




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 futballkézségek, 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 tényre az emberi kéz és a futball közötti kapcsolatáról. 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”.

Végző 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 kezéssel kapcsolatos döntés néha az egész mérkőzés kimenetelére hatással van. A labda kézzel való érintésének legismertebb esete kétségtelenül Diego Maradona „11-es keze” néven elhíresült gólja az 1986-os mexikói FIFA világbajnokság negyedöntőjében, 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 eu-

rót 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 végezhetőek a mozgással, a gyorsulással, az erővel, 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 elensúlyozza 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)

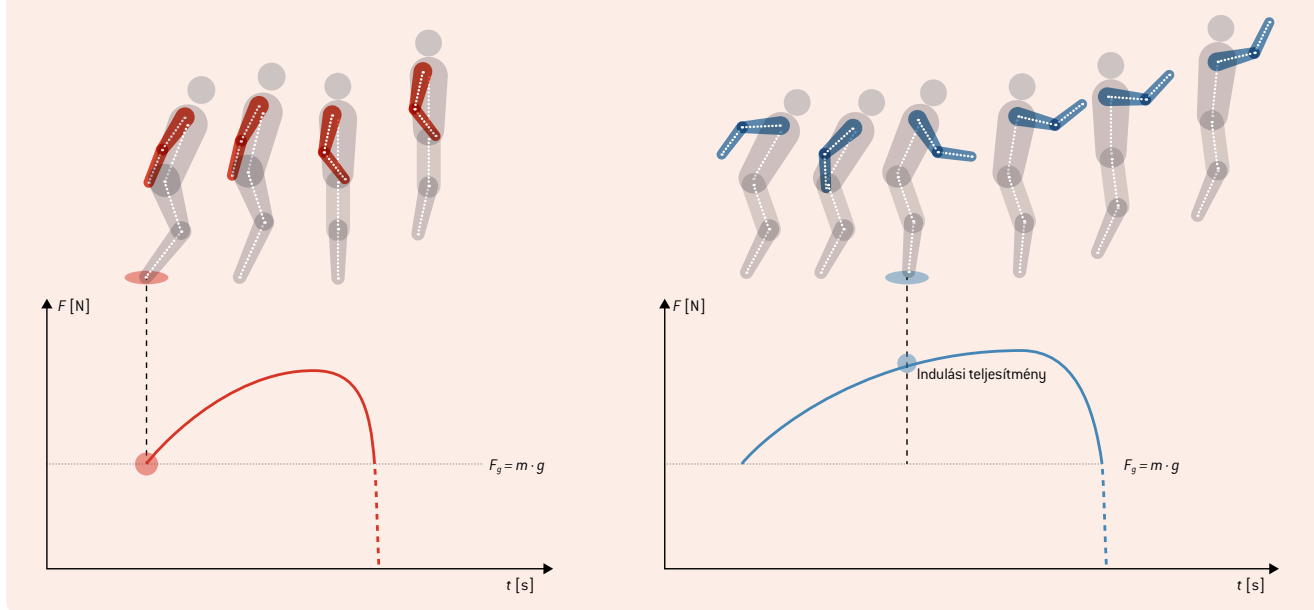
	normál mozgás idő [s]	egyenes kar idő [s]	hát mögött tartott kar idő [s]
Fiú	3,12	4,03	4,03
Lány	4,07	5,03	4,18

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:

$$\bar{P} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{m \cdot g \cdot h}{\Delta t}$$

\bar{P} : átlagos teljesítmény [W]

W : munkavégzés a potenciális energia növelésével [J]

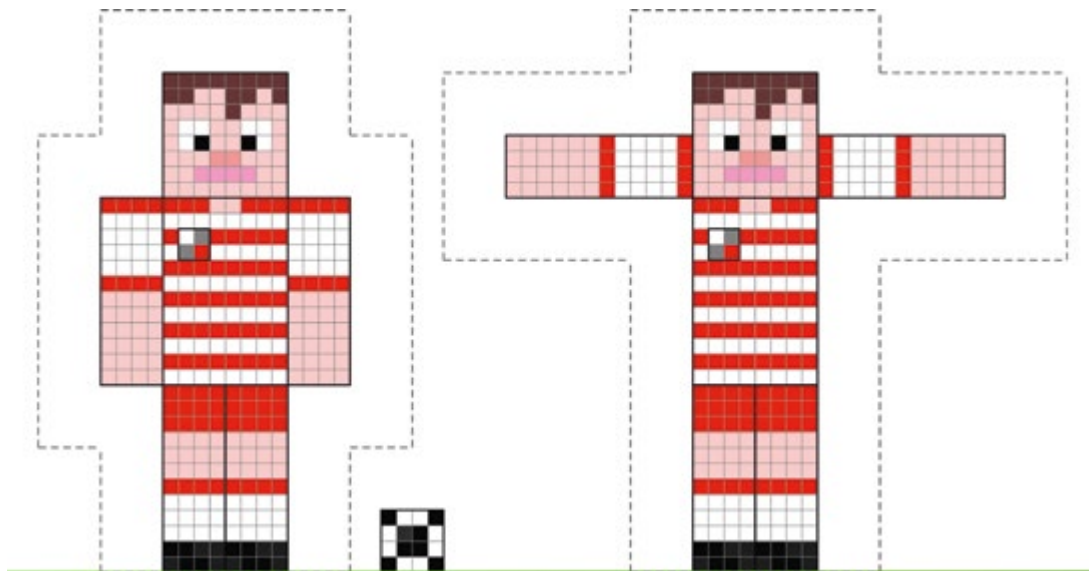
m : az ugrást végző tanuló testtömege [kg]
 g : nehézségi gyorsulás; $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$
 h : az ugrás magassága [m]

Δt : a lábak kinyújtásához szükséges idő [s] (a mozgás legalacsonyabb pontjától kezdve a talajtól való elrugaszkodás pillanatáig)

2|2 **A játékos testének felülete**

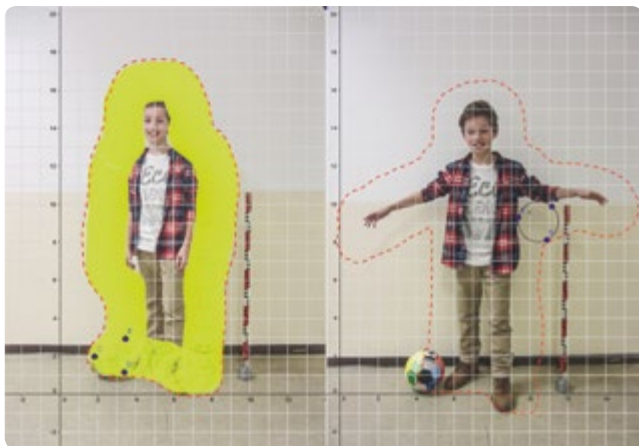
A kar kinyújtásával megnövelhető a játékos testfelülete, amely ütközhet a labdával. A játékos így hatékonyabban meg tudja akadályozni a passzolást, illetve előnyt szerezhet saját csapátának. A növekedés százalékos mértéke matematikai módszerekkel becsülhető meg.

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 játékosait (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 ösztönözhetőek, 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; $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

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**

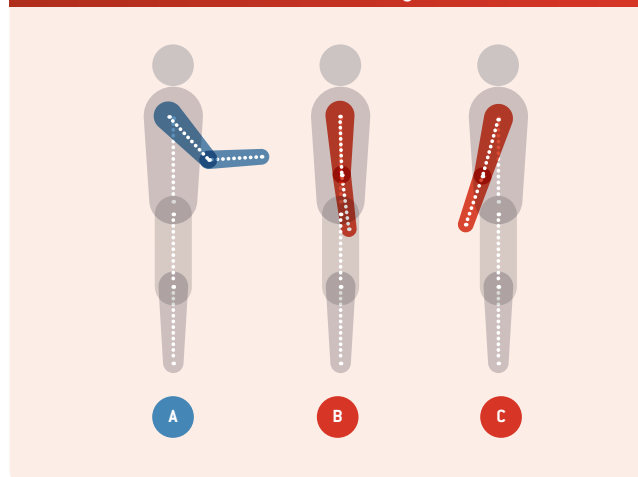
3 | 1 | 1 **Hogyan fussunk gyorsan**

Szükséges eszközök: mérszalag, 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 célvonalal. 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 időközönkénti felvételével 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 [$\frac{m}{s}$]

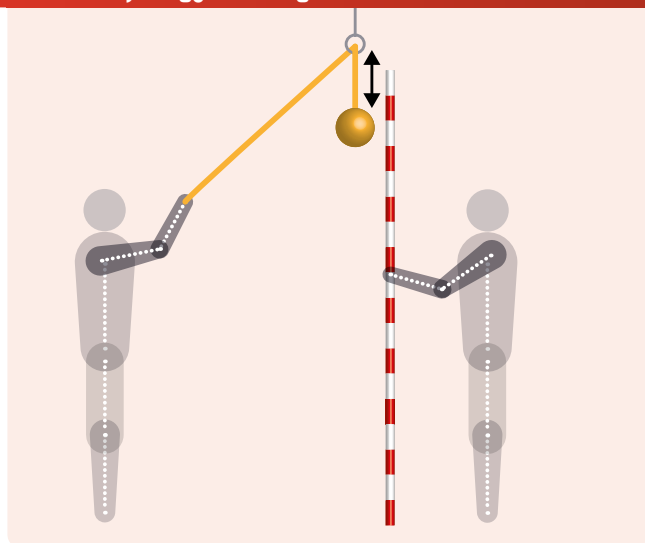
- Elemezzünk további mozgástípusokat a futballra jellemző három kéztartáshoz, pl. az irányváltáshoz, az induláshoz stb.

3 | 1 | 2 **Hogyan ugorjunk magasra**

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

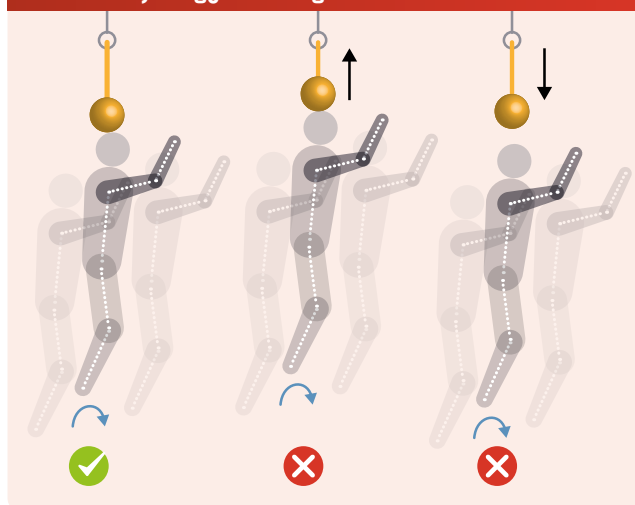
Részletesebb elemzéshez: digitális fényképezőgép vagy okostelefon, videoelemző szoftver (pl. Tracker^[10])

6. ÁBRA Fejlesztőgyakorló inga



- Készítsünk egyszerű fejlesztőgyakorló 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 fejlesztőgyakorló 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.

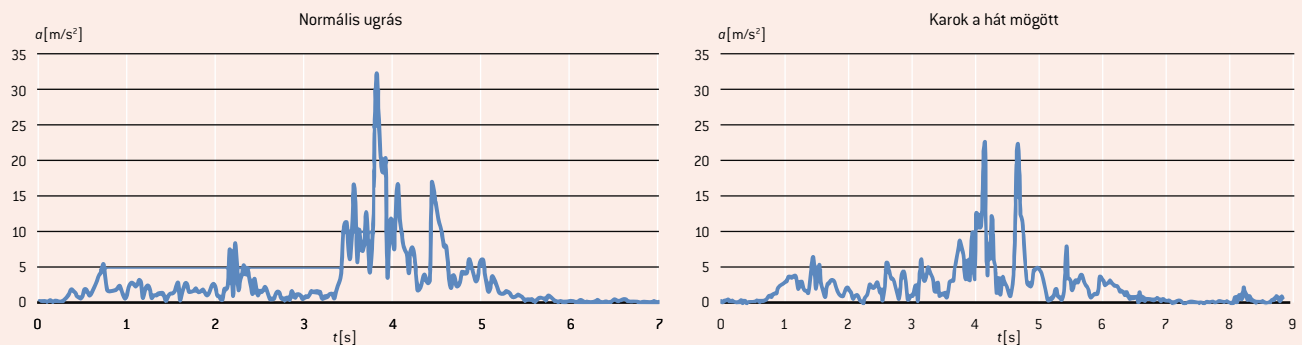
3 | 2 **A játékos testének felülete**

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 szétárt 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 szorosán 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 megbecsülésére. Hogyan lehetne optimalizálni a módszer(ek)e)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

<i>h</i>	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>t</i>
[cm]	[s]	[cm]	[s]	[cm]	[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 kezét leggyorsabban a test közelébe vinni? A tanulók megméri, 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 találhatóak 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)



IMPRINT

TAKEN FROM

iStage 3 - Football in Science Teaching
available in Czech, English, French, German,
Hungarian, Polish, Spanish, Swedish
www.science-on-stage.eu/istage3

PUBLISHED BY

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

REVISION AND TRANSLATION

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

CREDITS

The authors have checked all aspects of copyright for the images and texts used in this publication to the best of their knowledge.

DESIGN

WEBERSUPIRAN.berlin

ILLUSTRATION

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

PLEASE ORDER FROM

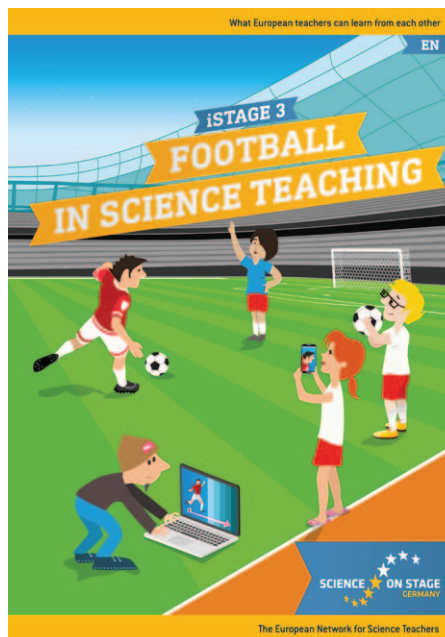
www.science-on-stage.de
info@science-on-stage.de

Creative-Commons-License: Attribution Non-Commercial
Share Alike



First edition published in 2016

© Science on Stage Deutschland e.V.




SCIENCE ON STAGE – THE EUROPEAN NETWORK FOR SCIENCE TEACHERS

- ... is a network of and for science, technology, engineering and mathematics (STEM) teachers of all school levels.
- ... provides a European platform for the exchange of teaching ideas.
- ... highlights the importance of science and technology in schools and among the public.

The main supporter of Science on Stage is the Federation of German Employers' Associations in the Metal and Electrical Engineering Industries (GESAMTMETALL) with its initiative think ING.

Join in - find your country on

WWW.SCIENCE-ON-STAGE.EU

 www.facebook.com/scienceonstageeurope

 www.twitter.com/ScienceOnStage

Subscribe for our newsletter:

 www.science-on-stage.eu/newsletter



MAIN SUPPORTER OF
SCIENCE ON STAGE GERMANY

think
ING.
Die Initiative für
Ingenieur Nachwuchs

Proudly supported by

