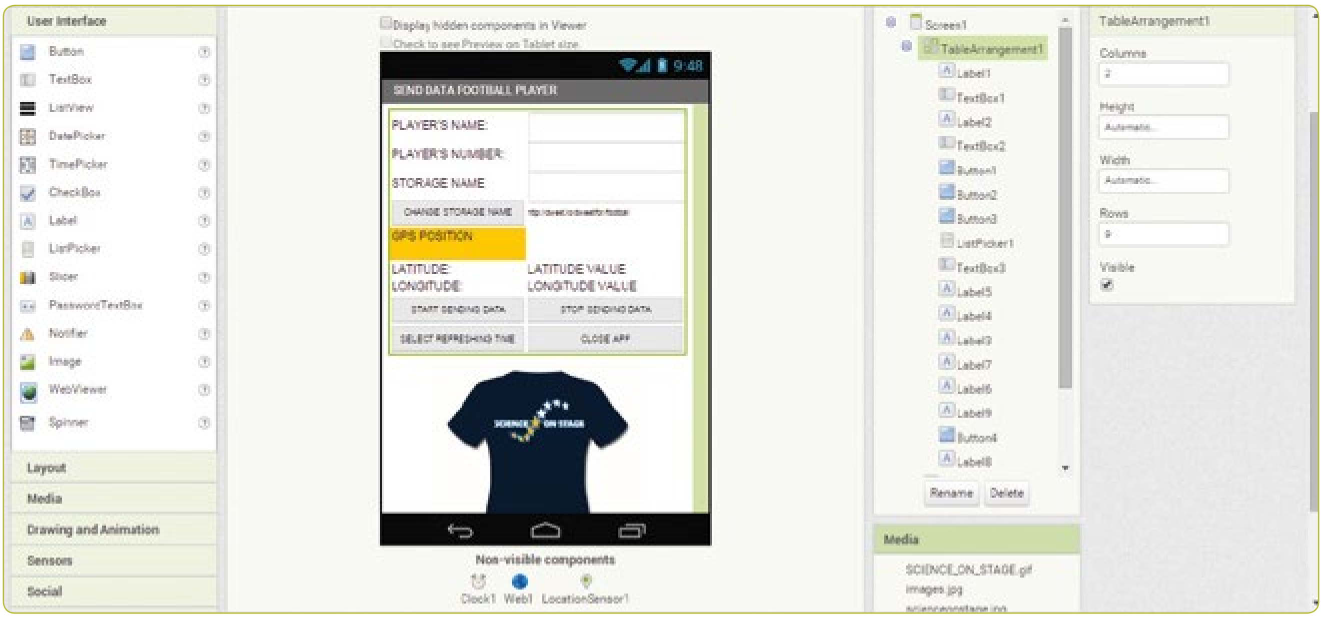
3 | A TANULÓK TEVÉKENYSÉGE

A tanegység során a tanulók okostelefonon keresztül, valós időben küldhetnek nagy adathalmazokat. Emellett az alkalmazásfejlesztésben is kipróbálhatják magukat: az App Inventor [1] programmal saját alkalmazásokat fejleszthetnek. A valós idejű adatok összegyűjtése ezen az alkalmazáson keresztül történik majd. Az összegyűjtött adatok ezután egy online adatmegosztó webhelyre (dweet.io) kerülnek, amely egy képernyőleképező webhelyhez (freeboard.io) kapcsolódik. Az említett programok mindegyike ingyenes és távolról, a felhőben is használható. A tanulók megismerik, hogyan tehetik közzé és oszthatják meg az összegyűjtött adatokat a felhőben.

3 | 1 App Inventor

Az MIT App Inventor innovatív, könnyen használható program, amellyel alkalmazásokat lehet létrehozni és fejleszteni. Kiválóan alkalmas a kezdő programozóknak, és rendkívül tanulóbarát. Megjegyzés: az App Inventor használatához fiókot kell létrehozni.

Az alábbiakban lépésről lépésre bemutatjuk, hogyan fejleszthetünk alkalmazást a tanulók valós idejű GPS-adatainak összegyűjtéséhez a pályán (**1. ÁBRA**).



1. ÁBRA Az App Inventor képernyője

3 | 1 | 1 **App Inventor képernyőtervezés**

Nyissuk meg az App Inventor programot, kattintsunk a *new project* (új projekt) elemre, majd írjuk be a projekt nevét, pl. *Send Data Player* (Játékosadatok küldése). Megjelenik az alkalmazástervező képernyő.

A képernyő jobb oldalán olyan képernyőtulajdonságok láthatók, amelyek a képernyőtartalom megtervezésére szolgálnak.

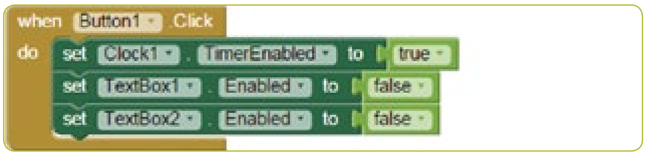
Az 1. ÁBRÁN látható alkalmazás létrehozása a következő lépésekben történt:

- **Screen1.** AlignHorizontal: CENTER; AppName: SEND DATA PLAYER; Icon: SCIENCE_ON_STAGE.GIF; Title: SEND DATA FOOTBALL PLAYER
- **TableArrangement1.** Columns: 2; Rows: 9
- **Label1.**Text. PLAYER'S NAME:
- **Label2.**Text. PLAYER'S NUMBER:
- **TextBox1.** Hint: Introduce your name
- **TextBox2.** Hint: Introduce your number; NumbersOnly
- **TextBox3.** Tipp: Introduce your storage name
- **Label3.** BackgroundColor: Orange; Text: GPS POSITION **(2. ÁBRA)**
- **Label4.**Text. LATITUDE:
- **Label5.**Text. LONGITUDE:
- **Label6.**Text. LATITUDE VALUE:
- **Label7.**Text. LONGITUDE VALUE:
- **Label8.** FontSize:9; Text.http://dweet.io/dweet/for/football
- **Button1.** FontSize:11; Text: START SENDING DATA
- **Button2.** FontSize:11; Text: STOP SENDING DATA
- **Button3.** FontSize:11; Text: CLOSE APP
- **Button4.** FontSize:11; Text: STORAGE NAME
- **Label9.**Text. STORAGE NAME:
- **ListPicker1.** FontSize:11; Text: SELECT REFRESHING TIME (SECONDS)
- **Image1.** Picture: SCIENCE_ON_STAGE.GIF
- **Clock1.**TimerEnabled: NO; Timer Interval: 5,000 (5 másodpercenként)
- **Web1.** Url: http://dweet.io/dweet/for/valami (e.g. http://dweet.io/dweet/for/football; a „valami" ebben az esetben „football", de bármilyen név választható)
- **LocationSensor1.** Time Interval: 1,000 (1 másodpercenként)

3 | 1 | 2 **App Inventor blokkok programozása**

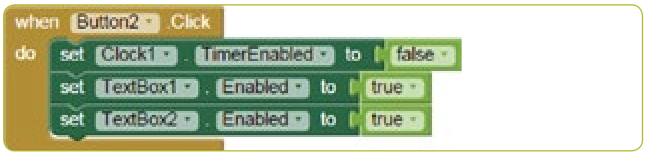
Kattintsunk a *Blocks* (Blokkok) elemre a menüsoron **(1. ÁBRA)**.

Kattintsunk a *Button1* (Gomb1) elemre az adatátviteli óra aktiválásához és a játékosnév/-szám módosításának letiltásához.



3. ÁBRA

Kattintsunk a *Button2* (Gomb2) elemre az adatátviteli óra letiltásához és a játékosnév/-szám módosításának engedélyezéséhez.



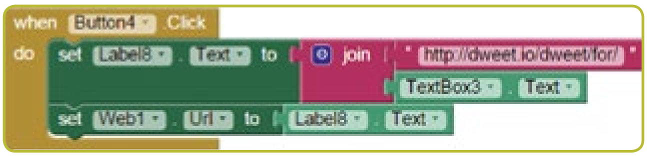
4. ÁBRA

2. ÁBRA A TableArrangement1 összetevői

A *Button3* (Gomb3) gombbal bezárhatjuk az alkalmazást.

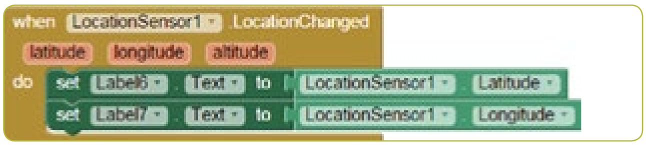
5. ÁBRA

A *Button4* (Gomb4) gombbal módosíthatjuk annak a fájlnak az URL-címét, amelybe közzé szeretnénk tenni az adatokat a dweet.io webhelyen.



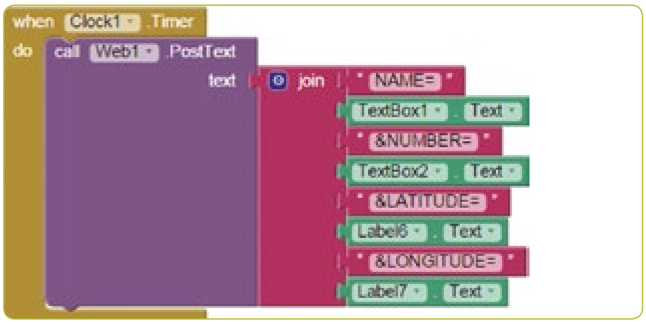
6. ÁBRA

Ha a GPS-szenzor a földrajzi szélességben vagy hosszúságban változást észlel, az adatokat a *Label6* (Címke6) és *Label7* (Címke7) elembe menti.



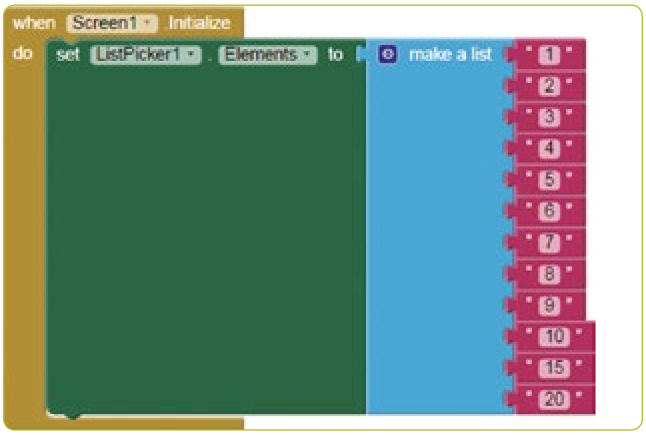
7. ÁBRA

A program a mentett adatokat, a játékos nevét és számát, valamint pozíciójának földrajzi széleségét és hosszúságát rendszeres időközönként – alapértelmezés szerint öt másodpercenként – elküldi **(8. ÁBRA)**.



8. ÁBRA

A *ListPicker1* (Választólista1) lehetővé teszi az időadatok elküldését (mp-ben); 1-től 20 másodpercig **(9. ÁBRA)**.



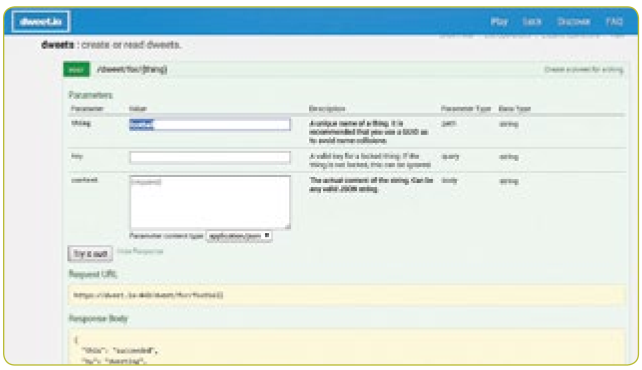
9. ÁBRA

A *Timer Interval* (Időzítő időköze) mező ezredmásopercben van meghatározva. **(10. ÁBRA)**

10. ÁBRA

3|2 Adattárolás a dweet.io webhelyen

A dweet.io webhelyen a szenzorokról származó adatok tehető közzé (**11. ÁBRA** és **12. ÁBRA**). Ennek elterjedt elnevezése a „dolgok internete". A dweet.io egyedi URL-t rendel hozzá minden *dologhoz*.



11. ÁBRA

- Válasszuk a *PLAY* (LEJÁTSZÁS) elemet.
- Kattintsunk a *POST* (KÖZZÉTÉTEL) fülre.
- A *thing* (dolog) mezőbe írjuk be a kívánt tároló nevét. A tárolónév a példaalkalmazásunkban *football* értékre van állítva. Ezért itt a dweetben is *football* néven kell hivatkozni rá.
- Kattintsunk a *Try it out!* (Kipróbálás) elemre.

A *GET* lap használata.
A tárolt adatok megtekintéséhez nyissuk meg a *get/tweets/for/{dolog}* oldalt, válasszuk ki a kívánt *STORAGE NAME* (Tárolónév) elemet (alapértelmezés szerint: *football*), majd kattintsunk a *Try it out* (Kipróbálás) lehetőségre.

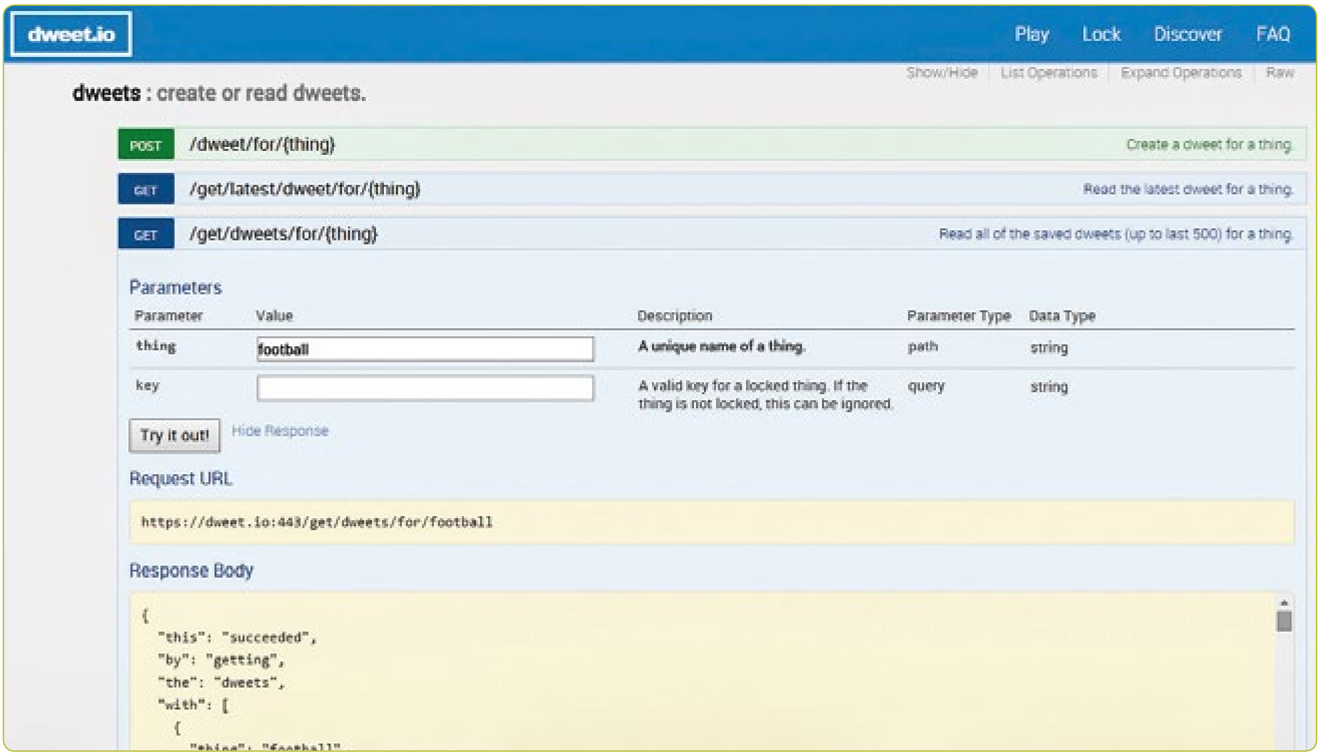
1 | 1 Az adatok vizualizálása a freeboard.io webhelyen

A Freeboard egy nyílt forráskódú, valós idejű adatkijelző-készítő a dolgok internetéhez.

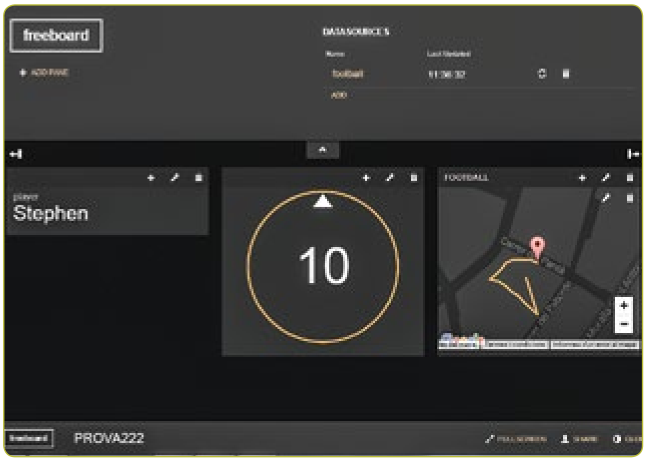
- Kattintsunk a *Start Now* (Kezdés most) elemre.
- Adjunk meg egy nevet és kattintsunk a *Create New* (Új létrehozása) lehetőségre.
- Kattintsunk az *Add Datasources* (Adatforrások hozzáadása) fülre.
- Kattintsunk a *Select a Type* (Típus választása) elemre, majd válasszuk a *Dweet.io* lehetőségét.
- Adjuk meg a nevet – *Name: football*
- Írjuk be a dolog nevét – *Thing Name: football*
- Kattintsunk a *Save* (Mentés) gombra.
- Kattintsunk az *Add Pane* (Panel hozzáadása) fülre.
- Kattintsunk a + szimbólumra.
- Kattintsunk a *Select Type* (Típus kiválasztása) elemre és válasszuk a Text (Szöveg) lehetőséget.
- Adjuk meg a cím értékét – Title: Player
- Kattintsunk a *+Datasource* (+Adatforrás) elemre: Football and Name.
- Kattintsunk a *Save* (Mentés) elemre.
- Kattintsunk az *Add Pane* (Panel hozzáadása) fülre, és válasszuk a *Pointer* (Mutató) lehetőséget.
- Kattintsunk a *+Datasource* (+Adatforrás) elemre: Football and Number.
- Kattintsunk a *Save* (Mentés) elemre.
- Kattintsunk az *Add Pane* (Panel hozzáadása) fülre.
- Kattintsunk a + szimbólumra.
- Kattintsunk a *Select* (Kiválasztás) > *Google Map* (Google Térkép) lehetőségre.
- Kattintsunk a *+Datasource* (+Adatforrás) elemre: Football and Latitude.
- Kattintsunk a *Save* (Mentés) elemre.
- Kattintsunk az *Add Pane* (Panel hozzáadása) fülre.
- Kattintsunk a + szimbólumra.
- Kattintsunk a Select (Kiválasztás) > *Google Map* (Google Térkép) lehetőségre.
- Kattintsunk a *+Datasource* (+Adatforrás) elemre: Football and Longitude.
- Kattintsunk a *Save* (Mentés) elemre **(13. ÁBRA)**.

4 | KÖVETKEZTETÉS

Ez a tanegység arra ösztönzi a tanulókat, hogy saját alkalmazást fejlesszenek az adatok valós időben történő elküldésére. Lehetőséget biztosít a számukra, hogy „valós adatokat” gyűjtsenek a pályán egy legtöbbjük számára könnyen elérhető eszköz, az okostelefon használatával.



12. ÁBRA



13. ÁBRA

14. ÁBRA Adatrögzítő mellényt viselő tanuló

A tanulók megértik, hogy az okostelefonon kívül semmi másra nincs szükség a kívánt adatok begyűjtéséhez, és az eszköz arra is lehetőséget kínál, hogy növeljék a vizsgált paraméterek számát.

Az adatelemzésre számos különféle lehetőség van. A tanulók például a következő eszközök használatával könnyen ábrázolhatják és elemezhetik egy teljes csapat játékosainak helyzetét a pályán:

- Hozzunk létre egy Excel-fájlt, amelyben a játékosok földrajzi hosszúsági és szélességi adatai találhatók.
- Nyissuk meg a www.earthpoint.us oldalt, és válasszuk az *Excel to Google Earth* (Excelből Google Earth-be) lehetőséget, majd válasszuk ki az Excel-fájlunkat és kattintsunk a *View on Google Earth* (Megtekintés Google Earth-ön) elemre.
- A Google Earth térképén: győződjünk meg arról, hogy a játékosok helyzete azon a helyen jelenik meg, ahol ténylegesen játszottak.

További lehetőségek

- A mérkőzés változásainak elemzése – A tanulók idősorrendbe állíthatják a fájlokat, és filmszerűen nézhetik meg az adatok ábrázolását, miközben elemezhetik a csapat mozgását és viselkedését a meccs egy adott időszakában.
- A csapat által lefedett terület – Miután létrehozták a csapat pozícióinak Google Earth-nézetét, a tanulók az azonos forrásból elérhető *Polygon Area* (Poligonterület) segédeszközzel elemezhetik azt. Az egyszerű utasításokat követve a tanulók kiszámíthatják a játékosok pozíciói között befoglalt területet, így meghatározhatják, hogy szétszórtan vagy egységes csapatként játszottak-e.

5 | EGYÜTTMŰKÖDÉSI LEHETŐSÉGEK

A tanulók együttműködési projekteket szervezhetnek a különböző iskolák között. Az egyik iskolában például elvégezhetik a valós idejű méréseket, majd egy másik iskola tanulói elemezhetik az adatokat. Ez a módszer más sportágak tanulmányozására is alkalmas.

ANYAGOK

[1] MIT App inventor http://ai2.appinventor.mit.edu/
- http://usuaris.tinet.cat/pcompte/football/ BIG DATA: Adatok valós idejű küldése
- www.realtracksystems.com/ WIMU valósidejű nyomkövető rendszerek
- http://go.sap.com/solution/industry/sports-entertainment/team-management/sports-one.html SAP Sports One

STEPHEN KIMBROUGH · DAMJAN ŠTRUS

TIZENEGYESPÁRBAJ

büntetőpárbaj, kombinatorika, játékelmélet
matematika, informatika, fizika
14–18 év

1 | ÖSSZEFOGLALÓ

A projekt során a tanulóknak ki kell számítaniuk a sikeres tizenegyesrúgás valószínűségét, figyelembe véve az összes belső és külső tényezőt (pl. geometria, reakcióidő, oldalválasztás).

A tanulóknak emellett meg kell határozniuk a tizenegyespárbajban részt vevő játékosok ideális sorrendjét, valamint olyan szabályt kell találniuk, amellyel „igazságosabbá” lehetne tenni a büntetőpárbajt.

2 | ELMÉLETI BEVEZETŐ

A tizenegyespárbajt az 1970-es években vezették be a FIFA világbajnokságok szabályzatába.

Akkor kerül sor rá, ha egy mérkőzés a hosszabbítás után is döntetlenre áll. Az új szabály bevezetése előtt a nyertest pénzfeldobással választották ki.

A büntetőpárbaj az egyik legizgalmasabb szituáció a mérkőzéseken.

Ebben a tanegységben azt vizsgáljuk, hogyan növelhetjük maximálisra egy adott csapat esélyeit.

A tanegység két részből áll. Az első részben a tanulók kiszámítják a gólszerzés valószínűségét egyetlen tizenegyes esetére. A második részben megismerik a tizenegyespárbaj optimalizálásának módját.

3 | A TANULÓK TEVÉKENYSÉGE

3 | 1 Egyetlen tizenegyesrúgás

A gólszerzés valószínűségének kiszámításához a tizenegyest két független mozgásra kell felosztanunk: a kapus és a tizenegyest rúgó játékos mozgására.

Először a kapushoz rendelünk valószínűségeket trigonometriai alapon.

A kapu szélessége 7,32 m, magassága pedig 2,44 m. A kapusok átlagos magassága kb. 2 m, széttárt karjainak távolsága pedig szintén 2 m. A tanulók ezt követően összehasonlíthatják a kapus által lefedett területet a kapu méretével. Ebből kiszámítható a védés valószínűsége.

A másik fontos tényező a kapus reakcióideje, valamint az, hogy mennyi időbe telik elérni a labdát.

A tanulók először megpróbálhatják megtippelni, hová érdemes lőni a labdát. A válasz: a kapu felső sarkába. Ezután trigonometriával kiszámíthatják a kérdéses pont távolságát. A labda mozgási ideje könnyen kiszámítható ($t = \frac{s}{v}$), azzal a feltételezéssel élve, hogy átlagosan 100 km/óra sebességgel halad.

A kapusnak ennyi ideje van, hogy reagáljon és a jó irányba vetődjön.

A tanulók saját reakcióidejüket egy vonalzó segítségével mérik meg, amelyet az egyik tanuló elejt, majd egy másik elkapja (lásd a 30. oldalt). A vonalzó által megtett távolság alapján a következőképpen lehet kiszámítani a reakcióidőt:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}.$$

g: nehézségi gyorsulás; $g = 9{,}81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
t: idő [s]
h: megtett távolság [m]

A reakcióidő kivonásával a kapusnak a megmaradt idő áll rendelkezésére, hogy megtegye a távolságot a labdáig. Az utóbbit már kiszámítottuk, így $v = \frac{x}{t}$ kezdősebesség szükséges a labda eléréséhez. A sportolók ugrási átlagsebessége kb. 16 km/óra.

A két sebesség összehasonlításával a tanulók beláthatják, hogy a kapusnak nincs esélye elérni a labdát. A következtetés: a kapus nem engedheti meg magának, hogy kivárja a reakcióidőt, azaz előre ki kell választania, melyik irányba vetődik.

A tanulók a kaput két félre osztják, majd kiszámítják a védés valószínűségét az egyik oldalon, a fenti módszer használatával. Ezután három harmadra osztják a kaput, és újra kiszámítják a valószínűséget.

A szabadrúgást végző játékosnak nem könnyű megbecsülni a valószínűségeket, de általában elmondható, hogy a ballábas játékosoknak a jobb sarokba, a jobblábasoknak pedig a bal sarokba érdemes célozni.

A tanulók 10, 20 vagy több, üres kapura végzett tizenegyesrúgás alapján adatokat gyűjthetnek, majd kiszámíthatják a lövéseik pontosságát.

Ezután saját programot írhatnak (vagy felhasználhatják az [1] függelékben található forráskódot) a tizenegyesrúgás szimulációjához. Először a valószínűségi adatokat kell bevinni. A kapus és a tizenegyest rúgó játékos szempontjából a lövés iránya véletlenszerű lesz. Figyelembe véve a nagy számok törvényét, a tizenegyespárbajon a góllövés valószínűsége növelhető a lövések számának emelésével. Ennek alapján a tanulók feltehetik a kérdést, hogy a lövési stratégiák módosítása magasabb vagy alacsonyabb pontossághoz vezet-e. A programkódok között versenyt is lehet rendezni.

1. ÁBRA A büntetőrúgást végző perspektívája

2. ÁBRA A kapus perspektívája

3 | 2 Tizenegyespárbaj

A tizenegyespárbaj mindig ugyanolyan formában történik. Az egyes csapatokból kiválasztanak öt-öt játékost, akik fix sorrendben lövik a büntetőket. Pénzfeldobással döntik el, melyik csapat választhatja ki, ki kezdjen. A csapatok ezután felváltva lövik a büntetőket.

3. ÁBRA A büntetőrúgás szekvenciája

A tanulók kapnak egy játékoslistát, amelyen szerepel a játékosok átlagos góllövési valószínűsége. Kiválasztanak ötöt a játékosok közül, majd meghatározzák, milyen sorrendben lőjenek. Két tanulónak egymás ellen kell versenyeznie egy játékban, amely a Scratch 2-ben készült [2]. Ezután a tanulóknak bizonyítaniuk kell, hogy a kiválasztott sorrend a lehető legjobb. Mivel a góllövés átlagos valószínűsége

$p = \frac{(p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5)}{5}$, minden sorrend egyenlő.

A szimulációktól eltérően a valódi futballban az okoz problémát, hogy a tizenegyest elvégző játékosok a büntetőpárbaj előrehaladtával egyre nagyobb pszichés nyomásnak vannak kitéve. Ez az érték kb. 5 %-ra állítható. Az átlagos valószínűség egyenlete így a következő lesz:

$$p = \frac{(p_1 + 0{,}95p_2 + 0{,}90p_3 + 0{,}85p_4 + 0{,}80p_5)}{5}.$$

Mivel $5! = 5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 = 120$ lehetséges sorrend, a tanulóknak rá kell jönniük, hogyan lehet optimalizálni az eredményt. A legjobb módszer, ha a leggyengébb játékos lő először, és fokozatosan haladunk a jobb játékosok felé – de a megoldás megkeresését a tanulókra kell bízni.

Ennek tudatában a tanulók saját igényeiknek megfelelően módosíthatják a Scratch 2 programot.[2]

A következő változó a pszichológiai hatás, amellyel akkor kell számolni, ha a büntetőpárbajt kezdő csapat értékesíti a tizenegyest. Ez még nagyobb nyomást helyez a sorban következő játékosra.

Ezután a tanulóknak két egyenlő erősségű csapatot kell összehasonlítaniuk, módosítani a programot és több alkalommal futtatni a szimulációt. Arra a következtetésre fognak jutni, hogy a tizenegyespárbajt kezdő csapat esélye nagyobb a győzelemre.

A tanulóknak végül meg kell vitatniuk, milyen szabállyal lehetne igazságosabbá tenni a tizenegyespárbajt. Célszerű tesztelni a szabályt az említett programmal, hogy kiderüljön, elegendő-e öt lövés a várt eredmény eléréséhez.

A legigazságosabb sorrend az AB BA BA AB lenne az A. és B. csapat számára (mindkét csapatban 8–8 játékos játszik). Ezt Thue-Morse-sorozatnak is nevezzük. Meg kell változtatni a csapatok lövési sorrendjét, majd magát az új sorrendet is módosítani kell.

4 | KÖVETKEZTETÉS

A tanulók megtanulják, hogyan modellezzenek egy valós forgatókönyvet, és hogyan elemezzék matematikai módszerekkel. Azt is elsajátítják továbbá, hogyan használják programozási készségeiket a bonyolultabb helyzetekből eredő problémák megoldására, és hogyan írjanak saját forgatókönyvet a büntetőpárbajokhoz.

5 | EGYÜTTMŰKÖDÉSI LEHETŐSÉGEK

A tanulók osztályon belüli vagy iskolák közötti bajnokságot szervezhetnek, így kipróbálhatják, melyik büntetőpárbaj-stratégia működik a legjobban (lásd a *3.1* részt).

A tanulók azzal is kísérletezhetnek, hogyan „javíthatják" a szabályokat a kapu méretének és alakjának módosításával. Mi lenne a büntetőpárbaj eredménye, ha a kapu kerek vagy háromszög alakú lenne?

REFERENCIÁK

[1] www.science-on-stage.de/iStage3_materials
[2] https://scratch.mit.edu/scratch2download/

STEPHEN KIMBROUGH · MARCO NICOLINI · DAMJAN ŠTRUS

GÓLTŐZSDE

táblázat, gólstatisztikák, átlagok, grafikonok, relatív gyakoriság, véletlen, valószínűség, kvóta
matematika, statisztika, IKT
15–19 év

1 | ÖSSZEFOGLALÓ

Ebben a tanegységben interneten [1] vagy napilapokban ingyen hozzáférhető futballstatisztikákkal dolgozhatnak a tanulók. Az adatok értelmezésére, illetve a futballeredményekkel kapcsolatos kérdéseik feltételére is van lehetőségük.

2 | ELMÉLETI BEVEZETŐ

A futball a világ legnépszerűbb sportja, amely a nemzeti, kulturális, nemi és szocioökonómiai osztályok határain egyaránt messze túlmutat. A minden eddiginél nagyobb ütemben bővülő nézőközönsége révén a futball vonzereje világszerte egyre nagyobb: ilyenformán mára világszerte a sportágazat egyik legerősebb üzletágává vált.

Az európai futballpiac értékét 19,4 milliárd euróra becsülik [2]. Sok-sok ember megélhetése függ ettől az iparágtól: többek között a játékosoké, az edzőké, a bíróké, a marketingvállalatoké, a médiáé és végül, de nem utolsó sorban a fogadóirodáké, illetve bukmékereké. A sportfogadási ágazat „forgalma” évente mintegy 606–870 milliárd euró. A bukmékerek feladata előrejelezni, hogy egy adott csapat nyerni vagy veszíteni fog-e, ahogy a fogadási szorzók kiszámítása is az ő feladatuk. Egy sikeres bukmékernek nemcsak szerencsére, de kiváló matematikai készségekre is szüksége van ahhoz, hogy komplex adatsorokat elemezzen, amihez kombinatorikai tényezőket és komplex változókat egyaránt figyelembe kell vennie.

3 | A TANULÓK TEVÉKENYSÉGE

A tanulóknak legfontosabb készségként először az adatbázisoknak a táblázatos formában való elkészítését és bővítését kell elsajátítaniuk. Az interneten elérhető, labdarúgással kapcsolatos adattípusok között számos változó szerepel. Ilyen változó például a meccsek időpontja, a hazai vagy idegenbeli pályán szerzett eredmények, a teljes meccsre vagy a félidőkre vonatkozó eredmények, a lövések, a szögletek, a szabálytalanságok, a lesek, a sárga vagy piros lapok száma, és természetesen a fogadási szorzók értéke. A tanulók összegyűjthetik a használni kívánt adatokat ezekből a forrásokból, és beimportálhatják saját táblázataikba.

3 | 1 Adatbevitel

A diákok feladata, hogy készítsenek táblázatot a meccsek eredményeiből. A feladathoz használható példatáblázat az **1. ÁBRÁN** látható. A táblázat a német Bundesliga 1 2014/15. évi eredményeit tartalmazza.

A hazai csapatok neve a bal oldali oszlopban, a vendégcsapatok neve a felső sorban található (a csapatnevek ábécésorrendbe vannak rendezve).

A meccseken lőtt gólok száma (eredmény) a csapathoz tartozó megfelelő cellában van feltüntetve: a bal oldali oszlopban a hazai csapat által lőtt gólok, a jobb oldali oszlopban pedig a vendégcsapat által lőtt gólok száma látható. Amikor például a Bayern München hazai pályán játszott az Augsburg ellen, a meccs eredménye 0:1 lett. Amikor az Augsburg játszott hazai pályán a Bayern ellen, 0:4-es eredményt értek el.

3 | 2 Számítások

Feladat:

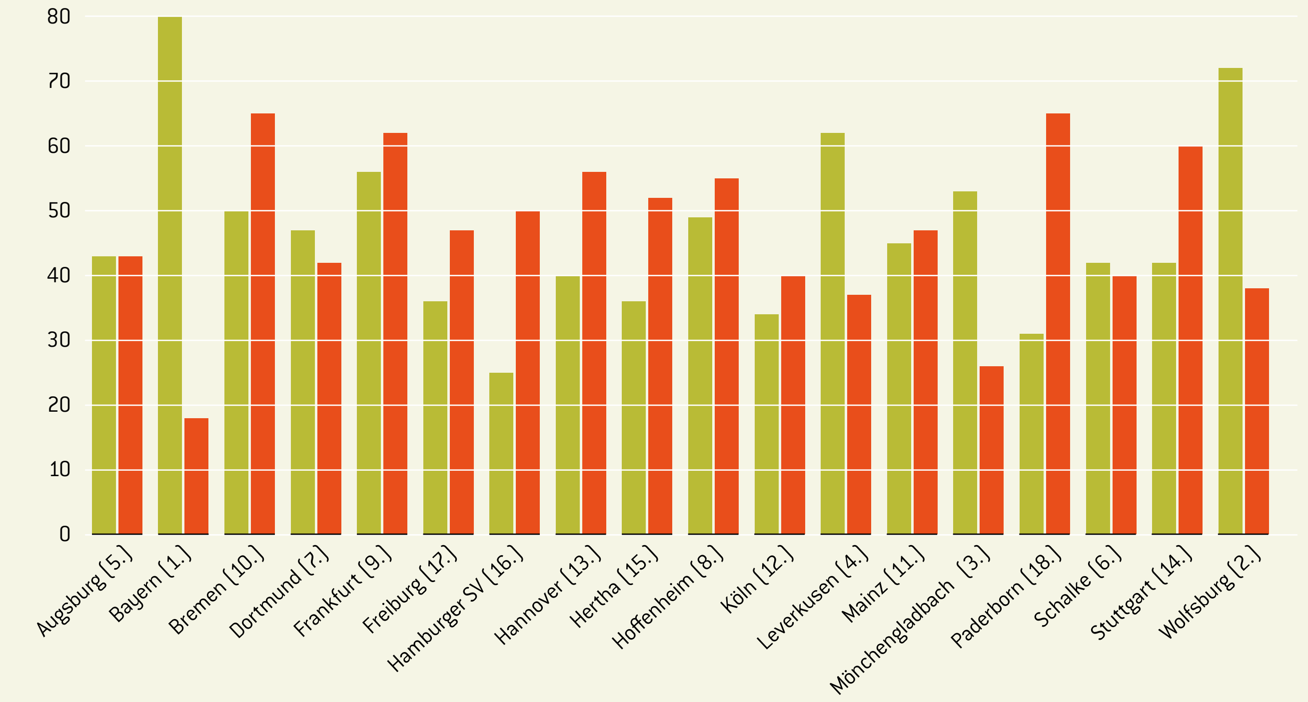
1. Készítsünk képletet, amelynek segítségével kiszámítható, hány meccset játszottak a Bundesliga 1-ben a teljes szezonban (tipp: 18 csapat játszott egymás ellen).

   Megoldás: Mindegyik csapatnak 17 ellenfele van, amelyek otthoni és idegenbeli mérkőzéseket is játszanak, így az egyes csapatok $2 \cdot 17 = 34$ mérkőzést játszanak (a Bundesliga 1 bajnokságban is 34 forduló van). Mivel össze-

1. ÁBRA Táblázat a mérkőzések eredményeivel; német Bundesliga 1, 2014/15-ös szezon

	vendégcsapat / hazai csapat	Augsburg		Bayern		Bremen		Dortmund		Frankfurt		Freiburg		Hamburger SV		Hannover		Hertha		Hoffenheim		Köln		Leverkusen		Mainz		Mönchengladbach		Paderborn		Schalke		Stuttgart		Wolfsburg	
1	Augsburg			0	4	4	2	2	3	2	2	2	0	3	1	1	2	1	0	3	1	0	0	2	2	0	2	2	1	3	0	0	0	2	1	1	0
2	Bayern	0	1			6	0	2	1	3	0	2	0	8	0	4	0	1	0	4	0	4	1	1	0	2	0	0	2	4	0	1	1	2	0	2	1
3	Bremen	3	2	0	4			2	1	1	0	1	1	1	0	3	3	2	0	1	1	0	1	2	1	0	0	0	2	4	0	0	3	2	0	3	5
4	Dortmund	0	1	0	1	3	2			2	0	3	1	0	1	0	1	2	0	1	0	0	0	0	2	4	2	1	0	3	0	3	0	2	2	2	2
5	Frankfurt	0	1	0	4	5	2	2	0			1	0	2	1	2	2	4	4	3	1	3	2	2	1	2	2	0	0	4	0	1	0	4	5	1	1
6	Freiburg	2	0	2	1	0	1	0	3	4	1			0	0	2	2	2	2	1	1	1	0	0	0	2	3	0	0	1	2	2	0	1	4	1	2
7	Hamburger SV	3	2	0	0	2	0	0	0	1	2	1	1			2	1	0	1	1	1	0	2	1	0	2	1	1	1	0	3	2	0	0	1	0	2
8	Hannover	2	0	1	3	1	1	2	3	1	0	2	1	2	0			1	1	1	2	1	0	1	3	1	1	0	3	1	2	2	1	1	1	1	3
9	Hertha	1	0	0	1	2	2	1	0	0	0	0	2	3	0	0	2			0	5	0	0	0	1	1	3	1	2	2	0	2	2	3	2	1	0
10	Hoffenheim	2	0	0	2	1	2	1	1	3	2	3	3	3	0	4	3	2	1			3	4	0	1	2	0	1	4	1	0	2	1	2	1	1	1
11	Köln	1	2	0	2	1	1	2	1	4	2	0	1	0	0	1	1	1	2	3	2			1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	2
12	Leverkusen	1	0	2	0	3	3	0	0	1	1	1	0	4	0	4	0	4	2	2	0	5	1			0	0	1	1	2	2	1	0	4	0	4	5
13	Mainz	2	1	1	2	1	2	2	0	3	1	2	2	1	2	0	0	0	2	0	0	2	0	2	3			2	2	5	0	2	0	1	1	1	1
14	Mönchengladb.	1	3	0	0	4	1	3	1	1	3	1	0	1	0	2	0	3	2	3	1	1	0	3	0	1	1			2	0	4	1	1	1	1	0
15	Paderborn	2	1	0	6	2	2	2	2	3	1	1	1	0	3	2	0	3	1	0	0	0	0	0	3	2	2	1	2			1	2	1	2	1	3
16	Schalke	1	0	1	1	1	1	2	1	2	2	0	0	0	0	1	0	2	0	3	1	1	2	0	1	4	1	1	0	1	0			3	2	3	2
17	Stuttgart	0	1	0	2	3	2	2	3	3	1	2	2	2	1	1	0	0	0	0	2	0	2	3	3	2	0	0	1	0	0	0	4			0	4
18	Wolfsburg	1	0	4	1	2	1	2	1	2	2	3	0	2	0	2	2	2	1	3	0	2	1	4	1	3	0	1	0	1	1	1	1	3	1		

2. ÁBRA Szerzett gólok (zöld) és kapott gólok (piros) grafikonja az egyes csapatokhoz – német Bundesliga 1, 2014/15-ös szezon



sen 18 csapat játszik, minden fordulóban kilenc mérkőzésre kerül sor. Ezért a teljes szezon összesen 306 meccsből áll.

2. Számítsuk ki a gólstatisztikákat (szerzett és kapott gólok) minden egyes csapathoz az egész szezonra.

   A **2. ÁBRÁN** láthatók az egyes csapatok által szerzett (zölddel jelölve) és kapott (pirossal jelölve) gólok A tanulók ezután összehasonlíthatják az eredményeiket az online adatbázisokból származó valós adatokkal, és így ellenőrizhetik a számításaikat.

3. Számítsuk ki a mérkőzések gólátlagát a teljes szezonra.

   Megoldás: 2,75

4. Számítsuk ki az egyes csapatok szerzett és kapott gólјainak mérkőzésenkénti átlagát. A tanulók grafikont készítenek a mérkőzésenként szerzett és kapott gólokról minden egyes csapathoz. Kérjük meg a tanulókat, hogy hasonlítsák össze a grafikont az egyes csapatok végleges tabellán elfoglalt helyezésével, majd adjunk nekik időt, hogy felismerjék a grafikon alakja és a végső helyezés közötti összefüggést (**2. ÁBRA**).

5. Számítsuk ki a mérkőzésenkénti gólok számának $p(n)$ relatív gyakoriságát. A tanulók megszámolhatják, hány meccsen értek el az egyes csapatok 0, 1, 2, 3 vagy több gólt. Minden csapatról táblázatot készíthetnek, és grafikont rajzolhatnak a gólok relatív gyakoriságáról és a mérkőzésenkénti gólok számáról az egyes csapatok esetében.

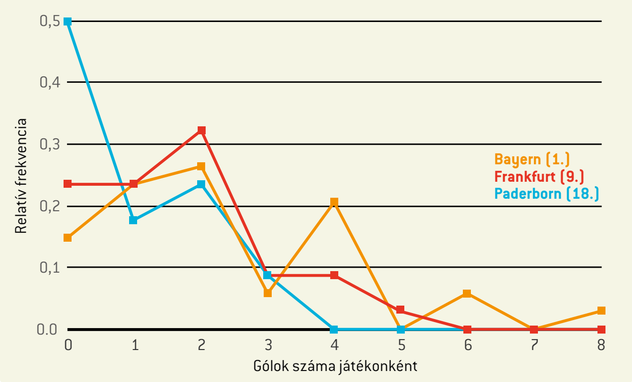
A **3. ÁBRÁN** az látható, hogy a Bayern összesen 34 mérkőzést játszott, öt mérkőzésen nem rúgott gólt, nyolc mérkőzésen egy gólt rúgott, kilenc mérkőzésen két gólt szerzett stb. Kérjük meg a tanulókat, hogy a táblázatkezelő programban lévő képletekkel tervezzék meg a **3. ÁBRÁN** látható javasolt táblázatot.

3. ÁBRA Relatív gyakoriságok $p(n)$ három csapatnál

	Relatív gyakoriság					
	Bayern (1.)		Frankfurt (9.)		Paderborn (18.)	
n	$N*p(n)$	$p(n)$	$N*p(n)$	$p(n)$	$N*p(n)$	$p(n)$
0	5	0,15	8	0,24	17	0,50
1	8	0,24	8	0,24	6	0,18
2	9	0,26	11	0,32	8	0,24
3	2	0,06	3	0,09	3	0,09
4	7	0,21	3	0,09	0	0,00
5	0	0,00	1	0,03	0	0,00
6	2	0,06	0	0,00	0	0,00
7	0	0,00	0	0,00	0	0,00
8	1	0,03	0	0,00	0	0,00
	34	1	34	1	34	1

A második oszlop összege az egy csapat által a teljes szezonban játszott mérkőzések száma, a harmadik oszlop összege pedig 1.

4. ÁBRA Relatív gyakoriság és gólok száma mérkőzésenként három csapat esetében



6. Állapítsuk meg, milyen (korábban már kiszámított) információhoz jutnak a tanulók, ha megszorozzák a gólok számát (n) a megfelelő $p(n)$ relatív gyakorisággal a táblázat egyes soraiban. Ezután összegezzük a szorzatokat:

$$\sum_{n=0}^{\infty} n \cdot p(n).$$

Megoldás: A számítással az egyes csapatok által a szezonban szerzett gólok átlagos számát kapjuk: $\overline{n}$.

7. A gólok átlagos száma alapján számítsuk ki a relatív szórást a mérkőzések eredményében. A koincidencia relatív szórás, amelynek értéke a Poisson-eloszlás szerint $\sqrt{\frac{1}{\overline{n}}}$.

Az egyes mérkőzések eredményét egyre nehezebb megjósolni, ahogy nő a relatív szórás értéke. Ez csak közelítő becslés; ugyanakkor érvelhetünk úgy, hogy a futball alapja a relatív szórás. A valós mérkőzéseken a relatív szórás gyakran akár 100% is lehet. A relatív szórás ugyanakkor magasabb, ha a csapat hátrébb helyezkedik el a tabellán.

8. Rajzoljuk fel grafikonon, hogyan változik az egyes csapatok helyzete a tabellán a szezon közben (mind a 34 fordulóhoz). Vitassuk meg a tanulókkal a tabellán való előrelépés vagy visszaesés lehetséges okait.

3 | 3 Valószínűség

9. A tanulók korábban már kiszámították az egyes csapatok szerzett és kapott góljainak mérkőzésenkénti átlagát. Legyen r_1 az első csapat mérkőzésenként szerzett góljainak átlagos száma, az r_2 pedig a második csapat mérkőzésenként szerzett góljainak átlagos száma. Az R értékét a következő hányadosként definiáljuk: $R = \frac{r_1}{r_2}$.

Annak valószínűsége, hogy az első csapat szerzi a következő gólt, $p_1 = \frac{R}{R+1}$, annak valószínűsége pedig, hogy a második csapat szerzi a következő gólt $p_2 = 1 - p_1 = \frac{1}{R+1}$.

Az átlagok természetesen minden szerzett gólnál megváltoznak. Ezt azonban nem vesszük figyelembe: helyette az előző átlagokat használjuk a teljes mérkőzésre. Kérjük meg a tanulókat, hogy számítsák ki a p_1 és p_2 valószínűségeket az egyes csapatokhoz a 33 forduló adatainak alapján, hogy összehasonlíthassák az elméleti eredményeket a Bundesliga 1 2014/15-ös szezonjának 34. fordulójából származó tényleges eredményekkel.

10. Ha a mérkőzés egy adott pontján a két csapat összesen n gólt szerzett, akkor p_1^n annak a valószínűsége, hogy az összes gólt az első csapat szerezte, p_2^n pedig annak a valószínűsége, hogy az összes gólt a második csapat szerezte. Annak a valószínűsége, hogy az első csapat k gólt szerzett az n gólból: $\binom{n}{k} p_1^n p_2^{n-k}$.

11. Annak a valószínűsége, hogy a mérkőzésenként r gólt szerző csapat n gólt szerez t idő alatt (a mérkőzés kezdete és vége között: 0 = mérkőzés kezdete és 1 = mérkőzés vége) a következőképpen számítható ki: $p = \frac{(rt)^n}{n!}\, e^{-rt}$.

Kérjük meg a tanulókat, hogy rajzolják fel grafikonon annak valószínűségét, hogy az egyes csapatok n (0, 1, 2, 3 vagy 4) gólt szereznek egy mérkőzés 90 perce alatt. Hasonlítsuk össze a 33 forduló elméleti számításait a Bundesliga 1 2014/15-ös szezonjának 34. fordulójából származó tényleges eredményekkel.

12. A tanulókat megkérhetjük arra is, hogy ellenőrizzék az $n:m$ eredmény valószínűségét. Az elmélet szerint a valószínűség a következő egyenlettel számítható ki:
$$p_{n,m} = \frac{(r_1 t)^n \,(r_2 t)^m}{n!\, m!} e^{-(r_1+r_2)t}.$$

Az egyenlet azt feltételezi, hogy az egyes csapatok góljai függetlenek egymástól, ami nyilvánvalóan nem igaz, de első közelítésként alkalmazható. Hasonlítsuk össze az elméleti számításokat a Bundesliga 1 2014/15-ös szezonjának 34. fordulójából származó tényleges eredményekkel (**5. ÁBRA**).

FIG. 5 Eredmények a Bundesliga 1 2014/15-ös szezonjának 34. fordulójából [3]

Bayern	Mainz	**2 : 0**
Dortmund	Bremen	**3 : 2**
Frankfurt	Leverkusen	**2 : 1**
Hamburger SV	Schalke	**2 : 0**
Hannover	Freiburg	**2 : 1**
Hoffenheim	Hertha	**2 : 1**
Köln	Wolfsburg	**2 : 2**
Mönchengladbach	**Augsburg**	**1 : 3**
Paderborn	**Stuttgart**	**1 : 2**

4 | KÖVETKEZTETÉS

Az adathalmazok folyamatos vizsgálata és elemzése bizonyos mértékben segíthet a futballmérkőzések eredményeinek megjóslásában. Ugyanakkor az egyes mérkőzések pontos eredményének előrejelzéséhez számos egyéb paramétert is figyelembe kell venni a gólokon kívül (pl. sérülések, játékosok pillanatnyi formája, pálya állapota, időjárás stb.). Ha létezne valamilyen „mágikus" képlet, sokkal több lenne a fogadásból meggazdagodott milliomos. De az esélyek latolgatásáról elmondható, hogy sokkal inkább művészet, mint tiszta tudomány.

A tanegység célja ugyanakkor nem az, hogy a sportfogadásról beszéljünk, ezért ennyi legyen is elég a témáról.

5 | EGYÜTTMŰKÖDÉSI LEHETŐSÉGEK

A különböző országokban tanuló diákok összegyűjthetik saját nemzeti bajnokságaik eredményeit. Ezután kiszámíthatják az egyes csapatok gólstatisztikáját (szerzett és kapott gólok) a teljes szezonra, a gólok mérkőzésenkénti átlagát, valamint a mérkőzésenként az egyes csapatok által szerzett és kapott gólok átlagos számát.

Végül összehasonlíthatják a számítások eredményét, és elemzésnek vethetik alá a nemzeti bajnokságot. Mindegyik csapat nagyjából hasonló játékerőt képvisel, vagy néhány kiemelkedően erős csapat, néhány gyenge csapat és nagy számú átlagos csapat alkotja a mezőnyt? Lehet, hogy a tanulók a fenti két feláláson túlmutató, harmadik, negyedik vagy ötödik lehetőséget állapítanak meg …

REFERENCIÁK

[1] www.football-data.co.uk/

[2] www.soccerex.com/about/what-soccerex/football-industry (2015.11.08)

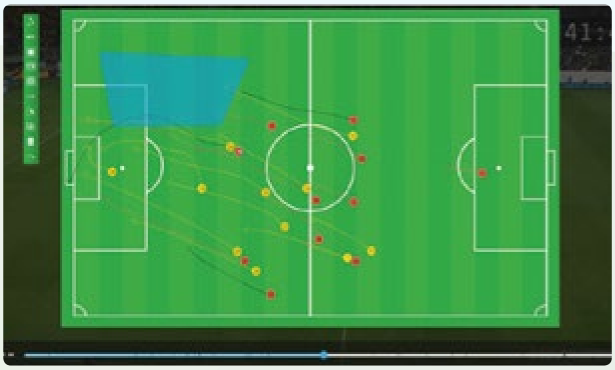
[3] www.rezultati.com/nogomet/njemacka/bundesliga-2014-2015/ (2015.11.12)

- ALI JE NOGOMET IGRA NA SREČO, Janez Strnad, Presek, ISSN 0351-6652, 13. év (1985/1986), 1. sz., 9–15. oldal
- Matematika i nogomet (http://pptfilesearch.com/single/79931/nogomet-i-matematika), Franka Miriam Brückler, Osijek, 1.6.2006 (2016.03.08)

INFORMATIKA A GÓLSZERZÉS SZOLGÁLATÁBAN

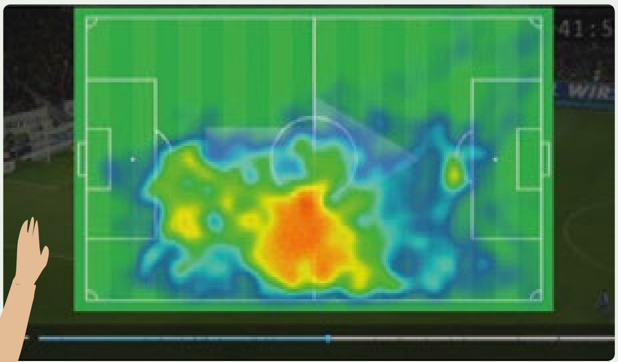
Az informatika a futball nélkülözhetetlen részévé vált: segít a csapatoknak felkészülni a mérkőzésekre és lehetővé teszi a játék elemzését a félidőben. A nagy adathalmazok célzott összegyűjtésének és elemzésének köszönhetően az edzők tökéletesen hozzáigazíthatják a csapat egészének mozgását az ellenfél játékához, és ezeket a reakciókat automatikussá tehetik. Az olyan analitikai eszközök esetében, mint a *Match Insights*, a videoanyagok elemzése kerül középpontba. Az edzések során a játékosok testéhez rögzített szenzorok nemcsak a pozícióról és a mozgásról, hanem többek között a pulzusszámról is információkkal szolgálnak. Az egyes játékosok és csapatok statisztikai adataival teljesítményprofilokat lehet létrehozni és összehasonlításokat lehet végezni. Az edzők ezeket az információkat felhasználva alakítják ki az ideális edzéstervet és a következő mérkőzés taktikáját.

VIDEOELEMZÉS (MATCH INSIGHTS)



TAKTIKAI TÁBLÁK

Ezek a segédeszközök a játékosok mozgási mintázatait mutatják meg, többek között a hátvédsorok helyzetét, a futási mintákat, valamint a játékosok által lefutott távolságokat. A mintázatok alapján az edző láthatja például azt, mikor vált az ellenfél csapata szoros emberfogásról területvédelemre, ami segít a gólszerzési lehetőségek kialakításában.



HŐTÉRKÉPEK

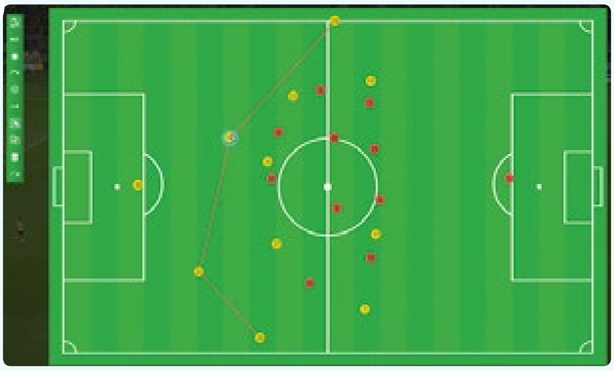
Ezek a térképek az egyes játékosok teljesítményét, mozgási útvonalait és az általuk lefedett pályaterületeket mutatják. Az edző ebből megállapíthatja, hogy a védelem vagy a támadósor teljesít-e jobban. Így maximálisan ki lehet használni a játékosok teljesítményét, és megfelelő szerepet lehet rájuk osztani a mérkőzésen.

JÁTÉKOSSTATISZTIKA

A játékosok teljesítményét a rendszer a teljes mérkőzés során rögzíti. Az edző így azonnal áttekinthető információkhoz jut: látja például a kapura lövések számát, a megtett távolságot, a passzok számát, valamint az egyéni teljesítményeket a csapatátlaghoz viszonyítva. Emellett a sérülések kockázata megállapítható az adatokból.

JAVASOLT HASZNÁLAT A JÁTÉKOSOK SZEREPELTETÉSÉHEZ ÉS EDZÉSÉHEZ

MOZGÁSELEMZÉS ÉS CSAPATOK ÖSSZEHASONLÍTÁSA



Az edző összehasonlítja a két csapat utolsó tíz mérkőzését, például góloknál és gólhelyzeteknél. Az összehasonlításból kiderülhet, hogy az ellenfél normál szituációkban gyengébb teljesítményt nyújt, vagy a mérkőzés végén több gólt szokott szerezni. Az edző ilyenkor arra utasíthatja a csapatát, hogy alakítsanak ki normál szituációkat, illetve a mérkőzés végén törekedjenek a játék lassítására.

JAVASOLT HASZNÁLAT CSAPATTAKTIKÁHOZ

ÉSZLELÉSI ÉS LÖVÉSI TECHNIKA

A nagyobb klubok már ma is használnak informatikai megoldásokat a speciális edzések keretében.

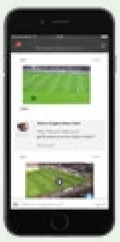
FOOTBONAUT

Ez az eszköz olyan kocka formájú ketrec, amely labdákat lő ki a játékosok irányába. A labda lekezelését és kontroll alatt tartását, valamint a pontos lövéseket gyakorolják vele.

HELIX

Ez a pályán használható szimulációs eszköz segít a játékosoknak, hogy jobban megértsék a távoli játékot és a gyors akciókat.

SZEMÉLYRE SZABOTT PSZICHOLÓGIAI EDZÉS



A hivatalos edzéseken kívül a játékosok az edzőkkel és videoelemzőkkel folytatott beszélgetések révén is javítják a teljesítményüket, így készülve fel a következő mérkőzésre.

Forrás: SAP / SAP Sports One Software
Jens Wittkopf támogatásával,
Termékek és innováció, Sport és szórakozás, SAP SE

TOVÁBBI FORRÁSOK ÉS ANYAGOK

A szerzők további forrásokat és anyagokat tettek elérhetővé a tanegységekhez.
Ezek ingyenesen letölthetők a következő címről: www.science-on-stage.de/iStage3_materials

PROJEKTRENDEZVÉNYEK: iSTAGE 3 – FUTBALL A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS OKTATÁSBAN

Ötletbörze az *iStage 2 – Okostelefonok a természettudományos oktatásban* projekt témaköreiben, Berlin, Németország
▼ 2014. december 5.

▲ 2015. február 3.
Koordinátorok találkozója: Dortmund, Németország

Első műhelytalálkozó: Berlin, Németország
▼ 2015. április 24–26.

▲ 2015. november 6–8.
Második műhelytalálkozó: Berlin, Németország

A kiadvány bemutatása Hessen Állam brüsszeli EU-s képviseletén
▼ 2016. június 2.

▲ Követő rendezvények 2016-ban és 2017-ben
Tanárképző kurzusok különböző európai országokban

KÁRTYAPÁROK

Lásd a „Szén-dioxid-lábnyom a nagyító alatt” tanegységet, 12. oldal.
Letöltés: www.science-on-stage.de/iStage3_materials










SCIENCE ON STAGE

SCIENCE ON STAGE
SCIENCE ON STAGE
SCIENCE ON STAGE
SCIENCE ON STAGE
SCIENCE ON STAGE
SCIENCE ON STAGE
SCIENCE ON STAGE
SCIENCE ON STAGE
SCIENCE ON STAGE
SCIENCE ON STAGE
SCIENCE ON STAGE

SCIENCE ON STAGE EUROPE

A „SZÍNPADON A TERMÉSZETTUDOMÁNY – TERMÉSZETTUDOMÁNYT OKTATÓ TANÁROK EURÓPAI HÁLÓZATA”

… a különböző oktatási intézmények tudományos, technológiai, mérnöki és matematikai (STEM) hálózata.
… európai szintű platformot biztosít a tanítási ötletek megosztásához.
… felhívja a figyelmet a tudomány és technológia fontosságára az iskolákban és a nagyközönség körében.

A Színpadon a természettudomány fő támogatója a GESAMTMETALL (német gép- és villamosmérnöki munkaadók szövetsége) a „think ING.” kezdeményezés révén.

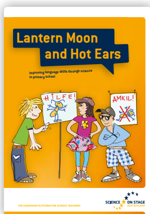
Csatlakozás, nemzeti honlap
WWW.SCIENCE-ON-STAGE.EU
www.facebook.com/scienceonstageeurope
www.twitter.com/ScienceOnStage

Hírlevél kérése:
www.science-on-stage.eu/newsletter

TOVÁBBI ANYAGOK

iStage – IKT oktatási anyagok a természettudományokban
- Biológia és egészségügy
- Környezetünk
- A biciklitől az űrig

iStage 2 – Okostelefonok a természettudományos oktatásban
- Oktatási segédanyagok az okostelefonok felhasználásához a természettudományos oktatásban



Lantern Moon and Hot Ears
- Nyelvtanulás a természettudomány révén általános iskolában
- Kísérletek, táblázatok, szövegek stb.

Ingyenes letöltés:
www.science-on-stage.de/materials

SCIENCE ON STAGE GERMANY

A SCIENCE ON STAGE GERMANY FŐ TÁMOGATÓJA

think ING.

Die Initiative für Ingenieurnachwuchs

Proudly supported by

SAP®