

iSTAGE 3

FOTBAL VE VÝUCE PŘÍRODNÍCH VĚD



TIRÁŽ

VYDAL

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

KOORDINÁTOŘI WORKSHOPŮ

Biosféra

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

Tělo

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

Míč

Dr. Jörg Gutschank (hlavní koordinátor)
Leibniz Gymnasium | Dortmund International School,
Dortmund, Německo
Předseda Science on Stage Deutschland e.V.
j.gutschank@science-on-stage.de

Velká data

Bernard Schriek, v důchodu
Marien-Gymnasium Werl, Německo
bernard.schriek@t-online.de

CELKOVÁ KOORDINACE A REDAKCE TEXTŮ SCIENCE ON STAGE DEUTSCHLAND E.V.

Stefanie Schlunková, výkonná manažerka
Johanna Schulzeová, zástupkyně výkonné manažerky
Daniela Neumannová

REVIZE A PŘEKLAD

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

PROHLÁŠENÍ

Autoři prověřili dle svých nejlepších znalostí všechny aspekty autorského práva na obrázky a texty použité v této publikaci.

DESIGN

WEBERSUPIRAN.berlin

ILUSTRACE

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

S PODPOROU

SAP

OBJEDNÁVEJTE OD

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

ISBN (PDF) 978-3-942524-48-3

Licence Creative Commons: Attribution Non-Commercial Share Alike



První vydání v roce 2016

© Science on Stage Deutschland e.V.

OBSAH

- 04 Pozdrav
- 05 Předmluva pro iStage 3
- 06 Účastníci

07 BIOSFÉRA

- 08 Zelená je tráva
- 12 Jak na uhlíkovou stopu
- 16 Ideální hřiště

21 TĚLO

- 22 Dejme si do těla
- 26 Pít s rozmyslem
- 32 Hrátky s míčem

39 MÍČ

- 40 Pod tlakem
- 46 Hlavně aby se nedotkl země
- 52 Bláznivá fyzika

57 VELKÁ DATA

- 58 Soubor dat
- 64 Rozstřel
- 68 Burza gólů

- 74 IT pomáhá skórovat
- 76 Další zdroje a materiály, projektové akce
- 77 Pexeso



POZDRAV



Fotbal je víc než jen hra. Žádný jiný sport nespojuje celosvětově více lidí. Fotbal byl dříve především kombinací síly a vytrvalosti a těmto požadavkům odpovídaly i tréninkové postupy. Dnes je to ale jiné: sportovní kluby, které chtějí dostat míč do soupeřovy sítě, stále více využívají inovativních technologií pro rychlou identifikaci nejlepších hráčů na trhu, cílený rozvoj vlastních talentovaných hráčů a zajištění jejich dlouhodobé loajality, přizpůsobení své filozofie hry daným potřebám a tvorbu úspěšných strategií. To platí pro hráče, trenéry, vyhledávače talentů, lékařské týmy i obchodní procesy klubů.

Díky moderním nástrojům, jakým je například *SAP Sports One*, lze dnes na chytrém telefonu digitálně analyzovat zápasy v reálném čase. Hráči a jejich trenéři mohou využívat ultramoderní informační a komunikační technologie (ICT) k analýze výkonostních parametrů, a ještě efektivněji se tak připravit na zápas. Německý reprezentační tým vyhrál mistrovství světa v Brazílii v roce 2014 s pomocí tohoto analytického nástroje. Při svém tréninku je používají i kluby jako například FC Bayern Mni-

chov. Díky SAP řešením pro sportovní sektor tak získávají konkurenční výhodu a vždy jsou o krok napřed před svými soupeři.

Ale hry a jejich analýza nejsou zdaleka jen pro profesionály. Lze je také velmi efektivně začlenit do výuky přírodovědných a technických předmětů v učebně! Prostřednictvím fotbalu jako příkladu lze přímo v praxi zkoumat mnoho interdisciplinárních otázek z oblasti vědy a technologie. Nadšení studentů pro tento sport může podnítit jejich touhu zjistit ještě více a může být dokonce začátkem jejich nové kariéry. To je pro nás jako IT společnost velmi důležité.

Proto si společnost SAP stanovila jako zvláštní prioritu podporovat zájem mladých lidí o přírodovědné a technické předměty použitím praktických metod v raném stádiu. Příručka *iStage 3 – Fotbal ve výuce přírodních věd* ukazuje, jak toho lze úspěšně dosáhnout. Materiál nabízí mnoho příkladů kreativní výuky v učebnách, které si budou dlouho pamatovat jak učitelé, tak studenti.

Mám opravdu radost, že můžeme v tomto projektu podpořit společnost Science on Stage Deutschland e.V. Jsem přesvědčen o tom, že po dvou předchozích příručkách, *iStage 1 – Výukové materiály pro informatiku v přírodních vědách* a *iStage 2 – Chytré telefony ve výuce přírodních věd*, bude velmi úspěšná i tato nová příručka. Chtěl bych obzvláště poděkovat společnosti Science on Stage Deutschland za bezproblémovou spolupráci, a zejména učitelům z 15 různých evropských zemí, kteří díky své intenzivní osobní angažovanosti a tvrdé práci umožnili přípravu této příručky!

MICHAEL KLEINEMEIER

Člen představenstva, SAP SE

iSTAGE 3: VYTVOŘENA UČITELI PRO UČITELE!

NEJDŮLEŽITĚJŠÍ JSOU UČITEL A TÉMA.

V roce 2000 reagovaly stovky učitelů z celé Evropy na výzvu Evropské unie a skupiny EIROforum zaměřenou na zlepšení vědecké gramotnosti v EU. Setkali jsme se v organizaci CERN při akci „Fyzika na scéně“, což byl předchůdce festivalů Věda na scéně, které nyní probíhají každým druhým rokem v různých evropských zemích. V té době, dlouho před slavným průzkumem Johna Hattieho, nám již začínalo být jasné, že jedním ze zásadních faktorů pro úspěšnou výuku je učitel.

Abyste měli evropští učitelé více příležitostí ke sdílení svých skvělých nápadů, organizuje společnost Věda na scéně rozšiřující aktivity nad rámec uvedených festivalů. Jednou z těchto aktivit je iStage, realizovaná s laskavou a štědrú podporou společnosti SAP. V rámci iStage 3 se zabýváme tématem, o který se mnoho našich studentů intenzivně zajímá: fotbal!

Dvacet nejlepších učitelů z 15 evropských zemí společně jeden a půl roku pracovalo a sdílelo své odborné znalosti. Vytvořili výukové jednotky pro biologii, chemii, fyziku, informační technologii a matematiku o naší biosféře, lidském těle, míči a velkých datech. Jak je vidět, fotbal zde slouží jako výchozí bod výuky přírodních věd.

Proces tvorby těchto příruček iStage je ojedinělý, protože se zaměřujeme především na profesionální dovednosti učitelů. Při osobních setkáních rozvíjejí tito experti z různých zemí své nápady pro příručky, přičemž berou v úvahu situaci ve vlastních školách. Výukové jednotky jsou vyzkoušeny při skutečných lekcích vedených účastníky, takže můžeme s důvěrou prohlásit,



že námi předkládané příklady v reálném životě fungují. Na přípravě této příručky pracovali účastníci iStage 3 tvrdě ve svém volném čase, nad rámec své běžné práce. Děkuji vám za toto úsilí – výsledky jsou skvělé!

Naše trilogie iStage je nyní kompletní. Ve své práci budeme samozřejmě pokračovat, protože organizace Science on Stage si je velmi dobře vědoma, že nejdůležitější jsou učitel a téma.

DR. JÖRG GUTSCHANK

Leibniz Gymnasium | Dortmund International School
Předseda Science on Stage Německo
Hlavní koordinátor



ÚČASTNÍCI

20 ÚČASTNÍKŮ Z 15 ZEMÍ

Jméno	Příjmení	Země	Oddíl
Miguel	Andrade	Německo	Koordinátor, Tělo
Kirsten	Biedermannová	Německo	Míč, Tělo
Pere	Compte	Španělsko	Velká data
David	Featonby	Velká Británie	Tělo
Anders Erik	Florén	Švédsko	Míč
Márta	Gajdosné Szabóová	Maďarsko	Biosféra
Jörg	Gutschank	Německo	Koordinátor, Míč
Janine	Hermannová	Švýcarsko	Biosféra
Philippe	Jeanjacquot	Francie	Míč
Stephen	Kimbrough	Německo	Velká data
Dionysis	Konstantinou	Řecko	Míč
Maeve	Listonová	Irsko	Velká data
Andreas	Meier	Německo	Míč, tělo
Giorgia	Messoriová	Itálie	Biosféra
Marco	Nicolini	Itálie	Velká data
Jean-Luc	Richter	Francie	Koordinátor, Biosféra
Bernard	Schriek	Německo	Koordinátor, Velká data
Maike	Smeetsová	Nizozemsko	Biosféra
Richard	Spencer	Velká Británie	Biosféra
Damjan	Štrus	Slovinsko	Velká data
Emmanuel	Thibault	Francie	Tělo
Corina	Tomaová	Rumunsko	Míč, Tělo
Zbigniew	Trzmiel	Polsko	Míč
Stefan	Zunzer	Rakousko	Tělo



BIOSFÉRA

Základní vědecký proces vychází ze sledování okolního života s cílem pochopit, jak „příroda“ funguje, zamyslet se nad jejím popisem a experimentovat s různými teoriemi, aby bylo možné některé z nich potvrdit.

Dosáhnout toho v učebně je někdy obtížné, protože učitelé mohou mít problémy s tím, aby své studenty získali na svou stranu a skutečně je zapojili do nového „objevu“. Tento úkol bude snadnější, pokud najdeme způsob, jak přitáhnout jejich pozornost. Když své pokusy propojíme s fotbalem, budou pro ně mnohem přístupnější, protože většina studentů má tento sport ráda a brzy pocítí nadšení ze své rostoucí schopnosti propojovat svůj oblíbený sport s vědou.

V oddílu Biosféra se zaměřujeme na environmentální aspekty fotbalu. Prvním úkolem je prozkoumat samotné fotbalové hřiště a podívat se podrobněji na trávu, na které se hraje. Ve výukové jednotce „Zelená je tráva“ studenti vypěstují několik travních semen v krabíčce na CD za různých podmínek osvětlení, vlhkosti, teploty atd. a analyzují vlastnosti trávy, přičemž mají jedinečnou možnost sledovat rozvoj kořenů.

Druhá výuková jednotka tohoto oddílu, „Jak na uhlíkovou stopu“, je seriózní hra zabývající se dopadem fotbalového šampionátu, například Mistrovství Evropy ve Francii v roce 2016, na životní prostředí. Při této karetní hře musejí studenti najít způsob, jak omezit uhlíkovou stopu fotbalového stadionu a vytvořit zdravější životní prostředí se zohledněním vlivu stadionu na hluk, vodu atd. Tato hra, která v sobě spojuje průzkum s otevřenými řešeními a otázky s omezenými možnostmi a je podobná klasickému pexesu, by měla být zábavná pro studenty z různých věkových skupin, protože ji lze snadno přizpůsobit jejich požadavkům. Dále můžete vymýšlet vlastní otázky, protože každá výuková jednotka v této příručce je navržena tak, aby ji bylo možné upravit podle učebních osnov každé země. Aby bylo pro vaše studenty jednodušší formulovat otázky, poskytneme na internetových stránkách Science on Stage doplňkové dokumenty ^[1].

Během tvorby iStage 3 se náš anglický kolega Richard Spencer, který byl v roce 2015 jmenován jedním z deseti nejlepších učitelů



na světě, dozvěděl, že pro fotbalová hřiště jsou velkým problémem paraziti známí jako hlístice. Napadlo ho vyzkoušet několik různých způsobů jejich hubení. Se svými studenty navštívil stadion a odebral několik vzorků půdy. Třída poté vedla rozsáhlou diskusi ohledně stanovení struktury pokusů: počítání hlístic, experimenty s různými metodami jejich hubení a kontrola konečných výsledků. Po hodinách příprav bohužel studenti zjistili, že v odebraných vzorcích je velmi málo hlístic, takže jejich hubení nemělo smysl. Přitom objevili jednu významnou stránku vědy: i neúspěšný pokus nás může něco naučit! Jelikož studiem trávy strávili hodně času, došli ke zjištění, že se na některých stadionech používá umělé osvětlení k urychlení obnovy hřiště po zápasu. To je inspirovalo k návrhu výukové jednotky „Ideální hřiště“, která se zaměřuje na vliv světla různých vlnových délek na růst trávy.

JEAN-LUC RICHTER

Collège Jean-Jacques Waltz
Marckolsheim, Francie
Koordinátor

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

MÁRTA GAJDOSNÉ SZABÓVÁ · JANINE HERMANNOVÁ · MAAIKE SMEETSOVÁ

ZELENÁ JE TRÁVA



- 🔍 fotbalový trávník, morfologie trávy, druhy travin
- 📖 biologie
- 👥 12–15 let
- 🔍 Studenti musejí umět používat optický mikroskop.

1 | SOUHRN

Tato výuková jednotka se zabývá identifikací vlastností trávy, která je základem vypěstování optimálního fotbalového trávníku. Jaké vlastnosti musí tráva mít?

Různé druhy travin mají různé vlastnosti. Některé jsou pro fotbalový trávník důležité, jiné nikoliv. V tomto projektu chceme najít ideální druh traviny pro fotbalový trávník a porovnat jeho morfologii s dnešními travami na hřištích.

2 | PRVOTNÍ KONCEPCE

Různé druhy travin mají různé vlastnosti. Jaké vlastnosti jsou vyžadovány od trávníku na fotbalovém hřišti?

- Pevný kořenový systém zabraňuje poletování trávy.
- Formy, které rostou více horizontálně, jsou odolnější (menší pravděpodobnost poškození při pošlapání od kopaček).
- Menší počet průduchů zvyšuje odolnost trávy vůči suchu.

Pro tento projekt budete potřebovat:

- krabičky na CD (pro pěstování trávy, **OBR. 1**)
- vhodný půdní substrát
- semena (jílek vytrvalý (*Lolium perenne*), troskut prstnatý (*Cynodon dactylon*), lipnice roční *Poa annua* a jiné potenciálně vhodné druhy travin)
- mikroskop (pro pozorování průduchů)
- lak na nehty
- balicí páska
- ruční lupa

3 | CO STUDENTI DĚLAJÍ

3 | 1 Obecný úvod do fotbalového trávníku

Fotbalový trávník hodně trpí. Hráči po něm šlapou a poškozují jej při skluzech, takže je jeho povrch značně rozrytý. Je ale důležité udržet krásný zelený trávník po celý rok, zejména v nejvyšší soutěži a pro mezinárodní zápasy. Celosvětově existuje asi 8000 různých druhů travin. Ne všechny jsou však vhodné pro fotbalový trávník. Dvě klíčové vlastnosti pro fotbalový trávník jsou kořeny, které jsou pevně zapaštěné do půdy, a listy, které se při pošlapání nepoškodí. Vaším úkolem bude navrhnout ideální trávník pro fotbalové hřiště a porovnat jeho vlastnosti s travinami používanými na skutečných hřištích.

3 | 2 Navrhněte ideální fotbalový trávník

Nakreslete travinu (kořenový systém, listy, stonky), která by byla pro fotbal dokonalá. Zamyslete se nad následujícím:

Najděte obrázek trávy na internetu, abyste poznali obecné růstové formy travin. Mějte na paměti, že tráva nesmí být příliš po-

škozena pošlapáním a měla by být pevně zapaštěná do půdy a splňovat i další požadované vlastnosti.

3 | 3 Vypěstujte trávu pro fotbal

Naplňte polovinu krabičky na CD substrátem a 1 cm pod povrch zasaďte semena. Postavte krabičku na CD na táč naplněný 2 cm vody (tak, aby byla půda navlhčená). Mělo by to vypadat jako na fotografii níže (**OBR. 1**). Nechte nějakou dobu růst (**OBR. 2**) na parapetu vystaveném slunečnímu světlu a pravidelně kontrolujte, zda má tráva dostatek vody. Použijte k tomu jílek vytrvalý, troskut prstnatý, lipnici roční a další druhy, které rostou před vaší školou nebo domovem. Každý druh by měl mít vlastní krabičku a stát na stejném parapetu.



OBR. 1 *Cynodon dactylon*

Bude nějakou chvíli trvat, než tráva vyklíčí a vyroste do vhodné velikosti pro studium. V tabulce níže zjistíte, jak dlouho to bude trvat (**OBR. 2**).

OBR. 2 Doba růstu

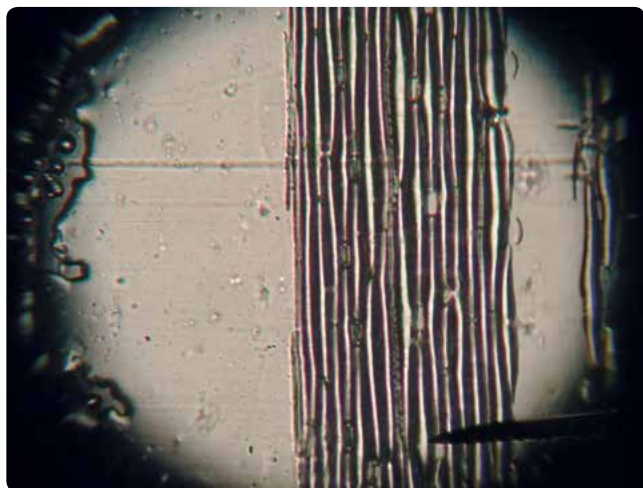
Druh	Dny do vyklíčení	Dny pro studium
<i>Cynodon dactylon</i>	11	Více než 30
<i>Poa annua</i>	5	30
<i>Lolium perenne</i>	4	30

3 | 4 Prostudujte stonky a listy

Vaše tráva vyrostla – výborně! Teď vytvoříte dvě kresby pro každý druh trávy. První kresba ukáže, jak jsou stonky a listy v krabičce rozloženy (pro lepší pohled můžete krabičku otevřít). Na druhé kresbě bude stonky a listy jedné rostliny trávy.

Odpovězte na následující otázky:

- Jak je stonky dlouhý?
- V jaké vzdálenosti se objeví první list?
- Kolik listů vyrostlo?
- Jak jsou listy dlouhé? Jak jsou široké v nejširším místě?
- Jaký druh je nejbližší vaší ideální travině pro fotbalový trávník?



OBR. 3 *Poa annua*, průduchy, 100× zvětšení

3 | 5 **Prostudujte průduchy (OBR. 3)**

Průduchy na spodní straně listů umožňují výměnu plynů. Když jsou otevřené, je přijímán oxid uhličitý a uvolňován kyslík, což je základem fotosyntézy. Otevřenými průduchy z rostliny také odchází voda. Díky tomu může voda proudit travinou, což je zá-

sadní pro přísun minerálů. Ve velkém suchu a na suchém trávníku však tráva zvadne a nakonec odumře, pokud zůstanou průduchy otevřené. Velké množství průduchů zvyšuje objem fotosyntézy, ale současně zvyšuje riziko zvadnutí.

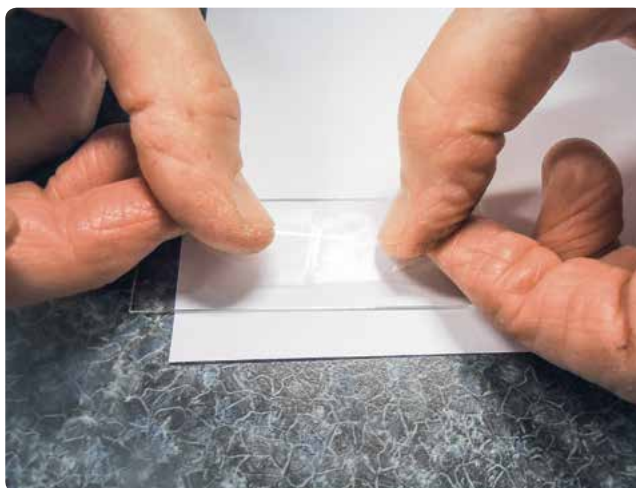
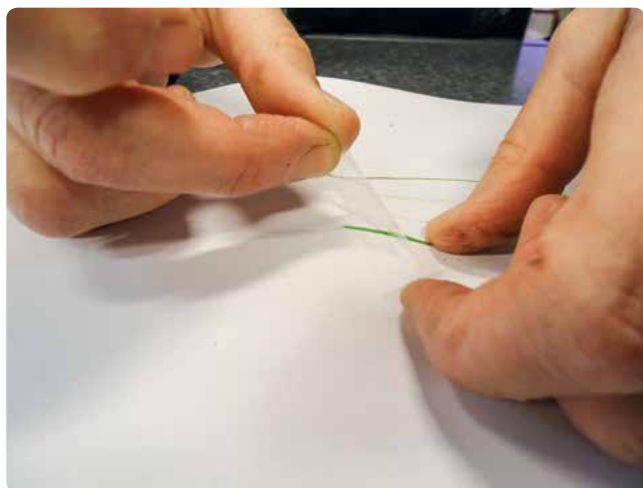
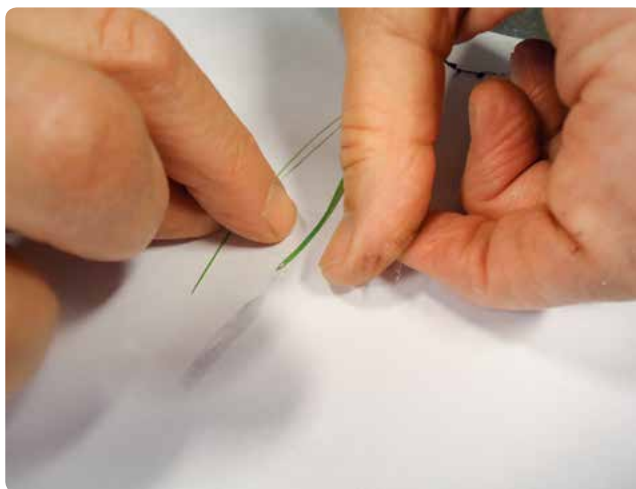
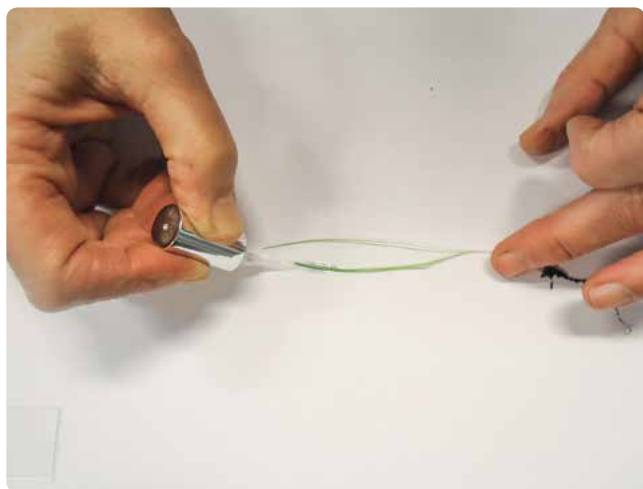
Spočítáte počet průduchů všech vašich travin podle následujících pokynů (OBR. 4-7):

- Naneste čirý lak na nehty na spodní stranu prvního listu. Nechte jej uschnout.
- Pomocí balicí pásky lak odstraňte a dejte pásku (s naneseným lakem na nehty) na sklíčko (sklíčko označte).

Dejte sklíčko pod mikroskop a zvětšete 400×. Nakreslete jeden průduch i s okolními buňkami. Pak zvětšete 100×, vymezte povrch listu v zorném poli a spočítejte všechny průduchy, které vidíte. Vypočítejte počet průduchů na 1 mm². Zopakujte pro všechny druhy.

Odpovězte na následující otázky:

- Jaký byl počet průduchů v zorném poli na každém druhu trávy?



OBR. 4-7 Technika pro zjištění počtu průduchů

- Jaký druh je nejlépe uzpůsoben pro suché klima?
- Jaký druh je nejlépe uzpůsoben pro vlhké klima?
- Jakému druhu by se nejvíce dařilo ve vaší zemi? Vysvětlete proč.

3 | 6 **Prostudujte kořenový systém**

Nyní, když tráva vyrostla, můžeme prostudovat i kořeny. První kresba, kterou byste měli pořídit, zachytí, jak jsou kořeny v krabici uspořádány (pro lepší pohled můžete krabici otevřít). Na druhé kresbě budou kořeny jedné rostliny trávy. Opatrně jednu vytáhněte a pomocí manuálního objektivu ji zvětšete.

Odpovězte na následující otázky:

- Jak je kořen dlouhý?
- Kolik má kořen větvení?
- Na jaké části kořenu (horní, střední, dolní) jsou tato větvení?
- Jsou kořeny schopny udržet půdu pohromadě? (Zamyslete se nad způsobem testování této vlastnosti.)
- Jaký druh je nejbliže vaší ideální travině pro fotbalový trávník?

4 | **ZÁVĚR**

Navrhli jste ideální trávu pro fotbalový trávník a vypěstovali jste různé druhy travin, abyste prostudovali jejich vlastnosti. Vysvětlete, který druh traviny nejlépe odpovídá popisu „nejlepší fotbalový trávník“ pro vaši zemi.

Doposud jsme předpokládali, že nejlepší trávník je monokultura, ale možná by byla lepší směs několika rostlin. Uveďte dva důvody, proč by smíšená kultura mohla být lepší než monokultura.

5 | **MOŽNOSTI SPOLUPRÁCE**

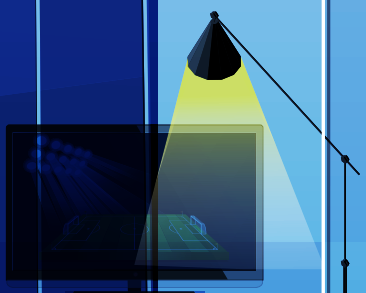
Studenti mohou spolupracovat se svými vrstevníky v různých zemích a porovnávat nejlepší druhy travin pro své země. Tráva, která je optimální pro Nizozemsko, nemusí být stejná jako nejvhodnější tráva pro Maďarsko. Studenti mohou zapřemýšlet nad tím, které faktory přispívají k dobrému růstu (světlo, vlhkost, teplota atd.). Na základě porovnání klimatu v zemích vašich partnerů se pokuste vysvětlit, proč vybrali právě příslušný druh traviny.





MÁRTA GAJDOSNÉ SZABÓVÁ · JANINE HERMANNOVÁ · GIORGIA MESSORIOVÁ · MAAIKE SMEETSOVÁ · RICHARD SPENCER





JAK NA UHLÍKOVOU STOPU



-  uhlíková stopa, trvalá udržitelnost, zatížení hlukem, znečištění ovzduší, skleníkový efekt, životní prostředí

-  chemie, matematika, fyzika, biologie, geografie, ekologie, integrovaný jazyk (věková úroveň 14–16)

-  10–16 let

-  Materiály: Všechny ostatní dokumenty lze stahovat z internetových stránek Science on Stage ^[1].
Pexeso pro hru (viz str. 77), informační karty, příklady otázek a řešení, kalkulačka

1 | SOUHRN

Fotbal je sport populární ve většině evropských zemí. Během několika posledních let se velké (prvoligové) kluby začaly stále více zajímat o dopad fotbalu na životní prostředí a o snížení jeho uhlíkové stopy. Cílem tohoto projektu je vzdělávat studenty v otázkách dopadu fotbalu na životní prostředí a ekologii a zvyšovat povědomí o tom, jak by velké fotbalové kluby mohly posílit svou ekologickou udržitelnost.

Dnešní svět vyžaduje globální pohled v každém předmětu a v každé třídě. My jako pedagogové máme studentům pomáhat tak, že jim předáme dovednosti, nástroje a perspektivy, které potřebují, aby se z nich staly plnoprávné lidské bytosti, odpovědní občané světa a efektivní propagátoři trvale udržitelné budoucnosti.

2 | PRVOTNÍ KONCEPCE

Vytvořili jsme pro studenty seriózní hru, která je donutí přemýšlet o uhlíkové stopě významné sportovní akce.

K dispozici je šest sad karet, z nichž každá se soustředí na jeden aspekt trvalé udržitelnosti. Pro dokončení hry se musejí hráči zabývat všemi těmito aspekty. Hra se hodí pro širokou škálu různých učebních osnov pro studenty ve věku 10–16 let. Zodpovězením otázek se studenti seznámí s komplexními dopady velké mezinárodní sportovní akce. Pomůže jim to uvědomit si odpovědnost za plýtvání nebo využívání energie a zdrojů, například potravin a vody, a zjistit, jak křehká je naše Země.

Vybrali jsme šest aspektů zabývajících se tím, jak velká sportovní akce ovlivňuje své přirozené prostředí. Jde o těchto šest zkoumaných témat: světlo, cestování, zelená tráva, odpad, zatížení hlukem a potravin.

Co musí učitel udělat

Při první lekci učitel pomůže studentům přezkoumat jejich stávající dovednosti a znalosti tak, že:

- bude pokládat otázky (Co to je ekologická stopa? Kde můžeme nalézt informace na toto téma? Co víme o produkci, distribuci a spotřebě energie?) a objasní účel aktivity,
- osvěží předchozí znalosti prostřednictvím brainstormingu (s využitím klíčových slov),
- vysvětlí strukturu a pravidla hry.

Učitel vytiskne pexeso a informační karty.

Při přípravné lekci učitel vysvětlí pravidla hry, vytvoří skupiny po čtyřech studentech (podle třídy), označí vedoucího každé skupiny a zahájí hru.

Informační karty obsahují podrobnosti o následujících aspektech: hodnota emisí oxidu uhličitého z různých druhů dopravy, reakce na spalování různých paliv, informace o způsobech šetření uhlíkem a vodou, význam světelné účinnosti a spotřeby elektrické energie u různých druhů žárovek, mapa účinnosti rozvodné sítě, rychlost zvuku a hladina akustického tlaku atd. Všechny tyto údaje jsou užitečné pro řešení problémů.

Během poslední lekce by studenti měli pohovořit o tématech výuky a obtížích, se kterými se setkali. Všichni studenti by se měli naučit, jak společně překonávat obtíže a hodnotit svou skupinu.



3 | CO STUDENTI DĚLAJÍ

Hra se hraje jako pexeso: 12 karet, 6 párů, 2 karty na jedno téma.

Témata: Světlo, cestování, zelená tráva, odpad, zatížení hlukem, potravin

Herní pravidla: Rozdělte třídu do skupin nazvaných po oblíbených fotbalových týmech. Pak rozložte všechny kartičky na stůl přední stranou dolů (možnost: použijte interaktivní tabuli). Nechte první skupinu, aby si vybrala jednu kartu, otočte ji, podívejte se na symbol a požádejte jednoho člena skupiny, aby během stanovené lhůty vysvětlil, co symbol znamená (použijte například časovač na vajíčka – pro vyšší úroveň navrhuje



pět minut a pro snazší úroveň dvě minuty). Mladší studenti mohou jako pomůcku používat klíčová slova a termíny na informačních kartách. U starších studentů navrhujeme, aby spoléhali na vlastní znalosti.



Možnosti: Starší studenti si mohou příslušné vědecké informace vyhledávat na internetu. Vedoucí skupiny musí pak zbytku třídy říct, co o daném tématu zjistil.

Po uplynutí stanovené lhůty může učitel týmu udělit od jednoho do pěti bodů. (Náš návrh: Učitel by skupině neměl říkat, kolik bodů udělil, dokud se nedostane na všechny skupiny.) Pak si skupina vybere druhou kartičku; pokud druhá kartička odpovídá prvnímu symbolu, musí tým odpovědět na otázku učitele na zvláštní téma, a může tak získat další body (maximálně do pěti bodů). Jestliže tým najde pár, karty se ze hry odstraní.

Každý pár kartiček vám může přinést maximálně deset bodů.

Jestliže tým nenajde druhou kartičku odpovídající prvnímu symbolu, je řada na dalším týmu. Další skupina může zvolit novou nebo stejnou kartičku, ale v případě výběru stejné kartičky nesmí podat stejné vysvětlení jako první skupina. Tento tým bude mít k dispozici stejnou lhůtu jako první a učitel mu také udělí body.

Na konci hry, když na stole nezůstanou žádné kartičky, se sečtou všechny body a tým s nejvyšším počtem bodů vyhrává.

4 | ZÁVĚR

Jako učitelé bychom měli své studenty vzdělávat v otázce důležitosti trvalé udržitelnosti a budovat v nich smysl osobní odpovědnosti. Témata, kterými se hra zabývá, se týkají přírodních věd a matematiky, a díky novým poznatkům mohou studenti přemýšlet o ekologii, své uhlíkové stopě a trvalé udržitelnosti své každodenní činnosti.



Některé otázky lze zjednodušit pomocí údajů na informačních kartách, protože některé problémy (které byly přečteny pouze jednou) se řeší obtížněji. Také bychom mohli úkoly vytisknout pro snazší spolupráci v rámci skupin při řešení problémů. Když jsme testovali hru ve třídách (věk 14 let), problémy se snažily řešit všechny týmy, aby mohly odpovědět a získat dva body navíc, kdyby jiné týmy udělaly chybu. Hra byla koordinována jedním studentem z vyšší třídy v rámci podpory vzdělávání mezi různými třídami.

Příklad lekce s hrou pro studenty

Učitel dá studentům nějaké informace o tématech, kterými se hra zabývá, a rozloží kartičky na stůl.

Příklad úvodu učitele pro téma SVĚTLO

„Když si na stadionu sedneme, málokdy přemýšlíme o tom, jak se energie, kterou využíváme, vyrábí a distribuuje nebo zda je primární zdroj obnovitelný nebo ne. Když se podíváme na výsledky a klíčové momenty zápasu na videotabuli, nevíme, jestli je tabule vyrobena pomocí LED technologie nebo jestli stadion využívá energeticky úsporný zdroj osvětlení. Musíme změnit způsob myšlení a dát si za cíl, aby se pro nás stal trvale udržitelný život samozřejmostí.“

První skupina si vybere kartičku a objeví symbol světla. Učitel požádá vedoucího týmu, aby vysvětlil, co tým ví o výrobě, distribuci a spotřebě energie a jaký je rozdíl mezi energetickou účinností a úsporou energie. Učitel napíše na tabuli několik klíčových slov, která třídě pomohou s utříděním myšlenek na téma SVĚTLO. Udělí maximálně pět bodů.

Skupina si vybere novou kartičku a pokud bude mít štěstí, zvolí si kartičku ze stejné kategorie. Nyní musí skupina vyřešit jeden problém s využitím informací z informačních karet. Učitel přečte otázku a celá skupina musí do pěti minut provést příslušné výpočty.

Vzorový úkol: „Zjistěte denní spotřebu elektřiny vaší domácnosti (předpokládejme, že vaše rodina sestává ze čtyř osob).“

Pro odpověď na otázku se všechny týmy musejí podívat na informační kartu, kde najdou vzorec nutný pro řešení:

Denní spotřeba elektřiny domácnosti:

$$\frac{(\text{Počet osob} \cdot 500 \text{ kWh}) + 500 \text{ kWh}}{365 \text{ dnů}}$$

$$\text{Odpověď: } 2 \cdot 500 \frac{\text{kWh}}{365 \text{ dnů}} = 6,8 \frac{\text{kWh}}{\text{den}}$$

Za správnou odpověď dostane tým pět bodů; za špatnou odpověď dostanou ostatní týmy dva body. Pár kartiček je odstraněn ze stolu a na řadu přijde další tým.

Některé otázky pro hru

Příklad pro téma CESTOVÁNÍ:

Co víte o uhlíkové stopě? Kolik kilogramů oxidu uhličitého na jeden kilometr vyprodukuje fanoušci (40 000 na jeden zápas) během 51 zápasů Mistrovství Evropy v roce 2016, jestliže čtvrtina fanoušků cestuje na zápasy vlakem, čtvrtina na kole, čtvrtina autobusem a čtvrtina letadlem?

$$\text{Odpověď: Součet jedním směrem je } 295\,800 \frac{\text{kg}}{\text{km}}. \\ (591\,600 \frac{\text{kg}}{\text{km}} \text{ celkově oběma směry})$$

Příklad pro téma POTRAVINY:

Jaký je cyklus výroby potravin? Podívejte se na informační kartu a zjistěte uhlíkovou a vodní stopu některých potravin, vypočítejte, kolik litrů vody se ušetří, když se místo 1 kg hovězího zkonsumuje týdně 1 kg brambor.

Odpověď: Ušetří se 15 214 l

Příklad pro téma HLUK:

Jaké je rozpětí zvukového prahu u lidí? WHO (Světová zdravotnická organizace) zjistila, že rizikový zvukový práh je 85 dB a zvukový práh bolesti 120 dB. Jak velký je nárůst intenzity zvuku?

Odpověď: 3 125násobek

Příklad pro téma TRÁVA:

Když posečeme trávu (2,5 cm) na stadionu (120 m × 60 m), jaký bude objem posečené trávy v metrech krychlových?

Odpověď: 180 m³

Příklad pro téma ODPAD:

Kolik m³ odpadků bude vyprodukováno při použití 7000 papírových kelímků, pokud jeden kelímek zabere objem 0,25 dm³?

Odpověď: 1,75 m³

5 | MOŽNOSTI SPOLUPRÁCE

- Sdílejte otázky a témata s jinými školami a třídami.
- Každá třída, která hru vyzkouší, by měla napsat novou otázku a podělit se o ni s třídami v jiných zemích.
- Pro hru lze použít i multimediální platformu a lze ji hrát současně na několika místech.
- Pokud do ní zapojíte i učitele angličtiny, může být její přínos jako interdisciplinární hry dvojnásobný.

ZDROJE

- [1] Veškeré doplňkové materiály (informační karty a příklady otázek) jsou k dispozici na www.science-on-stage.de/iStage3_materials.



MÁRTA GAJDOSNÉ SZABÓVÁ · JANINE HERMANNOVÁ · GIORGIA MESSORIOVÁ · MAAIKE SMEETSOVÁ · RICHARD SPENCER

IDEÁLNÍ HŘIŠTĚ



☞ tráva, fotbalové hřiště, fotosyntéza, světelná reakce, vlnová délka, absorpční spektrum, redoxní indikátor, chlorofyl, chloroplast

📖 biologie

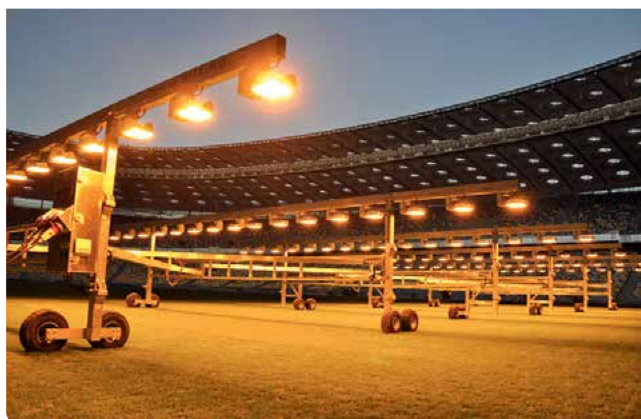
👥 16–18 let

1 | SOUHRN

Při tomto projektu využívají studenti světla různých barev (různé vlnové délky) k prozkoumání vlivu vlnové délky světla na rychlost fotosyntézy a růst trávy. Po vyhodnocení důkazů z pokusu budou moci doporučit, která vlnová délka světla by měla být použita pro osvětlení, aby byl co nejvíce podpořen růst a obnova trávy na fotbalovém hřišti mezi zápasy.

2 | PRVOTNÍ KONCEPCE

V oblastech mírného pásma je během značné části fotbalové sezóny, obzvláště za krátkých zimních dnů, přirozené denní světlo omezeno. Osvětlovací soupravy se používají pro urychlení růstu trávy ve stíněných částech hřiště a pro podporu rychlé obnovy trávy poškozené opotřebením během fotbalového zápasu (OBR. 1).



OBR. 1 Osvětlovací soupravy pro urychlení růstu trávy

OBR. 2 Viditelné spektrum světla [1]

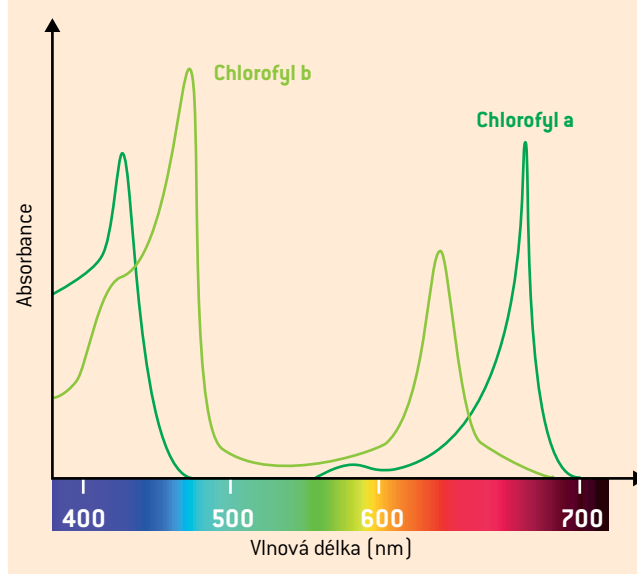


V: fialová, B: modrá, G: zelená, Y: žlutá, O: oranžová, R: červená

Spektrum viditelné pro naše oči se skládá ze světla různých vlnových délek, tj. z různých barev (OBR. 2). Nejběžnější fotosyntetický pigment v rostlinách, chlorofyl ze světla, je vlastně směs dvou pigmentů (chlorofyl a a chlorofyl b), které vstřebávají světlo určitých vlnových délek více než ostatní, přičemž vykazují maximální absorpci červeného a modrého světla a minimální absorpci zeleného světla (OBR. 3).

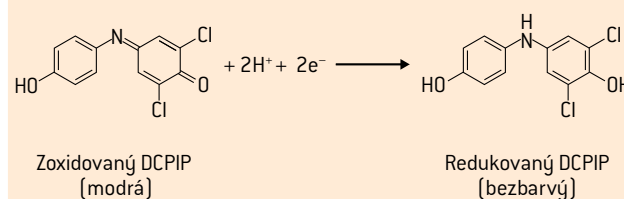
Energie absorbovaná chlorofylem se využívá při světelných reakcích fotosyntézy (tj. reakcích závislých na světle) pro vybu-

OBR. 3 Absorbce světla chlorofylem v závislosti na vlnové délce světla [2]



zení jeho elektronů na vyšší energetické hladiny. Energie získaná těmito elektrony se následně používá v redoxních reakcích pro uvolnění energie, která se využívá k produkci ATP. Tento produkt pak společně s dalším produktem světelných reakcí (redukovaným NADP) používá rostlina v rámci Calvinova cyklu k tvorbě glukózy. Pro rostlinu je glukóza zdrojem energie a surovinou pro syntézu široké škály organických látek potřebných pro její zdravý růst.

OBR. 4 DCPIP: 2,6-dichlorofenolindofenol



Rychlost fotosyntézy lze zkoumat pomocí redoxního indikátoru nazvaného DCPIP, který je při oxidaci modrý a v oxidované formě modrý a redukované formě bezbarvý. (OBR. 4). Je-li DCPIP přidán k chloroplastům právě extrahovaným z rostlin, dojde při osvětlení chloroplastů k jeho redukcí během světelných reakcí fotosyntézy. Čím jsou tyto reakce rychlejší, tím je rychlejší i redukce DCPIP. Při jednom zkoumání stanoví studenti rychlost redukce (odbarvení) DCPIP při světle různých barev, aby určili vliv vlnové délky světla na rychlost fotosyntézy. V druhém případě studenti po dobu jednoho týdne osvětlují tácky s trávou světlem různých barev a následně trávu odeberou a určí její hmotnost v čerstvém stavu, která tak bude měřítkem objemu růstu trávy. Následně studenti vyhodnotí výsledky obou pokusů a doporučí barvu světla, která by měla být použita v osvětlovacích soupravách pro co nejučinnější podporu růstu a obnovy trávy na fotbalovém hřišti.

3 | CO STUDENTI DĚLAJÍ

3 | 1 Bezpečnostní pokyny

Chemikálie používané při tomto zkoumání jsou jen málo nebezpečné, avšak studenti by měli být seznámeni s obecnými riziky používání elektrických zařízení (lampičky, mixér a elektronická váha) a v rámci osvědčených laboratorních postupů musejí používat ochranné brýle.

3 | 2 Příprava

Kompletní seznam veškerého nezbytného materiálu lze stáhnout z internetových stránek Science on Stage.^[3]

1. Zasejte semena jílku vytrvalého do sedmi malých tácků (8 cm × 16 cm × 5 cm hloubka). Každý tácek musí obsahovat stejný objem půdního substrátu a musí v něm být rovnoměrně zaseto stejné množství semen trávy (dostatečný počet na pokrytí povrchu substrátu). Umístěte tácky s osivem na slunný okenní parapet a nechte pět týdnů růst. Dle potřeby pravidelně sledujte a udržujte vlhkost substrátu pomocí destilované vody; do každého tácku přidávejte stejný objem vody. Není možné přesně řídit faktory prostředí, jako například vlhkost a teplotu, ale jelikož jsou všechny tácky umístěny na stejném místě, bude kolísání okolních podmínek pro každý tácek s trávou stejné.
2. Po pěti týdnech trávu nůžkami ostříhejte tak, že ponecháte pažit o výšce 3 cm. Použijte ostříhanou trávu pro hodnocení „rychlosti fotosyntézy“ (kroky 3–12) a sedm tácků s trávou pro hodnocení „rychlosti růstu“ (3.4). Obě šetření vyžadují sedm stolních lampiček, každou vybavenou kulovou LED žárovkou RGB 3W B22 (tyto žárovky jsou k dispozici za dostupnou cenu v běžných internetových obchodech). Každá žárovka se dodává s dálkovým ovladačem, pomocí kterého lze nastavit barvu na červenou, oranžovou, žlutou, zelenou, modrou, fialovou nebo bílou (**OBR. 5**). Za účelem snížení nákladů lze těchto sedm lampiček a žárovek použít pro obě zkoumání.



OBR. 5 Lampičky byly osazeny kulovými LED žárovkami RGB 3W B22, které jsou vybaveny dálkovým ovladačem pro nastavení barvy světla na červenou, oranžovou, žlutou, zelenou, modrou, fialovou nebo bílou.

3 | 3 Vliv vlnové délky světla na rychlost fotosyntézy

3. Přidejte asi 30 g čerstvých listů trávy (ustřižených v kroku 2) do 250 cm³ studeného puřovacího roztoku se sacharózou o pH 7,5. Ten připravíte tak, že rozpustíte 2,7 g hydrátovaného hydrogenufosforečnanu sodného, 1,0 g bezvodého dihydrogenufosforečnanu draselného, 33 g sacharózy a 0,25 g chloridu draselného ve 250 cm³ destilované vody.
4. Míchejte po dobu 60 sekund, aby se buňky narušily a uvolnily se z nich chloroplasty. K odstranění buněčných zbytků přefiltrujte přes mušelínový hadřík. Filtrát uchovávejte na ledu.
5. Namočte jeden konec kapilární trubičky do extraktu s chloroplasty, aby se do ní extrakt nasál. Vyjměte kapilární trubičku a jemnou tkaninou ji z vnější strany osušte. Tato trubička vám bude sloužit jako trubička s referenční barvou (je zabarvena zeleně).
6. Pomocí Pasteurovy pipety přidejte 1,0 % roztok DCPIP do zbývajících extraktu s chloroplasty, kapku po kapce, a lahvičkou jemně zatřepete, aby došlo k promíchání. Roztok DCPIP se připraví tak, že rozpustíte 0,1 g DCIP a 0,4 g chloridu draselného ve 100 cm³ destilované vody. Roztok musí být čerstvě připraven.
7. Přidejte dostatek DCPIP, dokud se trvale nezmění barva extraktu ze zelené na modrozelenou; následně celou lahvičku co nejrychleji zabalte do alobalu, aby extrakt s chloroplasty + DCPIP zůstal v temnu.
8. Umístěte stolní lampičku s fialovou žárovkou 8 cm nad bílou dlaždici (ještě nerozsvěcujte). Dejte na dlaždici zabarvenou referenční trubičku z kroku 6. Nyní namočte tři kapilární trubičky do extraktu s chloroplasty + DCPIP, osušte je podle postupu výše a umístěte je pod fialovou žárovku vedle referenční trubičky. Postupujte co nejrychleji. Toto jsou vaše experimentální trubičky (**OBR. 6**).
9. Lampičku rozsviňte a spusťte stopky.
10. Do vhodné tabulky zaznamenejte dobu nutnou na to, aby barva každé experimentální trubičky odpovídala barvě referenční trubičky [t] (vzorové údaje jsou uvedeny v **OBR. 7**).



OBR. 6 Srovnání barvy experimentálních trubiček (obsahujících extrakt s chloroplasty + DCPIP) před osvětlením s barvou referenční trubičky (obsahující extrakt s chloroplasty bez DCPIP).

OBR. 7 Vzorové údaje o vlivu vlnové délky na rychlost redukce DCPIP (jako měřítko rychlosti fotosyntézy)

Barva žárovky	Vlnová délka světla [nm]	Doba potřebná pro zabarvení experimentální trubičky na barvu odpovídající referenční trubičce [s]				Průměr	Průměrná rychlost redukce DCPIP $= \frac{1.000}{t} \left[\frac{1}{s} \right]$
		Trubička 1	Trubička 2	Trubička 3	Průměr		
Fialová	420	660	660	640	653	1,53	
Modrá	450	520	520	520	520	1,92	
Zelená	520	> 900	> 900	> 900	> 900	0,00	
Žlutá	570	680	740	760	727	1,38	
Oranžová	620	520	520	560	533	1,88	
Červená	680	440	420	400	420	2,38	
Bílá	/	500	520	540	520	1,92	

Jelikož je velmi obtížné vidět barvu obsahu trubičky pod světlem různých barev, přepíná se každých 20 sekund barevná žárovka pomocí dálkového ovladače na jednu sekundu na bílou barvu pro kontrolu zabarvení.

- Zopakujte kroky 9 a 10 pro ostatních pět zabarvených žárovek i bílou žárovku (OBR. 8).
- Vypočítejte průměrnou dobu redukce a zaznamenejte průměrnou rychlost změny barvy ($1000/t$). Pokud nedojde ke změně barvy ani po 15 minutách, запиšte „beze změny“ a jako rychlost změny barvy uveďte „0“.

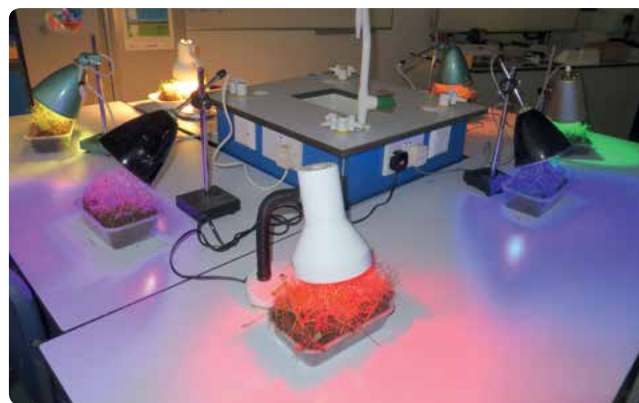


OBR. 8 Experimentální trubičky i referenční trubička byly osvětleny světlem různých barev a byla zapsána doba potřebná pro vyrovnání barev jako ukazatel rychlosti odbarvení DCPIP, tj. rychlosti fotosyntézy.

3 | 4 Vliv vlnové délky světla na rychlost růstu

Umístíte sedm táček z kroku 2 do temné místnosti a každý tácek osvětlíte stolní lampičkou osazenou kulovou LED žárovkou RGB 3W B22. Pro každý tácek nastavte pomocí dodaného dálkového ovladače barvu na červenou, oranžovou, žlutou, zelenou, modrou, fialovou nebo bílou. Nechte tácky pod úplným osvětlením po dobu šesti dnů a dle potřeby pravidelně zalévejte (OBR. 9).

Po šesti dnech trávu z každého táčku nůžkami ostříhejte (až ke spodní části stonku) a pomocí elektronické váhy zjistíte hmotnost ustřižené čerstvé trávy z každého táčku. Zapište hodnoty do vhodné tabulky (viz vzorové údaje na OBR. 10).



OBR. 9 Táčky s trávou byly osvětleny světlem různé barvy po dobu šesti dnů a pak byla tráva ustřižena pro změření hmotnosti v čerstvém stavu jako měřítko rychlosti růstu.

OBR. 10 Vzorové údaje o vlivu vlnové délky světla na hmotnost čerstvé trávy ustřižené po šesti dnech osvětlení (jako měřítko rychlosti růstu trávy)

Barva žárovky	Vlnová délka světla [nm]	Hmotnost čerstvé trávy ustřižené po 6 dnech osvětlení [g]
Fialová	420	4,15
Modrá	450	6,02
Zelená	520	3,66
Žlutá	570	4,09
Oranžová	620	5,54
Červená	680	6,23
Bílá	/	5,43

4 | ZÁVĚR

Studenti, kteří se zúčastnili tohoto projektu, lépe porozuměli světelným a temnostním reakcím (Calvinův cyklus) fotosyntézy, obzvláště tomu, jak se produkty temnostních reakcí při Calvinově cyklu využívají a jak to ovlivňuje rychlost růstu rostlin. Studenti těžili z diskuzí o důležitosti řízení co největšího počtu proměnných během klíčení a růstu semenáčků trávy (např. hloubka substrátu, režim zalévání, vzdálenost barevných sví-

tidel od tácků s trávou) i během zkoumání rychlosti fotosyntézy (např. vzdálenost barevných lampiček od extraktu obsahujícího chloroplasty). Tyto diskuze umožnili studentům lépe pochopit důležitost vhodného plánu pokusu při zkoumání.

Po vyhodnocení výsledků obou pokusů došli studenti k závěru, že mezi rychlostí fotosyntézy a rychlostí růstu trávy pro různé barvy světla existuje souvislost a že rychlost fotosyntézy i růstu je nejvyšší při červeném a nejnižší při zeleném světle. Tyto výsledky odpovídaly očekávání s ohledem na absorpční spektrum chlorofylu (**OBR. 3**).

Výsledky pro modré světlo byly nižší, než se očekávalo, což vedlo k zajímavé diskuzi o důvodech. Studenti uváděli, že by to mohlo souviset s různými podíly chlorofylu a a chlorofylu b v chloroplastech (protože chlorofyl a absorbuje méně modrého světla než chlorofyl b). I tak má modré světlo více energie než červené světlo, a teoreticky by tedy mělo vybudit více elektronů, tj. rychlost fotosyntézy i růstu by u něj měly být vyšší. Další průzkum odhalil možné vysvětlení: chloroplasty obsahují další skupinu fotosyntetických pigmentů nazvanou karotenoidy, které zahrnují oranžové pigmenty (karoteny) a žluté pigmenty (xantofyly). Tyto pigmenty vykazují maximální absorpci modrého světla a podobně jako chlorofyl b přenášejí energii, kterou absorbují, na chlorofyl a s cílem vyvolat buzení elektronů při světelné reakci. Přenos energie však není efektivní. Ačkoliv může tato disipace energie působit neúspěšně, může být nezbytné chránit rostlinu před potenciálně škodlivými účinky vysoké energie modrého světla.

Ve svých závěrečných doporučeních studenti uváděli, že osvětlovací soupravy využívající červeného světla by mohly zajistit účinnější růst a obnovu trávy, nicméně fotbalová hřiště používají vysokotlaké sodíkové (HPS) výbojky. Vynálezce mobilních osvětlovacích souprav (Kolbjørn Saether – osobní komunikace) vysvětlil, že jeho společnost je společně s norským Ústavem pro výzkum plodin zapojena do několika výzkumných programů, které se zabývají vlivem umělého osvětlení na růst trávy. Zkoumali několik parametrů, jako například intenzitu světla, množství světla denně, teplotu a výživu. Nezabývali se ale vlivem vlnové délky světla a mají velký zájem o výsledky našich pokusů.

Osobní zkušenosti

Během extrakce chloroplastů se při míchání uvolňují enzymy, které chloroplasty poškozují a zpomalují rychlost fotosyntézy (aktivita těchto enzymů je omezena použitím studeného extrakčního pufru a uchováváním extraktu s chloroplasty na ledu). Během zkoumání si studenti uvědomili, že extrakty s chloroplasty postupně ztrácejí aktivitu. Za účelem překonání tohoto problému a zajištění platných srovnání studenti stanoví rychlost fotosyntézy co nejrychleji, přičemž pokusy odstupňují a použijí různé žárovky v co nejkratším možném čase, aby byly všechny použité extrakty co nejčerstvější.

Bylo nemožné porovnat barvu extraktů s chloroplasty v experimentálních trubičkách s barvou referenční trubičky při různých světelných režimech. Jednou z výhod použití dálkově ovládaných žárovek byla možnost pravidelně přepínat barvu na bílou, aby bylo možné zkontrolovat barevnou shodu. Další výhodou těchto žárovek je, že se nezahřívají, protože nárůst teploty by ovlivnil jak rychlost růstu, tak i rychlost zbarvení DCPIP. Studenti tak mohli bezpečně nechat lampičky rozsvícené nepřetržitě po dobu šesti dnů.

Hodnoty vlnové délky světla různých barev zaznamenané na **OBR. 7** a **OBR. 10** musejí být považovány za přibližné, protože každá barva je tvořena řadou vlnových délek ve spojitém spektru.

5 | MOŽNOSTI SPOLUPRÁCE

Studenti z různých škol by mohli porovnávat své výsledky z obou zkoumání, svá vylepšení plánu pokusů i zkoumání vlivů vlnové délky světla na rychlost fotosyntézy u jiných druhů rostlin.

REFERENCE

- ^[1] https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Linear_visible_spectrum.svg (08.03.2016)
- ^[2] Chlorophyll_ab_spectra2.PNG: Aushulz – odvozená práce: M0tty [CC BY-SA 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>) nebo GFDL (<http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>)], prostřednictvím Wikimedia Commons (08.03.2016)
- ^[3] www.science-on-stage.de/iStage3_materials

TĚLO

V této příručce se zabýváme vědními obory souvisejícími s různými aspekty fotbalu. Nejprve v oddílu Biosféra začínáme s pohledem velmi zešíroka. Následně se v oddílech Tělo a Míč zaměříme na hlavní prvky tohoto sportu – míč a hráče. A nakonec se v oddíle Velká data podíváme na to, co se vlastně děje při zápasu samotném.

Oddíl Tělo se soustředí na aktivní lidský prvek této hry a obsahuje projekty, se kterými se mohou studenti v maximální možné míře identifikovat, protože sami mohou převzít roli hráčů nebo se přímo zúčastnit zápasu. V těchto projektech budou studenti čerpat z vlastních zkušeností, aby lépe porozuměli vědeckým aspektům a dozvěděli se něco o biologii vlastního těla.

Když se při aktivním zapojení do fotbalového zápasu hýbeme, naše těla se urychlují a mění tvar podle fyzikálních zákonů. Podle našich biochemických potřeb vyžadují vodu, soli a živiny a naše svaly se opotřebovávají, ale současně také přizpůsobují a fyziologicky rozvíjejí. Na modelu vlastního těla tedy můžeme sledovat, jak fyzika, chemie, biologie a fyziologie určují naše životy a ovlivňují náš fyzický pohyb. Velké fotbalové hvězdy, jako jsou Pelé, Maradona, Cristiano Ronaldo, Messi a Romario, se také řídí stejnými pravidly přírody. Může nám věda říci něco o tajemstvích, která z nich udělala tak mimořádné hráče?

Samozřejmě! Profesionální fotbalisté tráví především většinu svého času tréninkem. V kapitole „Dejme si do těla“ studenti zjistí, proč tomu tak je, a sami si na vlastní kůži otestují příznivý vliv tělesného cvičení na svou fyzickou zdatnost. To jim může změnit celý život!

Správná hydratace a výživa jsou mimořádně důležité pro zdravý životní styl a dobrou výkonnost při sportech. Často vidíme, jak se fotbalisté osvěžují z lahví s vodou, především v pokročilé fázi zápasu a v horku. V kapitole „Pít s rozmyslem“ si budou studenti moci o tomto aspektu fotbalu popovídat. Tento projekt jim může pomoci porozumět humbuku a mýtům okolo údajných „power drinků“ a mezi staršími studenty může podnítit diskusi o ožehavých tématech, jakými jsou doping a jeho vliv na zdraví sportovců.



O čem je všechen ten poprask na téma nepoužívání rukou ve fotbale? V kapitole „Hrátky s míčem“ si studenti uvědomí, že jde vlastně o velmi zásadní pravidlo, které mění fyziku fotbalu na mnoha různých úrovních. Kdybychom směli používat ruce, fotbal by byl úplně jiný sport! Každý hráč včetně Diega Maradony (také známého jako „ruka Boží“) si je toho velmi dobře vědom!

A jedno bezpečnostní upozornění na závěr: jako vždy dbejte na to, aby studenti vykonávali fyzické aktivity v bezpečném prostředí a dodržovali pokyny pro příslušné jednotky. Ať už studenti experimentují s hydratačními tekutinami nebo s jednotlivými prvky sportu, jste povinni zajistit bezpečnou realizaci těchto aktivit.

PROF. DR. MIGUEL ANDRADE

Ústav molekulární biologie (IMB)





Fakulta biologie, Johannes Gutenberg University Mainz,
Německo

Koordinátor

DAVID FEATONBY · STEFAN ZUNZER

DEJME SI DO TĚLA



-  fyzická výkonnost, zdatnost, zlepšení, měření
-  tělesná výchova, fyzika, biologie, matematika, informatika
-  všichni věkové úrovně
-  fotbal, medicinbal (2 kg), stopky, měřicí pásma, tři nastavitelné překážky, pět kolíků, křída, tmavá stěna nebo žíhanka (2 m × 4 m)

1 | SOUHRN

V této jednotce přinášíme několik testů fyzické zdatnosti, které souvisejí s různými aspekty fotbalu. Studenti by následně měli sestavit cvičební program pro zlepšení své fyzické zdatnosti. Aby mohli monitorovat svůj pokrok a diskutovat o něm, je k dispozici také tréninkový deník studenta.

2 | PRVOTNÍ KONCEPCE

2 | 1 Cíle

Fyzická zdatnost a cvičení jsou zásadní nejen pro fotbalisty, jsou prospěšné pro zdraví nás všech.

2 | 2 Základní informace

Schopnost trénovat fotbalovou dovednost závisí na několika faktorech. U kvalitního hráče se tyto faktory musí vhodně zkombinovat. Je k dispozici několik seznamů těchto faktorů (např. Davis, B. a kol. [2000] Training for physical fitness [Trénink pro fyzickou zdatnost]; Tancred, B. [1995] Key Methods of Sports Conditioning [Hlavní metody sportovní přípravy]). Všechny zahrnují určitou úroveň zdatnosti a síly, určitou úroveň rovnováhy a odhodlání něco danému úkolu obětovat. Je zajímavé se na tyto seznamy podívat. Ignorování jednoho faktoru může celkovou výkonnost výrazně přibrzdit. Pokud budeme považovat oddanost danému úkolu za danou, můžeme schopnost dosahovat dobrých výkonů rozdělit na „dovednost“ a „zdatnost“. Jednoduše řečeno lze dovednost zlepšit tréninkem a zdatnost cvičením. Kombinace zlepšení těchto dvou faktorů povede k měřitelnému zlepšení výkonnosti. Každý úkol by měl být vnímán tak, že při jeho zlepšení dojde ke zlepšení celkové sportovní výkonnosti. Toto obecné rozdělení lze dělit dále, protože existuje mnoho různých typů dovedností:

- Kognitivní – intelektuální dovednosti, které vyžadují myšlenkové procesy
- Perceptuální – interpretace předkládaných informací
- Motorické – pohyb a svalová kontrola
- Perceptuálně motorické – zahrnující dovednosti myšlení, interpretace a pohybu

Dovednosti související s fotbalem, které jsou součástí tohoto pokusu, budou především motorické. Měřítka zdatnosti se týká mnoha svalů v těle a jejich síly, pružnosti a vytrvalosti. Různé úkony vyžadují účinné zapojení různých svalů, ať už jde o svaly na nohou, sílu trupu nebo sílu horní části těla. V navržených cvičeních se zaměřujeme vždy na jednu konkrétní skupinu svalů, ale současně i na různé prvky zdatnosti.

- Test 1 – Slalom: otestuje koordinaci a sílu svalů na nohou.
- Test 2 – Výskoky: výskok s hlavičkou otestuje koordinaci a sílu trupu a svalů na nohou.
- Test 3 – Hod medicinbalem přes hlavu: otestuje výkon cvičence, koordinaci, rovnováhu a sílu horního těla.
- Test 4 – Bumerangový běh přes překážky: otestuje koordinaci pohybu, rovnováhu a sílu nohou.
- Test 5 – Cooperův test: otestuje úroveň zdatnosti a vytrvalost.

2 | 3 Interdisciplinární možnosti

Tento projekt může vytvořit předpoklady pro interdisciplinární spolupráci v biologii (např. srdeční tep, rychlost dýchání, svaly), fyzice (např. zrychlení, rychlost, měření), tělesné výchově (základní teoretické informace o tréninku), matematice a informatice (např. statistika, grafy, korelace).

2 | 4 Bezpečnostní upozornění

I když testy fyzické zdatnosti nejsou invazivní, dbejte na to, aby se ve vašem ústavu / vaší škole dodržovala pravidla pro bezpečnost a ochranu zdraví. Všechny testy fyzické zdatnosti a následné tréninky by měly být v mezích schopností studentů. Před testem fyzické zdatnosti a před tréninkem je zcela nezbytné se rozcvíčit.

3 | CO STUDENTI DĚLAJÍ

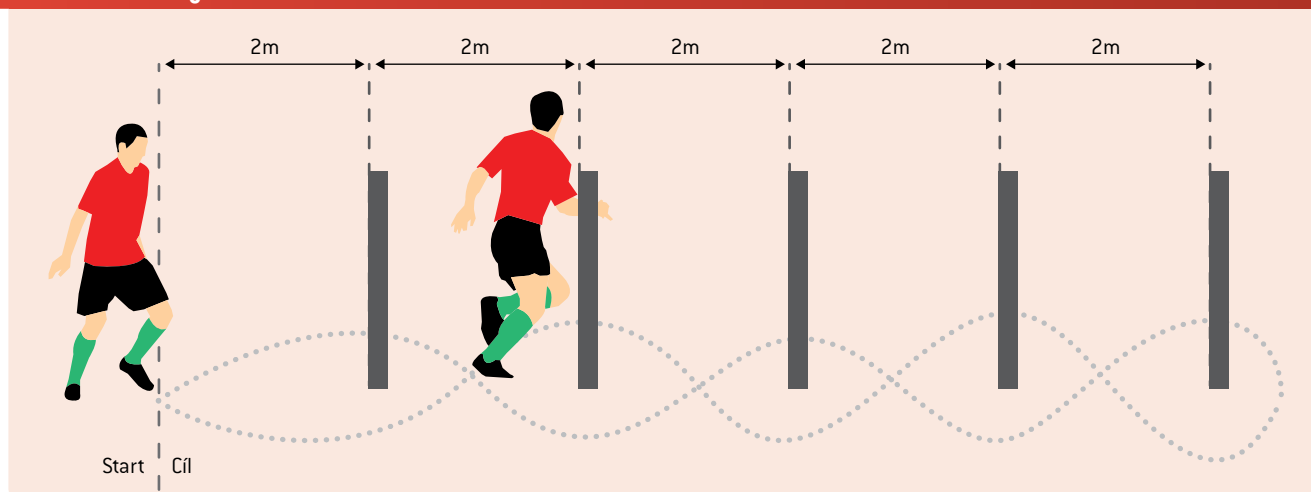
Studenti musejí v různých termínech absolvovat pět různých testů fyzické zdatnosti. Následné období tréninku by mělo zlepšit fyzickou zdatnost, která je pak otestována druhým testem na konci tréninkového období. Vhodné tréninkové metody musejí být vybírány individuálně. Každý učitel může předložit konstruktivní návrhy odpovídající tréninkovému plánu. Tréninkový program by měl trvat minimálně tři a maximálně šest týdnů. Studenti by měli být povzbuzováni, aby si navrhli vlastní program cvičení. Návrhy pro učitele jsou uvedeny v doplňkových materiálech ^[1]. Tréninkový program může zahrnovat cílená cvičení i fyzické aktivity (např. cyklistiku, běh atd.). Vedle toho musí být tréninkové potřeby zaznamenávány do tréninkového deníku.

Počet a frekvenci následných testů fyzické zdatnosti lze individuálně upravovat, ale je nutné je domluvit s příslušným učitelem. Testy fyzické zdatnosti musejí být prováděny podle pokynů níže, avšak uvedené pořadí není povinné.

3 | 1 První dovednost: zrychlení a rychlost – slalom

- **Potřebné vybavení:** pět kolíků, měřicí pásma, stopky a fotbalový míč
- **Příprava:** Vymezte prostor startu a cíle. Postavte pět kolíků v jedné řadě tak, aby mezi každými dvěma kolíky byl dvoumetrový odstup. Jako časomíru použijte stopky nebo ideálně světelnou bariéru.
- **Test A:** Běžte slalom mezi kolíky, u posledního kolíku se otočte a stejným způsobem běžte zpět do cíle (**OBR. 1**). Co nejpresněji změřte čas a zapište jej.

OBR. 1 Slalomový test



- **Test B:** Zopakujte test A a driblujte při něm míčem. Zaměřte se na to, abyste měli míč pod kontrolou co nejlépe k sobě. Zapište čas.
- Proveďte vždy tři pokusy a zvýrazněte nejlepší výsledek. Pokud nějaký kolík spadne nebo slalom nebude řádně dokončen, pokus se nepočítá.

3 | 2 **Druhá dovednost: výkon a síla při výskoku – test s výskoky**

- **Potřebné vybavení:** tmavá stěna nebo žíněnka (2 m × 4 m) a dle možností alternativní měřicí zařízení, křída, měřicí pásmo a skládací žebřík
- **Příprava:** Pro měření výšky výskoku existuje několik běžných metod. Zkontrolujte dostupná měřicí zařízení (např. silová plošina, video systémy, Vertec atd.). Nejjednodušší je ale měřit výskok proti tmavé stěně (např. s tmavým papírem upevněným ke stěně) nebo tlusté žíněnce (doporučená výška cca 4 m). Pokud použijete žíněnce, opřete ji o stěnu a dávejte pozor, aby nespadla. Další vybavení zahrnuje křidu, měřicí pásmo a dle potřeby skládací žebřík.
- **Test:** Začněte tak, že si stoupnete vedle žíněnce. Křidu naneste na jeden prst ruky, kterou máte blíže ke stěně. Pak se vytáhněte, co nejvýše můžete, a tuto výšku na stěně nebo žíněnce označte. Obě nohy při tom musí být na zemi! Nyní znovu naneste na prst křidu, mírně od stěny odstupte a co nejvýše vyskočte; můžete si při tom pomoci rukama i nohama. Zkuste se v nejvyšším bodu výskoku dotknout stěny nebo žíněnce. Změřte vzdálenost mezi výskokem ve stoje a maximální výškou při výskoku – toto je váš výsledek. Proveďte vždy tři pokusy a zvýrazněte nejlepší výsledek.

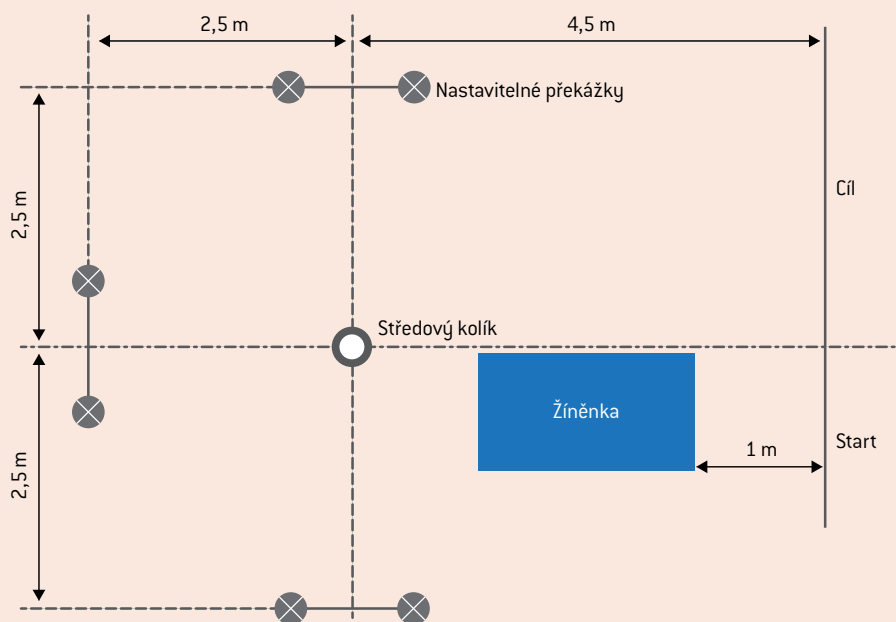
3 | 3 **Třetí dovednost: síla trupu a horních končetin a výkon – hod medicinbalem přes hlavu**

- **Potřebné vybavení:** medicinbal (2 kg) a měřicí pásmo
- **Příprava:** Vyberte si vhodnou místnost, která umožňuje dlouhé hody. Při venkovních testech berte v úvahu povětrnostní podmínky, které by mohly výsledky testů ovlivnit. Vymezte startovní čáru a pro zjednodušení měření vzdálenosti použijte vzdálenostní značky.
- **Test:** Postavte se na startovní čáru čelem po směru, kterým se hází. Nohy musíte mít vedle sebe a mírně od sebe. Držte medicinbal oběma rukama po stranách a mírně za středem. Medicinbal dejte za hlavu a mírně se pokrčte v kolenou. Pak prudce medicinbal hodte co nejdále před sebe a pohybujte při tom tělem směrem nahoru a dopředu. Když míč opustí vaše ruce, můžete startovní čáru přeslápnout. Je zakázáno se před hodem rozběhnout. Proveďte tři pokusy; počítat se bude jen ten nejlepší.

3 | 4 **Čtvrtá dovednost: obratnost, koordinace pohybu a zrychlení – bumerangový běh přes překážky**

- **Potřebné vybavení:** středový kolík, žíněnka, nastavitelná překážka (s kolíkem, na cvičení), měřicí pásmo a stopky nebo světelná bariéra
- **Příprava:** Připravte prostor pro test podle **OBR. 2**.
- **Test:** Před zahájením testu nastavte překážky podle výšky testovaného jedince – srov. **OBR. 3**. Abyste nemuseli překážky neustále měnit, doporučujeme rozdělit studenty do skupin podle výšky. Pak je požádejte, aby dráhu co nejrychleji proběhli proti směru hodinových ručiček. Pokud středový kolík nebo jedna z překážek spadne, pokus se nepočítá. Postavte se vzpřímeně na startovní čáru. Začněte test kotrmelcem dopředu na žíněnce. Otočte se o čtvrtotáčku okolo středového kolíku, přeskočte přes překážku a ihned se vraťte a podlejte ji. Běžte zpět ke středovému kolíku, znovu se otočte o čtvrtotáčku a překonejte další překážku. Pak znovu běžte ke středovému kolíku, otočte se o čtvrtotáčku a přeskočte/podlejte třetí překážku. Běžte zpět ke středovému kolíku, proveďte poslední čtvrtotáčku a běžte do cíle.

OBR. 2 Bumerangový běh přes překážky



OBR. 3 Vhodná výška překážek podle výšky účastníků

Výška jedince [cm]	Výška překážek [cm]
121–125	50
126–130	52
131–135	54 atd.

3 | 5 Pátá dovednost: fyzická zdatnost a vytrvalost – Cooperův test

- **Potřebná vybavení:** rovná běžecká dráha (např. tartanová dráha na 400 m apod.) a stopky
- **Příprava:** Nejsou nutná žádná zvláštní opatření pro měření.
- **Test:** Studenti by měli za 12 minut zaběhnout co největší vzdálenost. Začnete test akustickým startovacím signálem. Po uplynutí 12 minut spustí asistent znovu signál a uběhnutá vzdálenost se zapíše.

4 | ZÁVĚR

V této jednotce jsme uvedli řadu návrhů pro motivační cvičení související s dovednostmi využívanými při fotbalu. Díky nim mohou studenti na všech úrovních schopností zlepšit svou měřenou výkonnost. Návrhy platí pro chlapce i dívky. Vědecké dovednosti se dále posilují při procesu měření, sestavování a záznamu tréninkových programů a interpretace výsledků.

Klíčem je motivace studentů. Takové motivace lze dosáhnout, když bude učitel sledovat pokrok studentů podle programu a když studenti sami pocítí vlastní zlepšující se dovednosti. Podle našich zkušeností dojde při použití programu ke zlepšení i u nejslabšího studenta, zatímco schopnější studenti budou mít větší inspiraci díky své vyšší výkonnosti.

5 | MOŽNOSTI SPOLUPRÁCE

Jelikož se tohoto projektu zúčastní mnoho škol, poskytuje společnost Science on Stage seznam škol a jejich kontaktní údaje. Podívejte se na internetové stránky iStage^[1].

Údaje mohou být následně zveřejněny pro zvýšení motivace jako reálná data pro statistickou analýzu a s cílem odměnit zlepšení a dosažené úspěchy. Lze z nich provádět srovnávání, např. mezi hráči, pohlavími, věkovými skupinami atd.

REFERENCE

- ^[1] Veškeré doplňkové materiály lze najít na www.science-on-stage.de/iStage3_materials.

KIRSTEN BIEDERMANNOVÁ · EMMANUEL THIBAUT


PÍT S ROZMYSLEM





TANGERINEADE

power



 energetické nápoje, isotonické nápoje, kofein, cukr, námaha

 chemie, biologie, fyzika, matematika

 část 3.1: 14–18 let a část 3.2: 8–18 let

Studium složek energetických nápojů a nebezpečí pro zdraví, která představují, je vhodné pro studenty všech věkových kategorií od 8 do 18 let.

1 | SOUHRN

Na trhu vidíme pod všelijakými názvy mnoho různých energetických nápojů obsahujících rozpoznatelné složky, které mohou zlepšit výkonnost konzumenta, ale současně pro něj představují zdravotní nebezpečí. Zde uvádíme tipy pro výuku zaměřenou na takové nápoje a na metody zjišťování jejich obsahu a účinků na mozkovou a svalovou aktivitu.

2 | PRVOTNÍ KONCEPCE

Tato výuková jednotka se zabývá nápoji souvisejícími s fotbalem a sportem obecně. Dnes se na trhu objevuje stále více nápojů, které mají zlepšit fyzickou a duševní výkonnost spotřebitelů.

Tento projekt si klade následující hlavní otázky:

- Z čeho se tyto nápoje skládají? Jak můžeme analyzovat jejich obsah?
- Jaký je jejich vliv na duševní a fyzickou aktivitu? Jak můžete tento vliv měřit?

Projekt se soustředí na tři různé typy nápojů:

- Energetické nápoje: zvyšují váš srdeční tep a tlak krve
- Isotonické nápoje: poskytují cukry a minerály pro zlepšení svalové a mozkové aktivity
- Vítální nápoje: pouze voda

3 | CO STUDENTI DĚLAJÍ

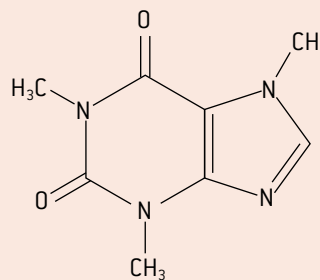
3 | 1 Energetické nápoje

Energetické nápoje jsou vyráběny tak, aby spotřebitelům dodali více energie, a obsahují směs různých stimulačních složek. Tyto složky zahrnují kofein, což je alkaloid působící jako stimulant a psychotropní látka. Vedle toho mohou obsahovat taurin, aminokyselinu, jejíž účinky na lidské tělo jsou doposud neznámé.

Biologie

Studenti libovolného věku si nejprve mohou o energetických nápojích popovídat a zjistit jejich obsah kofeinu podle štítků na některých komerčních produktech (za tímto účelem mohou pořizovat fotografie v místních obchodech a nápoje si ani nemusí kupovat). Mohou obsah kofeinu zkoumat a následně porovnat své výsledky s obsahem kofeinu v kávě a probrat související zdravotní problémy.

OBR. 1 Kofein



Závěr

Kofein, jehož vliv na lidské tělo je dnes dobře znám, má ze všech složek nápojů tohoto typu zdaleka největší vliv, ať už dobrý, nebo špatný.

Jeden energetický nápoj (250 ml) obsahuje asi 80 mg kofeinu, což je přibližně stejné množství jako šálek silné černé kávy. Toto množství se výrazně blíží limitu, u kterého lze očekávat vedlejší účinky (100 až 160 mg), ale i hornímu limitu přípustné denní spotřeby (200 mg/denně pro dospělé). Riziko pro sportovce netkví v pozitivním testu na doping, ale v příjmu toxické dávky.

Chemie pro studenty ve věku 14 až 18 let

Analýza populárních komerčních produktů v chemické laboratoři je osvědčenou metodou podpory vzdělávání, zájmu a porozumění studentů. Je možné provádět mnoho analýz na různých úrovních a pomocí různých metod a materiálů.

3 | 1 | 1 Extrakce a identifikace kofeinu

Za účelem ověření obsahu kofeinu v energetických nápojích je možné provést kvantitativní analýzu s využitím klasické tenkovrstvé chromatografie. Studenti musí po základním zpracování provést nejprve extrakci kofeinu pomocí neškodného rozpouštědla, například etylacetátu, s cílem rozpustit kyseliny a nako- nec i tanin.

Metoda extrakce:

- Vezměte 50 ml nápoje a zamíchejte jej skleněnou tyčinkou, aby se odstranily případné plyny.
- Přidejte roztok sody (uhlíčitan sodný) o koncentraci 1 mol/l a současně nádobu protřepávejte, abyste získali pH hodnotu okolo 9.



OBR. 2 Kontrola alkalizace pH papírkem



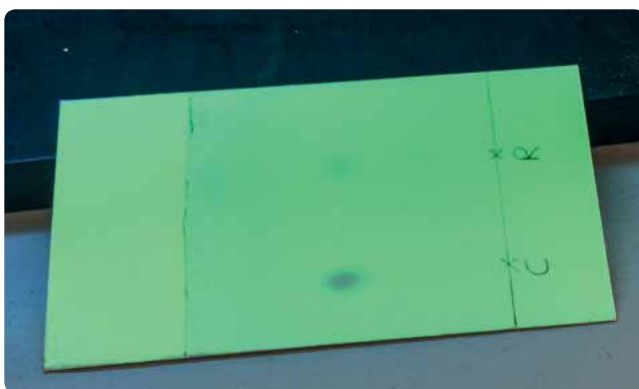
OBR. 3 Extrakce kofeinu rozpouštědlem



OBR. 4 Sušení organické fáze pomocí vysoušedla



OBR. 5 Chromatografie organické fáze



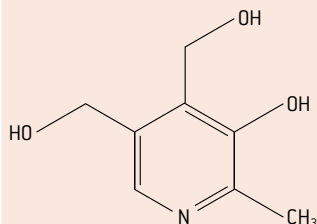
OBR. 6 Vizualizace chemických forem pomocí ultrafialového světla

- Extrahujte pomocí 15 ml rozpouštědla a dělicí nálevky.
- Odeberte fázi obsahující kofein do kádinky.
- Zopakujte extrakci pomocí 15 ml rozpouštědla.
- Odeberte organické fáze a usušte je pomocí bezvodého síranu hořečnatého.

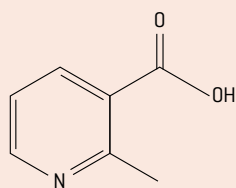
Na konci tohoto kroku, před odpařením rozpouštědla, musí být výsledky chromatografie zaznamenány.

- Eluční činidlo (mobilní fáze) pro kofein: směs kyseliny mravenčí a butylacetátu (30 ml / 50 ml).
- Stacionární fáze: tenká vrstva oxidu křemičitého
- Vizualizace: UV
- Kofein jako referenc, rozpuštěný v etanolu nebo v elučním činidle.

OBR. 7 B6 (pyridoxin) a B3 (niacin nebo niacinamid)



B6 (pyridoxin)



B3 (niacin nebo niacinamid)



OBR. 8 Odpaření rozpouštědla pomocí rotačního odpařovače (nalevo) · Prášek na boční straně lahve po odpaření rozpouštědla

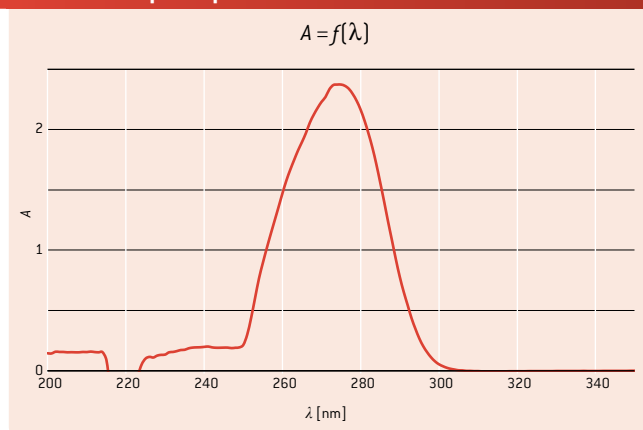
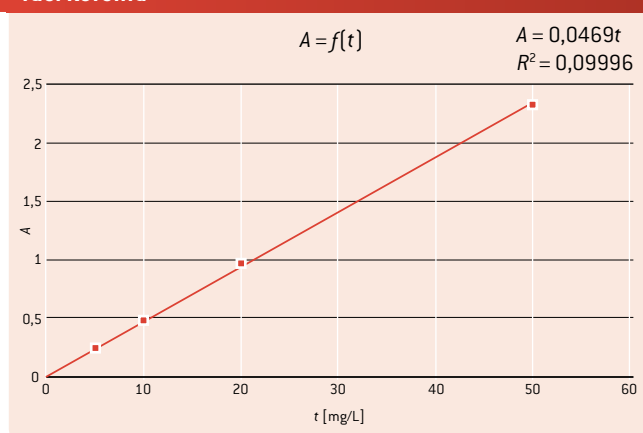
Další postup:

- Studenti by si mohli připravit další chromatografii, při které by jako referenci použili vitaminy B6 a B3.
- Je možné rozpouštědlo odpařit, a tak získat prášek tvořený kofeinem.

3 | 1 | 2 **Dávkování kofeinu**

Nejprve lze provést analýzu pomocí Lambertova-Beerova zákona.

- Studenti mohou stanovit spektrum vodního roztoku kofeinu a energetických nápojů, aby zjistili maximální úroveň absorpce. Mohou připravit roztok obsahující přibližnou koncentraci kofeinu udávanou výrobcem. Vzhledem k nasycení budou muset roztok zředit. Měli by se rozhodnout pro práci při vlnové délce 271 nm, při které je dosaženo špičkové absorpce.
- Následně mohou sestavit kalibrační křivku s různými vodními roztoky kofeinu a otestovat ji na vybraném energetickém nápoji, 20násobně zředěném.
- Pomocí této metody mohou odvodit, že energetický nápoj obsahuje o 17 % více kofeinu (373 mg/l), než udává výrobce (320 mg/l). Výrobce samozřejmě při uvádění údajů nepodváděl, protože má zavedené interní i externí postupy řízení kvality. Na kalibrační křivku má ale vliv druhá sloučenina zjištěná chromatografií (vitamin B6 a/nebo B3), která také absorbuje v UV pásmu.

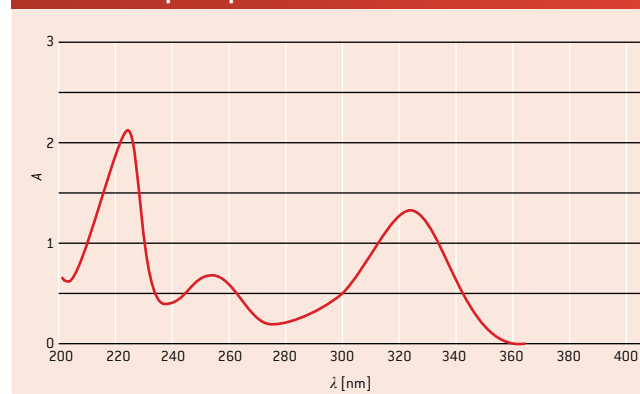
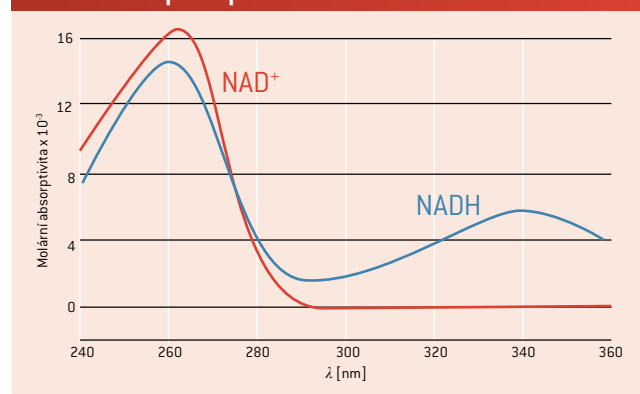
OBR. 9 Absorpční spektrum kofeinu**OBR. 10 Kalibrační křivka absorpce související s koncentrací kofeinu**

Pro účely sestavení lepší kalibrační křivky:

- Studenti mohou vytvořit absorpční spektrum vitamínu B6 a/nebo B3 s cílem stanovit, zda mají tyto vitamíny silnou absorpci při vlnové délce zvolené v předchozím kroku. Podle

výsledku se mohou rozhodnout použít jinou vlnovou délku. Když nyní mají spektra vitamínu B6 a B3, mohou zvolit vlnovou délku, při které je absorpce nízká (například mezi 240 až 250 nm).

- Bylo by také zajímavé studenty motivovat k tomu, aby v laboratoři našli jinou analytickou metodu, například HPLC; to by jim umožnilo získat lepší výsledky.

OBR. 11 Absorpční spektrum vitamínu B6**OBR. 12 Absorpční spektrum vitamínu B3^[1]**3 | 2 **Jak změřit vliv isotonických nápojů a vody na mozkovou aktivitu**

Naše tělo potřebuje pro správnou funkci vodu, cukr a minerály. Velmi působivou ukázkou této skutečnosti můžete vidět ve videu s Gabrielou Andersen-Schiessovou při olympijském maratónu v roce 1984, která se na poslední občerstvovací stanici nenapila. Několik těchto videí lze najít na internetu.

Sestavíme metody, navrhne studie a zamyslíme se nad objektivitou, platností a spolehlivostí měření vlivu isotonických nápojů a vody na účinnost mozku.

Biologie:

Studenti všech věkových kategorií by měli začít tak, že dají hlavy dohromady a sepíší své znalosti. Studenti ve věku nad 13 let by mohli dále zkoumat různé mozkové aktivity (senzory, aktory, modální a intermodální aktivity atd.) a vliv vody a isotonických nápojů. Pak mohou své výsledky prezentovat na plaká-

OBR. 13 Příklad tabulky pro test záměny číslic a symbolů

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<	∩	Δ	X	+	⊥	∧	○	=
2	1	5	4	7	6	9	3	8
∩	<							
6	3	1	2	6	7	3	9	2

tech a teprve poté začít přemýšlet nad tím, jak měřit výše uvedený vliv.

Mohou si vybrat z následujících metod:

[A] Test záměny číslic a symbolů (který je součástí mnoha IQ testů) – doporučeno pro studenty ve věku od 13 let

Tento test, který je také známý jako DSST test (Digit Symbol Substitution Test), pomáhá posoudit, zda má subjekt normálně fungující intermodální aktivitu.

Na papíře je napsán seznam číslic, např. od 1 do 9. Každá číslice je spojena s nějakým symbolem (např. - / & / 0). Pod tímto seznamem je tabulka se seznamem číslic opakovaných v náhodném pořadí. Subjekt musí co nejrychleji napsat vždy související symbol pod každou číslici.

Studentovi ze zkoumané skupiny může být vyměřeno např. 90 sekund na vyplnění papíru. V polovině, např. po 45 sekundách, si udělá přestávku. Později se můžete podívat, zda se student při přidružování číslic k symbolům zrychluje. Této mozkové aktivitě se říká učení.

O pět minut později je možné studenta požádat, aby napsal správné symboly přidružené k číslicím a zjistit, kolik si jich pa-

matuje. To je další mozková aktivita, které se říká dlouhodobá paměť.

[B] Test s pravítkem – doporučený pro všechny věkové kategorie

Vedoucí testu pustí pravítko z výšky mezi palec a ukazovák studenta a student se jej pokusí co nejrychleji chytit. Studenti mohou diskutovat o tom, jaká by byla nejlepší počáteční pozice pravítka. Snadno mohou zjistit, o jakou vzdálenost musí pravítko spadnout, než jej subjekt může chytit.

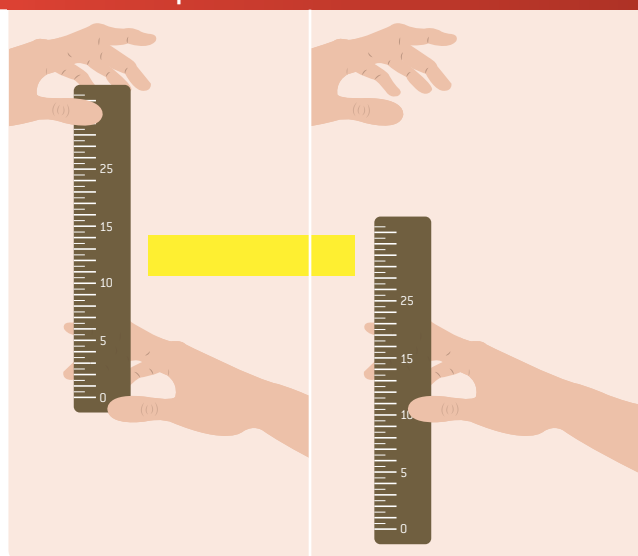
Navíc musí určit nejlepší možnou podobu studie, včetně doby vyžadované studentem, který se nenapil. Samozřejmě toto je experimentální kontrolní podoba, což znamená, že souběžně porovnáváte dvě náhodné skupiny (kontrolní skupinu a experimentální skupinu). Toto nastavení umožňuje porovnávat mozkovou aktivitu dvou skupin bez jakýchkoliv dalších vlivů či zavádějících faktorů, kromě faktoru pití. V dalších testech mohou studenti měřit a porovnávat vliv různých druhů nápojů.

Matematika:

[pro test A] Studenti (věk nad 13 let) shromáždí a zanalyzují údaje a prezentují svá zjištění.

[pro test B] Studenti budou muset provést některé výpočty, aby zjistili, o kolik centimetrů pravítko spadlo, pokud nestanoví počáteční pozici palce subjektu na 0 cm. Nejmladší žáci mohou jednoduše porovnat jednotlivé výsledky, zatímco starší děti by mohly provést výpočty, jež zohlední nejistotu měření, a následně určit průměr z několika měření.

OBR. 14 Test s pravítkem



Fyzika:

[pro test B] Studenti ve věku od 13 let by mohli vypočítat dobu pádu pravítka tak, že použijí výšku h , kterou naměřili.

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

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

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

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

kdy $v = g \cdot t$, protože $v = a \cdot t$ a $a = g$

$$\frac{1}{2} \cdot a^2 \cdot t^2 = g \cdot h \quad | \frac{2}{g^2}$$

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

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

a : zrychlení [$\frac{m}{s^2}$]

h : výška [m]

g : tíhové zrychlení, $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$

t : čas [s]

v : rychlost [$\frac{m}{s}$]

4 | ZÁVĚR

Tento projekt lze přizpůsobit a použít k výuce studentů ve věku od 8 do 18 let. Naučí je měřit mozkovou aktivitu a optimalizovat konkrétní metodu za účelem minimalizace potřeby hodnocení založeného na výpočtech, počítání atd. Studenti poznají experimentální kontrolní podobu zkoumání a mohou využívat poznatky z jiných přírodovědných a technických předmětů – biologie, matematiky či fyziky.

5 | MOŽNOSTI SPOLUPRÁCE

Doporučujeme vám nahlížet na tento projekt jako na meziškolní a mezinárodní. Pokud nemáte ve škole požadované technické vybavení na chemickou část, můžete se obrátit na ostatní školy poblíž, abyste s nimi mohli na experimentech spolupracovat. Vaši žáci budou muset o svém zkoumání a protokolech komunikovat s jinými žáky; to je pro ně mnohem smysluplnější, než kdyby si jen zapsali výsledky do sešitů. Taková spolupráce a sdílení vytváří další motivaci a vstupy a umožňuje dvojjazyčnou výuku/učení přírodovědných a technických předmětů.

Můžete porovnávat nápoje dostupné v různých zemích a postoje k jejich konzumaci. Vedle toho můžete vést diskuzi o podobě studií, shromažďovat další nápady a organizovat cvičení ve dvou nebo více spolupracujících školách, abyste pro svou analýzu vlivů získali více údajů.

A nakonec se můžete o poznatky zjištěné ve spolupráci s ostatními školami podělit. Další informace najdete na našich internetových stránkách. ^[2]

REFERENCE


^[1] Zdroj: Cronholm144 (vlastní práce) [volné dílo], prostřednictvím 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 TOMAOVÁ

HRÁTKY S MÍČEM



 biomechanika, pohyb, zrychlení, energie, síla, reakční doba, plocha

 fyzika, biologie, matematika, sport

 10–18 let

Tuto jednotku lze použít k výuce studentů různých věkových skupin, především na druhém stupni základní školy a na střední škole. Některé části jednotky je možné využít i na prvním stupni základní školy. Všechny části lze přizpůsobit různým úrovním.

1 | SOUHRN

Tato jednotka se zabývá několika aspekty a aktivitami souvisejícími s tím, jak hráči využívají paže a ruce při fotbalovém zápase. Je rozdělena do tří oddílů:

1. Typické pohyby fotbalového hráče
2. Zvětšení plochy těla
3. Reakční doba hráčů

Dále má tato jednotka za cíl podpořit studenty v rozvoji nových metod pozorování.

2 | PRVOTNÍ KONCEPCE

Fotbal je velmi atletický a dynamický sport. Jeho intenzita v posledních desetiletích výrazně vzrostla. Typickými fotbalovými dovednostmi jsou vytrvalost, rychlost a rychlé reakce a každý hráč je dnes musí koordinovat jak při běžném zápase, tak při tréninku. Pro lepší výkonnost, rychlejší běh či vyšší výskok musí hráč využívat svých paží a rukou. Kvůli tomu existuje možnost, že hráč při zápase zahraje rukou, ať už úmyslně či neúmyslně.

V rámci stručného úvodu bychom chtěli uvést pár skutečností o vztahu mezi lidskou rukou a fotbalem. Nejprve se krátce podívejme na pravidlo č. 12 organizace FIFA^[1], které říká, že „za zakázaný způsob hry se považuje, jestliže hráč zahraje podle názoru rozhodčího úmyslně míč rukou nebo se rukou míče dotkne; za ruku se přitom považuje paže od ramene až k prstům.“ Za normálních okolností se tedy hráči nesmějí míče rukou dotknout. Výjimky z tohoto pravidla se obvykle označují jako „přirozená pozice ruky“.

V konečném důsledku musí určit rozhodčí, zda byl kontakt s míčem „nepřirozený“, tj. zda je úmyslný či nikoliv. Pokud sledujete fotbalové zápasy na stadionu nebo v televizi, víte, že tato okamžitá rozhodnutí mohou vést k vášnivým diskuzím. Některá rozhodnutí o ruce mohou změnit průběh celého zápasu. Nejznámějším případem hry rukou je určitě „boží ruka“ argentinského fotbalisty Diega Maradony, kterou skóroval ve čtvrtfinále fotbalového mistrovství světa v Mexiku v roce 1986 v utkání proti Anglii – Argentina se nakonec v tomto roce stala světovým šampionem^[2]. V kvalifikačním zápase mezi Irskem a Francií v roce 2009 vstřelil gól francouzského týmu rukou Thierry Henry. V dů-

sledku toho zaplatila FIFA Irskému fotbalovému svazu (FAI) částku 5 milionů eur^{[3], [4]}.

Tyto dva příklady ilustrují, že ruka může hrát ve fotbalovém utkání důležitou úlohu. Pomocí těchto příkladů můžete motivovat studenty, aby se podrobněji podívali na užívání rukou při fotbale.

2 | 1 Pohyb

Jak je uvedeno výše, dynamika hraje při fotbalovém zápase velkou roli. V prvním kroku bychom se chtěli zaměřit na ergonomické aspekty pohybu hráče. Chtěli bychom se soustředit na dva běžné typy pohybu, které musejí být při fotbalovém zápase hráčem koordinovány: běh a výskoky.

Všechna pozorování lze velmi snadno zaznamenávat pomocí měřicích nástrojů, například měřicího pásma a stopek. Pokud studenti použijí také digitální kamery nebo chytré telefony a video analýzu, je možné výsledky použít pro další zkoumání pohybu, zrychlení, síly, energie a výkonu.

Abyste rychleji běhali a skákali výše, musíte používat ruce. Důvodem je skutečnost, že kyvadlový pohyb rukou zkracuje pohyb boků a rozsah pohybu ramen, čímž kompenzuje rotační zrychlení těla, které pramení z pohybu nohou. Naopak pokud člověk běží s rukama u těla nebo za ním, vede to k nižší lineární rychlosti.^[5] To lze ilustrovat srovnáním doby, za kterou se uběhne stejná vzdálenost s různým pohybem rukou (viz **OBR. 1**^[6]).

OBR. 1 Různé způsoby běhu (vzdálenost $s = 20$ m)

	pravidelný pohyb čas [s]	ruce podél těla čas [s]	ruce za zády čas [s]
Chlapec	3,12	4,03	4,03
Dívka	4,07	5,03	4,18

Biomechanický pojem „startovací síla“ vysvětluje, proč vyskočíte výše, pokud získáte větší hybnou sílu díky kyvnému pohybu rukou. Změřením a porovnáním výšky různých typů výskoků (ruce u těla, ruce za zády, ruce s kyvným pohybem) mohou studenti zkoumat vliv kývání rukou (viz **OBR. 2**).

Po naměření různých výšek výskoku mohou studenti vypočítat jejich rozdíly. Získané množství energie lze spočítat následovně:

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

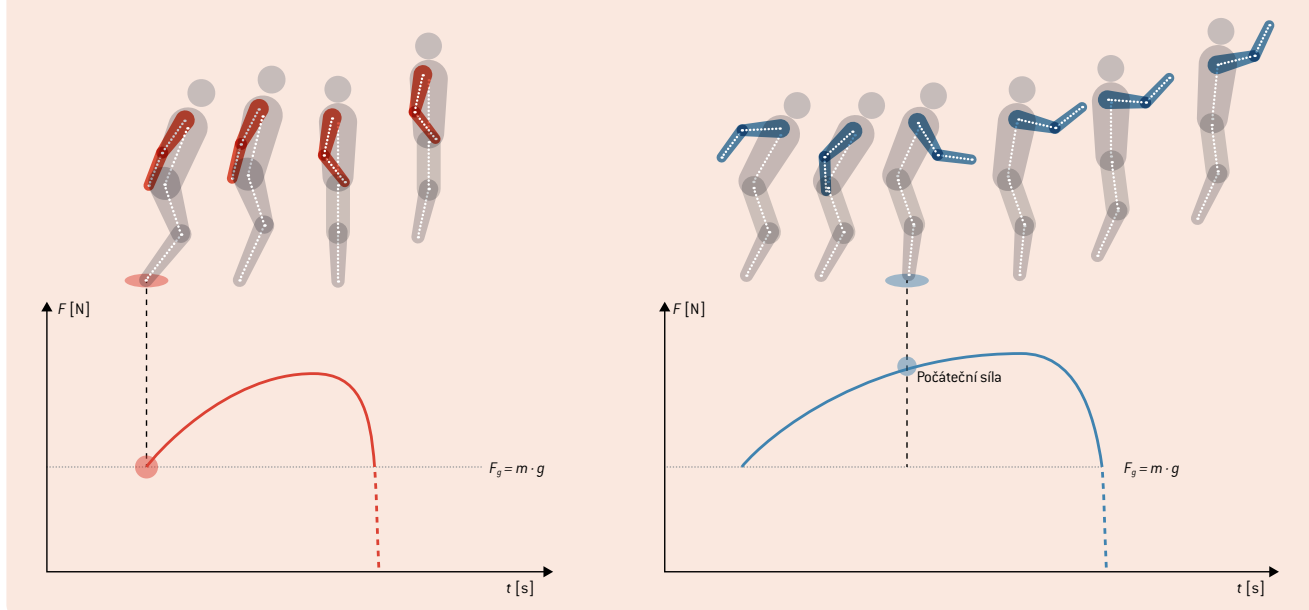
ΔE_{pot} : získané množství potenciální energie [J]

m : hmotnost skákajícího studenta [kg]

g : tíhové zrychlení; $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$

Δh : rozdíl mezi výškou skoku [m]

OBR. 2 Síly podle různých způsobů běhu



Když studenti změří zrychlení (např. pomocí snímačů na chytřících telefonech), mohou porovnat maximální síly a najít vztah mezi natočeným pohybem a grafem zaznamenaného zrychlení. Na základě analýzy videa pak mohou následujícím způsobem vypočítat průměrný výkon při různých typech výskoku:

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

\bar{P} : průměrný výkon [W]

W : práce při zvýšení potenciální energie [J]

m : hmotnost skákajícího studenta [kg]

g : tíhové zrychlení; $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$

h : výška výskoku [m]

Δt : doba potřebná na natažení nohou [s] (od nejnižšího bodu pohybu do okamžiku, kdy nohy opustí zemi)

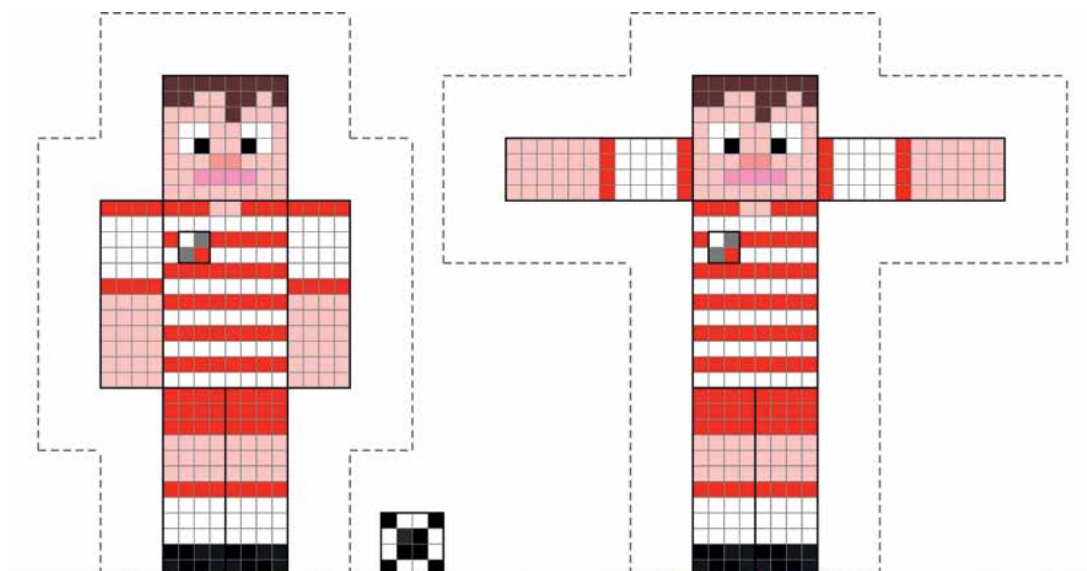
2|2 Plocha těla hráče

Rozpažením se zvětší plocha těla hráče, kterou může zasáhnout míč. Zvyšuje se tím jeho schopnost zabránit přihrávce nebo dát výhodu vlastnímu týmu. Procento zvětšení lze odhadnout na základě matematických metod.

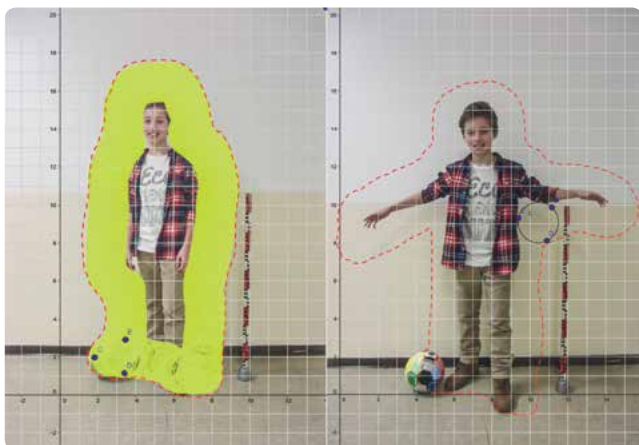
V prvním kroku lze snadno nasimulovat tvar lidského těla tak, že se vytvoří skiny pro postavu v Minecraftu (který je dobře znám většině vašich studentů).^[7] Studenti mohou dát svým fotbalovým hráčům podobu dle vlastní představy (viz OBR. 3).

Jelikož se simulované tělo skládá pouze z obdélníků, je snadné vypočítat jeho plochu, kterou lze zasáhnout míč. Hodnoty různých ploch lze porovnávat a rozdíl se dá vyjádřit v procentech.

OBR. 3 Siluety hráčů – zvětšení plochy o přibližně 17 %



Při náročnějším přístupu je možné analyzovat reálné fotografie studentů. Studenti se mohou pokusit odhadnout plochu svého těla, kterou lze trefit míč, pomocí aplikace GeoGebra^[8] (viz **OBR. 4**). Pomocí této metody lze také studenty motivovat k používání integrálních počtů při tvorbě metod numerické integrace.



OBR. 4 Odhad plochy těla v aplikaci GeoGebra

2 | 3 Reakční doba

Aby hráč s rukama v přirozené pozici nezahrál míč rukou, musí reagovat na akce jiných hráčů s míčem a na trajektorii míče. Reakce závisí na mnoha parametrech, například vzdálenosti hráče od míče, rychlosti míče a reakční době samotného hráče. Reakční dobu hráče lze vypočítat pomocí velmi snadného pokusu. Stačí, aby studenti změřili vzdálenost, kterou urazí padající pravítko.

Tento pokus mohou provádět dokonce i malé děti na prvním stupni základní školy, přičemž mohou použít tabulku pro hodnocení dosažených hodnot (viz **OBR. 9**). Pokus lze také provést výpočtem s využitím pravidel pro volně padající předměty (lineární zrychlení), viz také jednotku „Pít s rozmyslem“ na str. 30.

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

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

t: reakční doba [s]

h: vzdálenost pohybu [m]

g: tíhové zrychlení; $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

3 | CO STUDENTI DĚLAJÍ

Všechny pokusy je možné provádět bez zvláštního technického vybavení. Informace o použití video analýzy nebo chytrých telefonů najdete v příručce iStage 2^[9].

Zde nebudeme vysvětlovat základní vzorce, např. pro výpočet obsahu obdélníku nebo vyjádření výsledku v procentech.

3 | 1 Pohyb

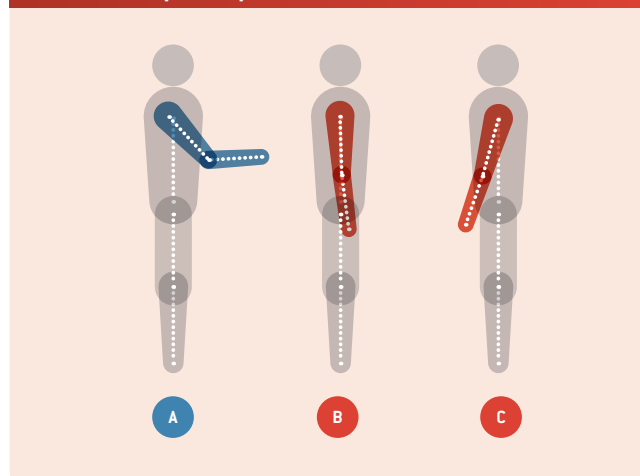
3 | 1 | 1 Jak běžet rychle

Co potřebujete: měřicí pásmo, stopky, značky

Pro podrobnější analýzu potřebujete: digitální kameru nebo chytrý telefon, software pro video analýzu (např. Tracker^[10])

- 15–20 m) s jasně viditelnou startovní a cílovou čarou. Umístěte startovní bod v krátké vzdálenosti (asi 5 m) před startovní čarou.
- Zaznamenejte čas, který trvá uběhnutí dané vzdálenosti, přičemž běžci zaujmou následující pozice rukou: A) běžný pohyb (normální), B) ruce rovně podél těla, C) ruce za zády (viz **OBR. 5**). Měření probíhá při letmém startu.

OBR. 5 Různé pozice paží a rukou



- Měření pro jednotlivé typy běhu zopakujte vždy třikrát (pro jednoho studenta). Pokud chcete získat více údajů, požádejte dva nebo tři studenty, aby běželi současně.
- Analyzujte a porovnejte naměřené časy (po výpočtu průměrného času pro každý typ běhu). Pohybujte se rychleji, když své ruce používáte obvyklým způsobem (podle **OBR. 1**)?

Další aktivity:

- Poříděte videa jednotlivých typů běhu. Pro měření času běhu můžete použít časový kód svého videa.
- Videa pro použití s analytickým softwarem nahrávejte pomocí stacionární kamery. Software automaticky vypočítá rychlost a zrychlení studenta na videu.

- Odhadněte ztrátu energie, když běžíte bez použití obou rukou (pohyb B a C). Pro všechny tři typy pohybu vypočítejte následujícím způsobem průměrnou rychlost a kinetickou energii:

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

E_{kin} : kinetická energie [J]
 m : hmotnost studenta [kg]
 \bar{v} : průměrná rychlost [$\frac{m}{s}$]

- Analyzujte další typy pohybu pro tyto tři pozice rukou, které jsou typické pro fotbal, např. změna směru, začátek pohybu.

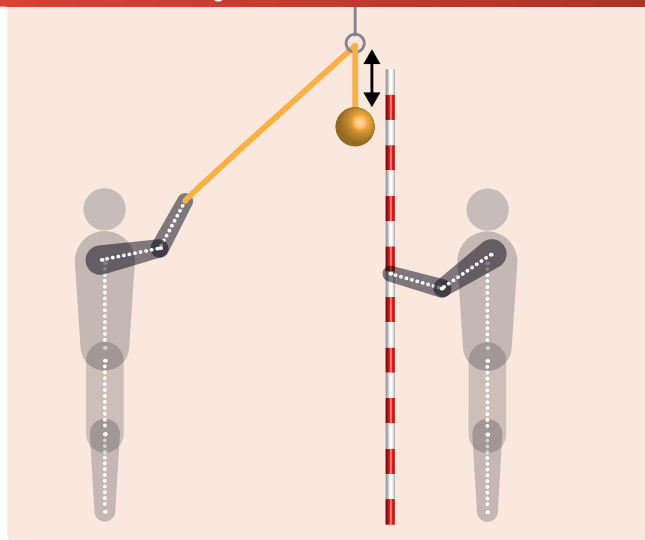
3 | 1 | 2 Jak vyskočit vysoko

Co potřebujete: provázek (nebo lano), měkký míč (nebo jiný předmět, který můžete trefit hlavou), měřicí tyč

Pro podrobnější analýzu potřebujete: digitální kameru nebo chytrý telefon, software pro video analýzu (např. Tracker^[10])

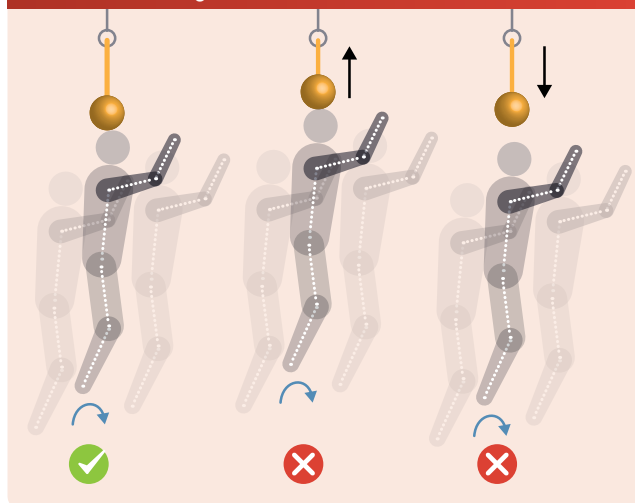
- Vytvořte jednoduché kyvadlo pro hlavičkování (provázek, měkký míč) (viz **OBR. 6**). Dbejte na to, abyste mohli snadno měnit výšku kyvadla.

OBR. 6 Nastavení kyvadla na hlavičkování



- Změřte výšku výskoku s rukama v těchto pozicích: A) ruce rovně podél těla, B) ruce za zády, C) ruce s kyvným pohybem (obvyklý pohyb). Upravte výšku měkkého míče tak, aby se jej student nemohl dotknout hlavou, když stojí pod ním.
 1. Stoupněte si přímo pod míč.
 2. Vyskočte a zkuste jej trefit hlavou.
 3. Když se můžete hlavou míče téměř dotknout, změřte vzdálenost mezi spodkem míče a zemí. Pokud míč zasáhnete, pověste kyvadlo výše a zopakujte výskok. Pokud na kyvadlo nedosáhnete, snižte jej a znovu vyskočte (viz **OBR. 7**).

OBR. 7 Seřízení kyvadla na hlavičkování



Před výskokem se přikrčte. Dbejte na to, abyste při každém výskoku začínali ve stejné pozici.

- Analyzujte a porovnejte naměřenou výšku jednotlivých výskoků. Vyskočte výše, když máchnete rukama a zvednete je? ^[6]

Další aktivity:

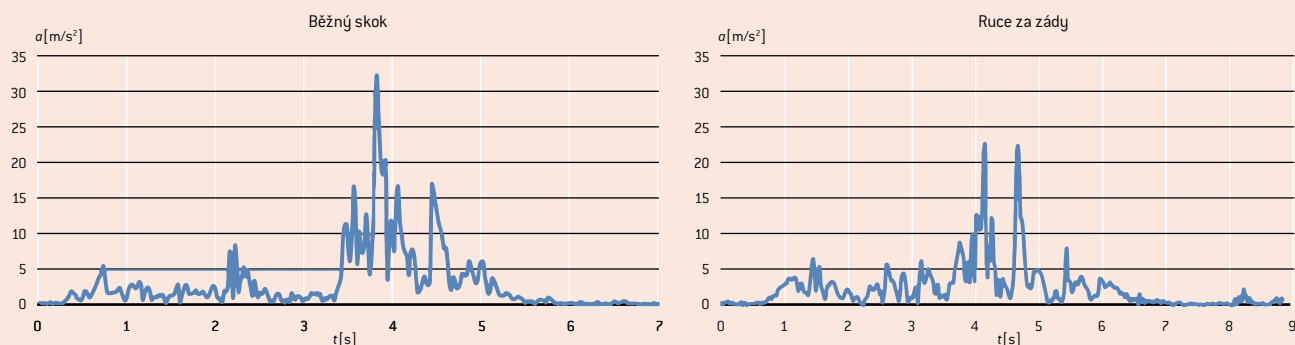
- Změřte výšku těla (stůjte na špičkách). Vypočítejte energii, kterou vaše tělo při výskoku vyprodukuje, podle vzorce v kapitole 2.1 *Pohyb*.
- Video pro použití s analytickým softwarem nahrávejte pomocí stacionární kamery. Nebudete tak potřebovat kyvadlo. Nezapomeňte přidat ke svému videu stupnici, abyste z něj mohli identifikovat dosaženou výšku. Vedle toho můžete přibližně určit časový rozsah výskoku (nejnižší bod boků – prsty opouštějí zemi). Budete tak moci odhadnout sílu, kterou vaše tělo při výskoku vyprodukuje, podle vzorce v kapitole 2.1 *Pohyb*.
- Použijte snímač zrychlení vašeho chytrého telefonu. Upevněte jej v blízkosti svého ramena ^[6], abyste zaznamenali dodatečné zrychlení vyplývající z pohybu rukou při výskoku (viz **OBR. 8**). Chytrý telefon můžete také umístit natěsně v kapse kalhot pro záznam celkového zrychlení vašeho těžiště. Jaké výsledky očekáváte?
- Analyzujte spektrum zrychlení při výskoku. Zkuste identifikovat různé pozice během výskoku.

3 | 2 Plocha těla hráče

Co potřebujete: milimetrový papír, tužku, pravítko

Pro podrobnější analýzu potřebujete: digitální kameru nebo chytrý telefon, GeoGebra ^[8]

- Nakreslete tvar těla hráče pomocí skinu pro Minecraft. (Můžete také použít editor skinů, např. nova skin ^[7].) Nakreslete druhého hráče s vodorovně nataženými pažemi. Ke každé

OBR. 8 Zrychlení při výskoku zaznamenané aplikací Accelerometer Analyzer^[11] pro chytrý telefon

kresbě dokreslete míč a vyznačte plochu těla, do které by míč mohl každého hráče trefit (viz **OBR. 3**).

- Vypočítejte velikost plochy. Který hráč má větší plochu těla, kterou lze trefit míčem? Porovnejte obě plochy a rozdíl vyjádřete v procentech.

Další aktivity:

- Pořídte vlastní fotografie s rukama těsně podél těla a případně i s přirozenou pozicí rukou. Zkuste napodobit některé typické pohyby fotbalistů. Nezapomeňte na fotografii přidat stupnici a fotbalový míč.
- Importujte tyto fotografie do aplikace GeoGebra a zkuste odhadnout velikost plochy těla, kterou je možné trefit míčem. Přidejte kruh (míč) a v kontextové nabídce zvolte možnost *Show Trace*. Po vytvoření náčrtu přidejte obrys pomocí funkce *Pero* (viz **OBR. 4**). Vyzkoušejte různé metody odhadu plochy. Jak by bylo možné vaši metodu optimalizovat?

3 | 3 Reakční doba

Co potřebujete: pravítko (30 cm)

K podrobnější analýze potřebujete: digitální kameru nebo chytrý telefon

- Třída musí být rozdělena do dvojic. Jeden student v každé dvojici drží pravítko, zatímco druhý student má prsty v blízkosti značky 0 cm.
- První student pravítko pustí a druhý student se jej pokusí co nejrychleji chytit. Přečtete si vzdálenost, o jakou pravítko spadlo.
- Nyní můžete zjistit reakční dobu tak, že tuto vzdálenost porovnáte s **OBR. 9**.

OBR. 9 Reakční doba

<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

Další aktivity:

- Vypočítejte svou reakční dobu pomocí vzorce uvedeného v kapitole 2.3 *Reakční doba*.
- Pro mladší studenty připravte tabulku, která jim pomůže určit tímto pokusem jejich reakční dobu.
- Sestavte pokus pro měření reakční doby pomocí digitálních médií.

4 | ZÁVĚR

Tato jednotka ukazuje, že používání rukou hráčem (i když se rukou nedotkne míče) má pro zlepšení jeho výkonu při zápase klíčovou úlohu. Současně zvyšuje možnost, že se hráč dopustí faulu.

Pokud víme, toto je vůbec první zkoumání zaměřené na různé aspekty zpracování míče při fotbale. Díky tomu nabízí jen několik nápadů pro práci s tímto tématem.

Mezi další důležitá témata ke zvážení patří:

- Ochrana (např. volný kop): Hráči nesmějí používat ruce k ochraně svého těla (např. obličeje) před kopy. Studenti vypočítají sílu míče při nárazu do těla hráče.
- Reakční doba a pohyby rukou: Jak lze nejrychleji přitáhnout

ruce k tělu? Studenti změří dobu a trajektorii natažených rukou při přitažení k tělu.

- Zpracování míče z pohledu brankáře: Jak nejlépe pohybovat rukama/natáhnout ruce s cílem zabránit gólu?

5 | MOŽNOSTI SPOLUPRÁCE

Své výsledky a nápady můžete sdílet tak, že

- výsledky/soubory nahrajete na internetovou stránku/on-line platformu. Nahraná data mohou pak používat další studenti. ^[6]
- budete hrát fotbal se svými kamarády a řeknete jim o iStage 3.

REFERENCE

- ^[1] FIFA: Pravidla fotbalu 2015/2016
www.fifa.com/mm/Document/FootballDevelopment/Refereeing/02/36/01/11/LawsofthegamewebEN_Neutral.pdf (str. 121)
- ^[2] Argentina vs. Anglie (Mistrovství světa FIFA 1986)
https://en.wikipedia.org/wiki/Argentina_v_England_%281986_FIFA_World_Cup%29 (08.03.2016)
- ^[3] Fotbalové zápasy mezi Irskem a Francií v roce 2009 https://en.wikipedia.org/wiki/2009_Republic_of_Ireland_v_France_football_matches (08.03.2016)
- ^[4] Eamon Dunphy: The FIFA payment to the FAI was like something from The Sopranos (Platba od FIFA pro FAI byla jako ze seriálu Rodina Sopránů)
www.independent.ie/sport/soccer/international-soccer/eamon-dunphy-the-fifa-payment-to-the-fai-was-like-something-from-the-sopranos-31279282.html; zveřejněno 04.06.2015
- ^[5] Christopher J. Arellano, Rodger Kram: „The metabolic cost of human running: Is swinging the arms worth it?“ (Metabolická cena běhu u lidí: Má cenu máchat rukama?)
<http://jeb.biologists.org/content/217/14/2456.abstract>
- ^[6] Na www.science-on-stage.de/iStage3 materials najdete několik videí pro tyto aktivity a způsoby, jak sdílet zjištěné výsledky.
- ^[7] <http://minecraft.novaskin.me/>
- ^[8] www.geogebra.org
- ^[9] iStage 2 – Chytré telefony při výuce přírodních věd;
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> (27.04.2016)

MÍČ

Nyní se zaměříme na nejdůležitější věc ve fotbale: míč! Míč je základem tohoto sportu. Pokud víte, jak tímto zdánlivě jednoduchým prostředkem manipulovat (nebo bychom měli říkat „pedipulovat“?), značně se zvyšují vaše šance na výhru. Díky vědě se můžete o složitém chování těchto jednoduchých kulatých, pevných předmětů dozvědět opravdu hodně. Jsou skutečně kulaté? Jsou pevné? Samozřejmě budeme muset provést určité aproximace, ale poté můžeme mnohé předvídat jen na základě toho, co jsme se naučili ve škole.

Naši účastníci vypracovali tři výukové jednotky, které vrhají světlo na různé aspekty fyziky míče.

Před zápasem musíme míč dofouknout. Ve výukové jednotce „Pod tlakem“ se studenti dozví, že vzduch má hmotnost a že tuto hmotnost mohou měřit pomocí velmi jednoduchých přístrojů v domácnosti. Navíc množství vzduchu v míči mění tlak, což má zase vliv na jeho odskokové vlastnosti. Tlak v míči mění koeficient restituace, tj. jak vysoko se míč odrazí. Tomu všemu lze snadno porozumět, když si vzduch představíme jako ideální plyn složený zhruba z dvaceti procent kyslíku a osmdesáti procent dusíku. K tomu jsou velmi užitečné zákony ideálního plynu!

V další výukové jednotce se dostaneme přímo doprostřed hry. Brankář si pomyslí: „Hlavně aby se nedotkl země!“, protože ví, že při odrazu míče od země se mohou podstatně změnit jeho směr a rychlost. Chceme-li pochopit, co se přesně děje, může nám v tom pomoci klasická mechanika. Díky analýze rotujícího míče, který se odráží od země, studenti pochopí, jak může přeměna rotační kinetické energie na translační kinetickou energii vést ke zvláštnímu efektu, při kterém se míč po odrazu od země značně urychlí. A pomocí klasické mechaniky lze také porozumět změně směru míče.

Pro změnu směru se tato zdánlivě jednoduchá koule ani nemusí dotknout země. Interakce míče s okolním vzduchem stačí na to, aby mohl hráč při kopu míč pořádně „zakroutit“. Výuková jednotka „Bláznivá fyzika“ se zabývá aerodynamikou fotbalového míče. Jak víme z práce Daniela Bernoulliho, rychlejší pohyb vzduchu vede ke snížení tlaku. V důsledku tření mění rotující míč rychlost vzduchu na jedné straně vzhledem ke druhé straně. Výsledný rozdíl v tlaku může překvapivě změnit jeho dráhu; tomu se říká Magnusův jev. Ve skutečnosti může být dů-



kladné pochopení tohoto jevu dost obtížné a výrobci fotbalových míčů věnují tvaru povrchu míče mnoho času a úsilí, aby zajistili dobré proudění vzduchu, tj. aby se se vzrůstající rychlostí stejnoměrně zvyšoval odpor vzduchu. Naši účastníci ale připravili výukovou jednotku, která zpřístupňuje toto poměrně obtížné téma studentům středních škol na základě pokusů a simulací.

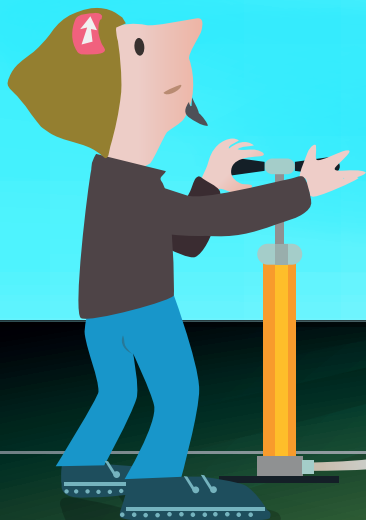
Tyto tři výukové jednotky představující vynikající příklady toho, jak fyzika na školní úrovni může vysvětlit chování fotbalového míče, což je z pohledu našich studentů jeden z nejdůležitějších reálných objektů vůbec, jsou výsledkem mimořádné práce několika nejlepších učitelů fyziky v Evropě.

DR. JÖRG GUTSCHANK

Leibniz Gymnasium | Dortmund International School
Předseda Science on Stage Německo
Hlavní koordinátor

KIRSTEN BIEDERMANNOVÁ · ANDERS FLORÉN · PHILIPPE JEANJACQUOT · DIONYSIS KONSTANTINOU · CORINA TOMAOVÁ

POD TLAKEM



🔧 míč, hmotnost, rovnováha, pumpička, tlak, ideální plyn, pružná srážka, koeficient restituce

📖 fyzika, matematika, informatika

👥 Tuto jednotku lze použít k výuce studentů různých věkových skupin z obou stupňů základní školy i ze středních škol. Obě části lze přizpůsobit různým úrovním:

Úroveň 1: Pro první stupeň základní školy (věk: 9–12 let)

Úroveň 2: Pro druhý stupeň základní školy (věk: 12–15 let)

Úroveň 3: Pro střední školy (věk: 15–18 let)

1 | SOUHRN

Napadlo vás někdy, jak je důležitý tlak vzduchu ve fotbalovém míči? Tato jednotka obsahuje různé aktivity zaměřené právě na tento tlak. První aktivita začíná měřením hmotnosti vzduchu uvnitř míče a zdůrazňuje její přímou úměrnost s vnitřním tlakem. Druhá aktivita zase studuje závislost maximální výšky, do které se míč dostane po prvním nárazu nebo odrazu, na tlaku vzduchu uvnitř míče a současně ukazuje důležitost stavu povrchu země.

2 | PRVOTNÍ KONCEPCE

Naším cílem je zdůraznit, že pomocí jednoduchých pokusů mohou studenti změřit hmotnost vzduchu v míči a následně ověřit lineární závislost mezi tlakem a hmotností podle zákona o ideálním plynu. A nakonec budou zkoumat důležitost tlaku při procesu odrazu a uplatňovat při tom zákon zachování mechanické energie.

2 | 1 Část 1: Hmotnost vzduchu vs. tlak

Viz podrobnosti o aktivitách v části 3 *Co studenti dělají*.

Úroveň 1:

Je možné vykonat dvě různé a nezávislé aktivity. První se zaměřuje na hmotnost vzduchu a na způsob měření hmotnosti vzduchu v míči. Učitel může využít dotazovacího přístupu a zeptat se studentů: „Jak můžete určit hmotnost vzduchu v míči?“. Studenti navrhnou a provedou pokusy, například s využitím váhy, nafouknutím míče a kontrolou hmotnosti míče po nafouknutí. Při druhé aktivitě se studenti soustředí na objem a na metody určení objemu míče (např. pomocí kbelíku s vodou).

Úroveň 2:

Změřte hmotnost vzduchu v míči při různých hodnotách tlaku. Zjistěte spojitost mezi tlakem a hmotností vzduchu (předpoklad: objem míče se při rostoucím tlaku nemění). Studenti mohou nakreslit graf hmotnosti plynu v závislosti na tlaku. Vedle toho mohou také změřit objem míče. Tímto pokusem lze také zjistit vztlak míče (ve vzduchu).

Úroveň 3:

Studenti mohou provést stejné pokusy jako na úrovni 2. Svůj graf závislosti hmotnosti na tlaku vzduchu v míči porovnají se zákonem ideálního plynu a na základě sklonu grafu vypočítají různé parametry plynu.

2 | 2 Část 2: Výška odskoku vs. tlak

Úroveň 1:

Zaměřte se na rozdíly ve výšce (kvalitativně): Pusťte dva míče ze stejné výšky a zaznamenejte přímý účinek různých hodnot tlaku v míči. Vyberte postup, zvolte údaje, které budete shromažďovat, získejte údaje a po dokončení pokusu je prodiskutujte.

Úroveň 2:

Zaměřte se na rozdíly ve výšce (kvalitativně): Změřte maximální výšku po prvním odskoku, pak pokus desetkrát zopakujte a najděte způsob, jak určit výšku, například prostřednictvím vysokorychlostního záznamu pomocí chytrého telefonu. Určete náhodné a další faktory, které mohou mít vliv na odlišné výsledky, a vypočítejte průměrnou výšku.

Úroveň 3:

Zaměřte se na použití matematického modelu volného pádu pro analýzu údajů. Počínaje úrovní 2 analyzujte údaje s cílem určit ztrátu energie na základě vzorce $E_{pot} = m \cdot g \cdot h$ a srovnání energie na začátku pokusu ($h = 1$ m nebo jiná hodnota) a po prvním kontaktu míče se zemí. Dále mohou studenti vypočítat čas odrazu a maximální rychlost prvního kontaktu se zemí a následně se ji pokusit změřit. Nakonec mohou porovnat potenciální a kinetickou energii (E_{pot} a E_{kin}) a vypočítat koeficient restituce (viz 3.2.1).

E_{pot} : potenciální energie [J]

m : hmotnost míče [g]

g : tíhové zrychlení; $g = 9,81 \frac{m}{s^2} = 9,81 \frac{N}{kg}$

h : výška dosažená míčem [m]

Část 2 lze provádět na různých površích, například trávě, podlaze tělocvičny, asfaltu, betonu, vlhké trávě, krátké a vyšší trávě a písku. Studenti na všech úrovních by měli uvést své hypotézy, prodiskutovat je a analyzovat pokusy na různých úrovních. Chceme-li jít ještě dále, bylo by zajímavé sestavit tabulku ukazující tlak nezbytný pro dosažení stejné výšky odskoku na různých površích, například na různých stadionech.

3 | CO STUDENTI DĚLAJÍ

Tato jednotka je rozdělena na dvě části: měření hmotnosti plynu vs. tlak uvnitř míče a měření závislosti mezi odskokem a tlakem uvnitř míče.

Tlak lze měřit dvěma různými způsoby.

Relativní tlak je rozdíl mezi tlakem v míči a atmosférickým tlakem (mimo míč); pro měření relativního tlaku se používá tlakoměr. Tento tlak používáme v části 1.

Absolutní tlak je celková hodnota tlaku. Tento tlak používáme v části 2.

3 | 1 Část 1: Změřte hmotnost plynu vs. tlak

Potřebné vybavení: pumpička, tlakoměr (systém pro měření tlaku), váha (s přesností 0,1 g a rozsahem měření mezi 0 a 1000 g), jehla k nafouknutí míče, sklenička pro umístění míče na váhu, fotbalový míč.

Pokud škola nemá k dispozici vlastní vybavení, lze pokus provést pomocí levných zařízení.

(Nejsnazším způsobem je mít tlakoměr přímo na pumpičce. Pokud tomu tak není, je snadné najít levný tlakoměr pro automobilové pneumatiky; jehla je stejná jako v případě míče.)

3 | 1 | 1 Postup

Zde popíšeme všechny podrobnosti námi navrhovaného postupu. Některé části mohou být vynechány, pokud neodpovídají úrovni vaší skupiny studentů.



OBR. 1 Míč v kbelíku

▪ Změřte objem míče (se vzduchem a bez vzduchu)

Pro měření objemu míče můžete použít kbelík naplněný vodou – změřte různé úrovně hladiny vody s míčem a bez něj. Buďte pečliví, protože povrch fotbalového míče je vyroben z kůže, která by mohla vstřebávat vodu, čímž by se hmotnost míče zvýšila. Abyste tomuto jevu zabránili, můžete míč vložit do plastového sáčku. Tlak vody okolo míče přitlačí sáček na míč. Objem se sáčkem a bez něj bude stejný.



OBR. 2 Změřte hladinu pro zjištění objemu vody

Pokud budete objem měřit bez plastového sáčku, změřte ještě předtím hmotnost.

Objem je možné měřit při různých hladinách vody v kbelíku. Pokud studenti nemohou vypočítat objem vody v kbelíku, mohou kbelík naplnit až po horní okraj, zatlačit míč dovnitř a změřit objem vody, která přeteče.

V tomto případě je objem prázdného míče 1,65 l a objem plného míče 5 l. To znamená, že $5 \text{ l} - 1,65 \text{ l} = 3,35 \text{ l}$ vzduchu uvnitř míče.

▪ Změřte hmotnost se vzduchem uvnitř

Položte na váhu skleničku, váhu vynulujte, položte na váhu míč a změřte jeho hmotnost.

Při tomto pokusu používáme váhu s přesností 0,1 g (mezi 0 a 1000 g), fotbalový míč a pumpičku s tlakoměrem.

▪ Změřte hmotnost míče bez vzduchu uvnitř

(například $m_{\text{míč}} = 408,0 \text{ g}$)



OBR. 3 Míč na váze



OBR. 4 Změřte hmotnost prázdného míče

▪ **Nafoukněte míč tak, aby tlak uvnitř odpovídal venkovnímu tlaku**

Relativní tlak, neboli rozdíl mezi tlakem uvnitř a vně míče, je $p = 0$ bar. Změřte hmotnost míče $m_{míč} = 408,0$ g (Stejná hmotnost jako předtím!).

3 | 1 | 2 **Analýza: Proč je hmotnost stejná se vzduchem i bez vzduchu v míči?**

- **Tip:** Vzduch kolem nás je tekutý a vytváří sílu, která má stejné vlastnosti jako síla vytvářená v případě, že něco vložíme do vody.
- **Odpověď:** Hmotnost vzduchu v míči je vyvážena vztlakem vzduchu okolo míče.
- Změřte hmotnost stejného míče s jiným tlakem. Tlakoměr ukáže relativní tlak.
- Údaje zapište do tabulky. Můžete například změřit hmotnost pro relativní tlak $p = 0,35$ bar; $p = 0,5$ bar; $p = 0,6$ bar; $p = 0,75$ bar; $p = 0,9$ bar; $p = 1,05$ bar, nebo vyberte jiný tlak.
- Zakreslete křivku m vs. p .
- Proložte naměřená data vhodnou fitovací křivkou (jedná se o lineární funkci).
- Najděte souvislost mezi sklonem přímky a zákonem ideálního plynu: $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

Aby učitel pomohl studentům pochopit zákon ideálního plynu, může jim dát několik tipů.

▪ **První tip:** Lineární křivka má vzorec

$$m_{celkem} = a \cdot p + m_{míč}$$

$$\text{nebo } m_{celkem} = m_{plyn} + m_{míč}$$

To znamená, že: $m_{plyn} = a \cdot p$.

▪ **Druhý tip:** $n_{plyn} = \frac{m_{plyn}}{M_{plyn}}$.

- m : hmotnost [g]
- p : relativní tlak [Pa]
- a : koeficient sklonu křivky [$\frac{g}{bar}$]
- V : objem [m^3]
- n : látkové množství [mol]
- M : molární hmotnost [$\frac{g}{mol}$]
- R : molární plynová konstanta, $R = 8,31 \frac{J}{K \cdot mol}$
- T : teplota [K]

▪ **Třetí tip:** Plyn (vzduch) se skládá zhruba z 20 % kyslíku a 80 % dusíku.

$$M_{O_2} = 32 \frac{g}{mol} \text{ a } M_{N_2} = 28 \frac{g}{mol}$$

3 | 2 **Část 2: Změřte výšku odskoku vs. tlak**

3 | 2 | 1 **Teorie**

Už jste si někdy říkali, jak je pro míč důležitý vnitřní tlak vzduchu? Prokážeme, že na tomto tlaku závisí koeficient restituce e (elasticita).

Co to je koeficient restituce? Když míč padá, dopadne určitou rychlostí vzhledem k zemi, které se říká rychlost přiblížení. Po pružné srážce se zemí bude mít rychlost oddálení hodnotu, která se liší od rychlosti přiblížení, protože dojde ke ztrátě části prvotní kinetické energie:

$$e = \frac{V_{oddálení}}{V_{přiblížení}}$$

Je velmi snadné vypočítat tento koeficient, pokud změříte prvotní výšku h_1 , ze které míč padá, a poté maximální výšku h_2 , které může míč dosáhnout pod odrazu od země.

Používáme zákon zachování energie:

$$mgh_1 = \frac{mv^2_{přiblížení}}{2} \quad mgh_2 = \frac{mv^2_{oddálení}}{2}$$

$$\text{Takže: } e = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}}$$

e : koeficient restituce

v : rychlost [$\frac{m}{s}$]

m : hmotnost [g]

g : tíhové zrychlení; $g = 9,8 \frac{m}{s^2} = 9,8 \frac{N}{kg}$

h : výška [m]

3 | 2 | 2 **Pokus**

Pustíme míč z výšky (h_1) a poté zaznamenáme výšku (h_2) odskoku míče po odrazu od země. Tyto výšky můžeme změřit pomocí videa.



OBR. 5 Podržte míč ve výšce h_1 (nalevo); pusťte míč (napravo)

Pokus lze provést s různými míči a různými povrchy [1].

4 | **ZÁVĚR**

4 | 1 **Část 1: Změřte hmotnost plynu vs. tlak**

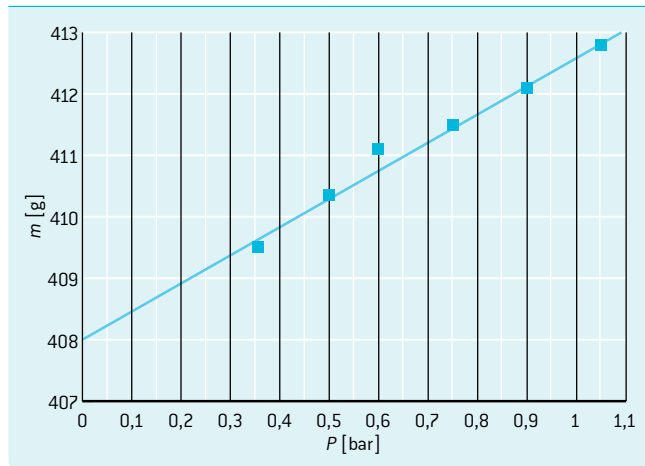
4 | 1 | 1 **Příklad měření hmotnosti vs. tlaku míče**

Hmotnost míče je $m_{míč} = 408,0$ g při $p = 0$ bar.

Objem vzduchu v míči je $V = 3,35$ l.

OBR. 6 m [g] vs. p [bar] (relativní tlak)

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 **Příklad výpočtu dle zákona ideálního plynu:**

Zde je vzorec křivky $m = 4,5711 \frac{\text{g}}{\text{bar}} \cdot p + 408,0$ g.

Vidíme, že hodnota 408 představuje hmotnost prázdného míče v gramech

nebo $m_{celkem} = a \cdot p + m_{míč}$.

m : celková hmotnost [g]

p : tlak [bar]

a : koeficient sklonu křivky [$\frac{\text{g}}{\text{bar}}$]

V tomto případě $a = 4,5711 \frac{\text{g}}{\text{bar}}$.

Hodnotu a lze zjistit na základě zákona ideálního plynu:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T.$$

p : tlak [Pa], 1 bar = 10^5 Pa

V : objem [m^3]

n : množství plynu [mol]

R : molární plynová konstanta, $R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}$

T : Teplota [K]

M : molární hmotnost [$\frac{\text{g}}{\text{mol}}$]

To znamená, že $n_{\text{plyn}} = \frac{p \cdot V}{R \cdot T}$ a $m_{\text{plyn}} = M_{\text{plyn}} \cdot \frac{p \cdot V}{R \cdot T}$

$$\text{nebo } m_{\text{plyn}} = \frac{M_{\text{plyn}} \cdot V}{R \cdot T} \cdot p$$

a již jsme viděli v odstavci 3.2.1, že $m_{\text{plyn}} = a \cdot p$,

$$\text{takže } a = \frac{M_{\text{plyn}} \cdot V}{R \cdot T}.$$

Vzduch se skládá zhruba z 20 % kyslíku a 80 % dusíku, takže

$$M_{\text{plyn}} = \frac{20 \cdot M_{\text{O}_2} + 80 \cdot M_{\text{N}_2}}{100}$$

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

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

S tímto míčem

$$V = 3,35 \text{ l} = 3,35 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$T = 20 \text{ }^\circ\text{C} = 293 \text{ K}$$

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

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

To je hodnota, když p se měří v Pa. Pro p v barech musí být hodnota vynásobena 10^5 (protože 1 bar = 10^5 Pa).

$$a = 3,96 \frac{\text{g}}{\text{bar}}$$

Nejllepší řešení křivky je $a = 4,57 \frac{\text{g}}{\text{bar}}$.

Pokud oba výsledky srovnáme, je relativní odchylka mezi výsledky:

$$d = \frac{4,57 - 3,96}{4,57} = 0,13.$$

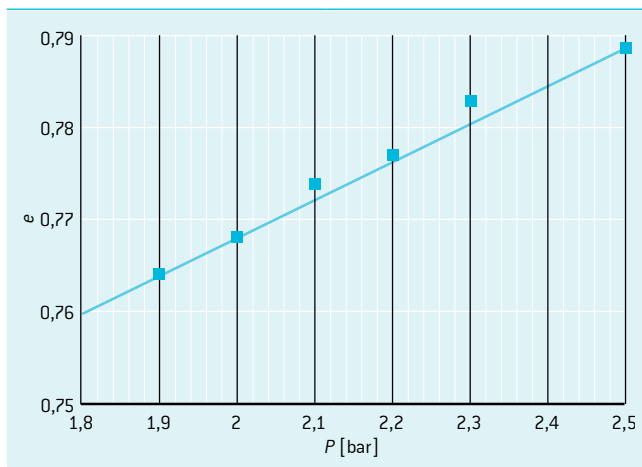
Můžeme vést diskuzi o chybách souvisejících s měřením: Zde je přesnost tlakoměru 0,05 bar na asi 1 bar. Když měříme objem prázdného míče, může v míči stále nějaký vzduch zůstat.

4 | 2 Část 2: Změřte odskok vs. tlak

Při našem pokusu jsme změnilí vnitřní tlak vzduchu ve dvou různých míčích a získali jsme následující výsledky:

OBR. 7 Koeficient restituce e vs. absolutní tlak p (míč 1)

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



p je zde absolutní tlak v barech.

U prvního míče je závislost lineární, protože změny tlaku nejsou tak velké.

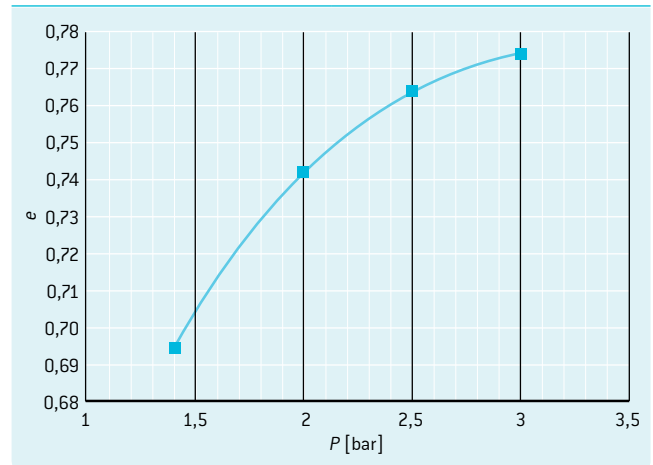
U druhého míče získáme křivku. Když je tlak příliš vysoký, míč ztratí pružnost a koeficient restituce zřejmě dosáhne svého limitu.

V těchto dvou pokusech spadl míč na podlahu a vidíte, že koeficient restituce je asi 0,77 při tlaku 3 bary.

Pak jsme povrch změnilí, ale vnitřní tlak vzduchu byl stále 3 bary. Na trávě byl koeficient restituce nižší: $e = 0,57$. Na umělé trávě dosáhl 0,74^[1].

OBR. 8 Koeficient restituce e vs. absolutní tlak p (míč 2)

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



5 | ZÁVĚR

Fotbalové míče jsou velmi dobré nástroje ke studiu zákonů plynů, vlastností tlaku a účinnosti odskoků. Studenti mohou na míči, který je klasickým sportovním vybavením, zkoumat fyzikální zákony. Mohou sledovat závislosti mezi fyzikálními zákony, v tomto případě zákonem ideálního plynu, a každodenním životem.

Také je zajímavé pozorovat, jak lze aktivity dle této jednotky vyučovat u studentů různých věkových skupin, od 6 do 18 let. Tyto aktivity lze jednoduše začlenit do jakéhokoliv učebního plánu.

6 | MOŽNOSTI SPOLUPRÁCE

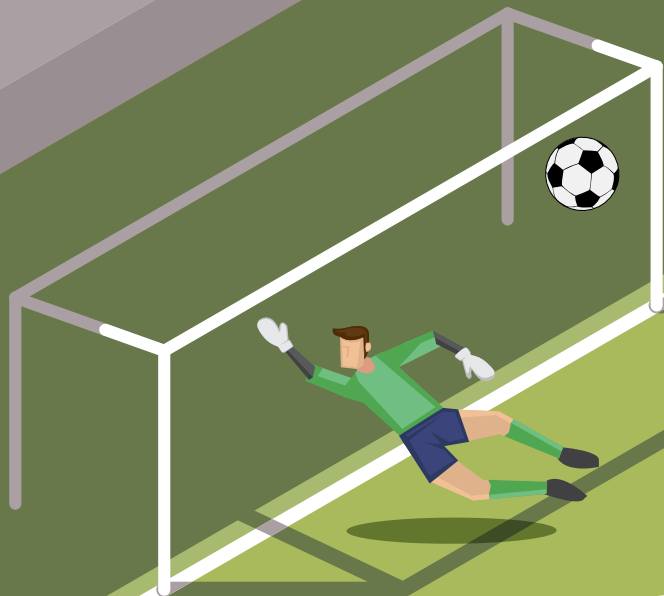
Výsledky různých pokusů s fotbalovým míčem můžeme vzájemně sdílet.

Pro sdílení výsledků si stáhněte příslušný soubor a postupujte podle pokynů^[1].

Jsme si jisti, že studenti mohou sdílet své nápady týkající se rozdílů mezi vlastními měřeními či výbavou pro pokusy. Mohou si představit další pokusy s míčem: například filmování deformací míče během nárazu do země a vliv tlaku na tento proces.

REFERENCE


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





DIONYSIS KONSTANTINOU · ANDREAS MEIER · ZBIGNIEW TRZMIEL

HLAVNĚ ABY SE NEDOTKL ZEMĚ



 pohyb, rotace, valivý pohyb, translační kinetická energie, rotační kinetická energie, tření

 fyzika, informatika

 Jsou k dispozici dvě sady aktivit. První se hodí pro studenty ve věku 14–15 let a obě jsou vhodné pro studenty ve věku 16–18 let.

1 | SOUHRN

Studenti zkoumají odskok míče z hlediska pohybu, kinetické energie a hybnosti. Vedle toho zjistí, že kinetická energie reálného tělesa se skládá z translační a rotační kinetické energie.

2 | PRVOTNÍ KONCEPCE

2 | 1 Souhrn

Brankáři říkají, že jejich práci ztěžuje, když se před nimi míč odrazí od země. V této výukové jednotce studentům ukážeme, jak zkoumat faktory, které zapříčiňují změny energie a pohybu míče při odskoku. V této souvislosti se studenti setkají s fyzikálními zákony pro translační a rotační pohyb pevného tělesa, zejména s ohledem na valivý pohyb. Základem jednotky jsou dva pokusy. Studenti zaznamenají pohyb míče a analyzují jej pomocí nástroje pro video analýzu. Pokusy byly zvoleny tak, aby daly studentům příležitost zkoumat příslušný jev. Dojdou tak ke konkrétnímu závěru a budou schopni vysvětlit odskok míče z hlediska síly, pohybu, hybnosti a energie.

2 | 2 Požadované znalosti

Studenti by měli znát fyziku pohybu, úlohu síly při pohybu a potenciální a kinetickou energii vzhledem ke hmotnému bodu. Dále by měli být schopni pracovat s vektorovými veličinami, například rychlostí a lineární hybností.

2 | 3 Teoretická východiska

2 | 3 | 1 Kinematika

Valivý pohyb je kombinace translačního a rotačního pohybu. Při tomto typu pohybu:

1. Těžiště tělesa (cm) se pohybuje translačním pohybem. Jeho rychlost vzhledem k zemi je \vec{v}_{cm} .
2. Pohyb zbytku tělesa se skládá ze stejného translačního pohybu o rychlosti \vec{v}_{cm} a rotačního pohybu kolem těžiště.

Uvažujme bod i v tělese. Při rotačním pohybu bodu i kolem těžiště tělesa je velikost jeho rychlosti $v_{rel,cm}^i = r_i \omega$.

Směr rychlosti bodu i vzhledem k těžišti je ve směru tečny ke kružnici, kterou bod i opisuje kolem těžiště.

r_i : vzdálenost konkrétního bodu i od osy rotace [m]

ω : úhlová rychlost tělesa [$\frac{1}{s}$]

v : rychlost [$\frac{m}{s}$]

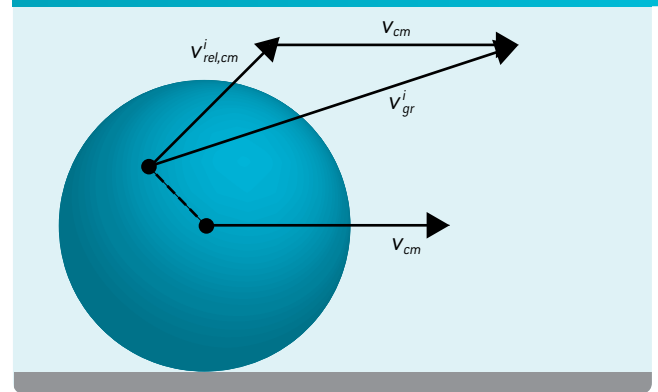
Pro body na obvodu je velikost jejich rychlosti $\vec{v}_{rel,cm}^i$ rovna $R\omega$.

R : poloměr tělesa [m]

Rychlost bodu i tělesa vzhledem k zemi je tedy vektorovým součtem dvou rychlostí (**OBR. 1**).

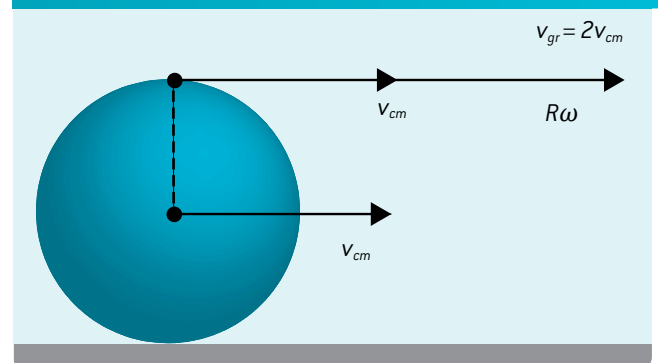
$$\vec{v}_{gr}^i = \vec{v}_{cm} + \vec{v}_{rel,cm}^i$$

OBR. 1



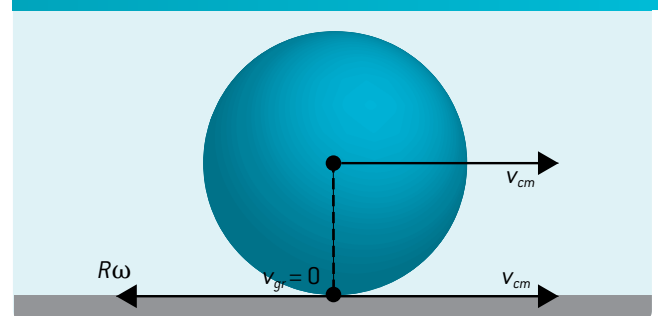
V nejvyšším bodě tělesa je \vec{v}_{gr} rovna $2\vec{v}_{cm}$.

OBR. 2



Velikost rychlosti \vec{v}_{gr} bodu i v kontaktu se zemí je nulová, tj. je v daném okamžiku v klidu (**OBR. 3**).

OBR. 3



Podmínka $v_{cm} = R\omega$ znamená, že těleso se valí bez prokluzu.

2 | 3 | 2 Kinetická energie

Pohybující se kulovité tělo má obecně translační a rotační kinetickou energii: $E_{kin,tr}$ a $E_{kin,rot}$.

$$E_{kin,tr} = \frac{1}{2}mv^2 \text{ and } E_{kin,rot} = \frac{1}{2}I\omega^2$$

m : hmotnost [kg]

I : moment setrvačnosti [kg · m²]

v : absolutní rychlost [$\frac{m}{s}$]

ω : úhlová rychlost kulovitého tělesa [$\frac{1}{s}$]

Uvažujme takové těleso při dopadu na zem a zaměřme se na krátký časový prostor těsně před nárazem a těsně po něm, kdy můžeme zkoumat sílu působící mezi tělesem a zemí.

Před nárazem:

$$E_{kin,tr(1)} = \frac{1}{2}mv_1^2 \text{ a } E_{kin,rot(1)} = \frac{1}{2}I\omega_1^2.$$

Po nárazu tyto dvě veličiny přetrvávají, ale s odlišnými hodnotami:

$$E_{kin,tr(2)} = \frac{1}{2}mv_2^2 \text{ a } E_{kin,rot(2)} = \frac{1}{2}I\omega_2^2.$$

Indexy 1 a 2 odpovídají hodnotám před nárazem na zem a po něm.

Síla působící mezi zemí a tělesem se skládá ze svislých a vodorovných složek. Pokud předpokládáme, že míč na zemi neproklouzne, odpovídá vodorovná složka statickému tření. Její působení na míč je nulové, zatímco její točivý moment způsobuje úhlové zrychlení. To znamená, že úhlová rychlost se mění co do velikosti a někdy i směru. Přesto se žádná energie nepřemění na teplo a dojde jen k výměně mezi translační a rotační energií. Svislá složka a hmotnost míče vytvářejí svislé zrychlení vzhledem k míči. Jelikož míč na zemi neproklouzne, můžeme uplatnit zásadu zachování mechanické energie:

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

E_{pot} je potenciální energie, zatímco indexy 1 a 2 odpovídají stavu těsně před odskokem míče a těsně po něm.

Jelikož se soustředíme na samotný odskok míče od země, $E_{pot(1)} = E_{pot(2)}$

$$\text{a } E_{kin,tr(1)} + E_{kin,rot(1)} = E_{kin,tr(2)} + E_{kin,rot(2)}.$$

V důsledku několika faktorů, včetně povrchu země a úhlové rychlosti míče těsně před odskokem, je obtížné odhadnout vliv tření. Není proto jednoduché předvídat hodnoty týkající se pohybu míče těsně po odskoku, zejména vektor jeho rychlosti.

2 | 4 Pokusy a postupy

1. Aby se ve studentech vzbudil zájem, jsou požádáni, aby míč pustili a současně mu udělili počáteční rotaci^[1]. Studenti by si měli dát do souvislosti odskok míče do strany s rotací, kterou mu udělili.
2. První pokus [první sada aktivit]
Studenti sestaví rampu tvořenou dvěma souběžnými tyčemi. Vzdálenost mezi těmito tyčemi by měla být o něco menší než průměr míče.



OBR. 4 Příprava na první pokus.

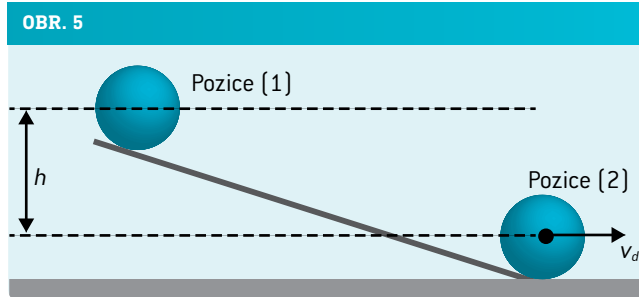
Studenti jsou vyzváni, aby z horního konce rampy pustili malý míč, zaznamenali jeho pohyb a analyzovali jej pomocí nástroje pro video analýzu, například Tracker^[2]. Podrobnou prezentaci tohoto softwaru naleznete v publikaci *iStage 1 – Výukové materiály pro informatiku v přírodních vědách*^[3]. Ještě lepší by bylo použít vysokorychlostní kameru (120 snímků za sekundu nebo více).

Pevný míč (m, R) $I = \frac{2}{5}mR^2$ se valí bez klouzání z pozice {1} k zemi, tj. do pozice {2}, a pokračuje ve valivém pohybu po zemi (OBR. 5).

Poznámka: Moment setrvačnosti míče používaného ve fotbalových zápasech je bližší $\frac{2}{3}mR^2$.

Při pokusech je používán pevný míč.

Zatímco se míč valí dolů po rampě, mění se jeho rychlost v a úhlová rychlost ω podle $v = R\omega$.



Zásada zachování energie je následující:

$$mgh = \frac{1}{2}mv_d^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 = \dots = \frac{7}{10}mv_d^2.$$

\vec{v}_d je rychlost míče na dolním konci rampy. Translační kinetická energie je rovna $\frac{5}{10}mv_d^2$, proto je rotační kinetická energie rovna $\frac{2}{10}mv_d^2$.

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

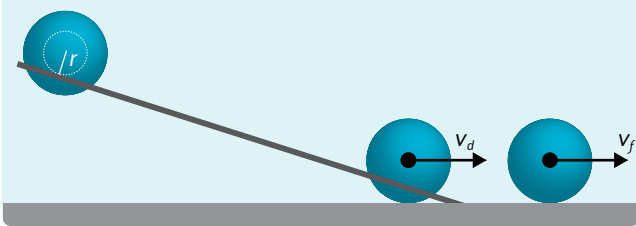
V navrhovaném pokusu odpovídá pohyb míče na rampě $v = r\omega$, kde r je vzdálenost mezi osou rotace a body, ve kterých se míč dotýká rampy.

Pokus je nastaven (OBR. 6) tak, aby $r < R$. Následně je podíl

$$\frac{E_{kin,rot}}{E_{kin,tr}}$$

větší než $\frac{2}{5}$. Když se míč dostane na zem, bude roven $\frac{2}{5}$, takže valivý pohyb získá novou konfiguraci, při které bude vzdálenost mezi osou rotace a bodem, ve kterém se míč dotkne země, rovna R .

OBR. 6



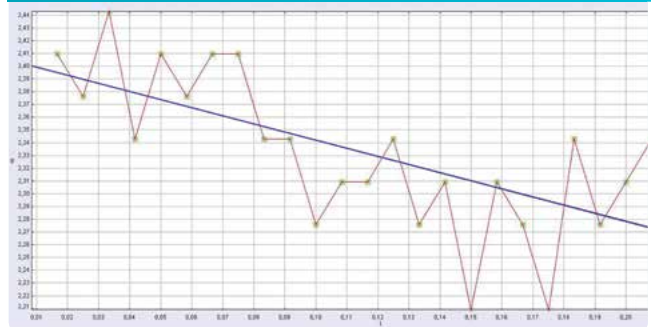
To přesně se stane a po velmi rychlé přeměně získá rychlost míče svou konečnou hodnotu, kdy je rychlost \vec{v}_f větší než rychlost \vec{v}_d , při které přijde míč do kontaktu se zemí.

Studenti tak mohou i pouhým okem sledovat, že se míč na zemi pohybuje rychleji. Také mohou analyzovat pohyb a definovat rychlosti \vec{v}_d a \vec{v}_f .

Za tím účelem musí zohlednit rotační kinetickou energii. Jinak z hlediska zachování energie neexistuje žádné vysvětlení. Každý, kdo ví, že pevné těleso může mít translační a rotační kinetickou energii, pochopí, že určitá část rotační kinetické energie byla v důsledku tření mezi zemí a míčem přeměněna na translační kinetickou energii.

2 | 5 Vyžadované materiály

Dvě tyče o délce 1 metr a příslušné stojany a konektory; jeden malý míč, ideálně pevný a vyrobený z tvrdé pryže. Typická školní laboratoř je těmito materiály nepochybně vybavena.

OBR. 7 První část pohybu, $v_d = 1,85$ m/sOBR. 8 Druhá část pohybu, $v_f = 2,4$ m/s

3 | CO STUDENTI DĚLAJÍ

3 | 1 První pokus: první sada aktivit

1. Připravte pokus.
2. Nahrajte video [1].
3. Použijte nástroj pro video analýzu, například Tracker [2].
4. Definujte rychlosti těsně před nárázem na vodorovnou rovinu a těsně po něm (viz OBR. 6 a 7).
5. Změřte poloměr míče a definujte jeho úhlovou rychlost, když se začne valit po zemi (OBR. 9).
6. Změřte hmotnost míče a definujte translační kinetickou energii těsně před kontaktem ($E_{kin,tr(1)}$) a těsně po ($E_{kin,tr(2)}$) kontaktu s vodorovnou rovinou (OBR. 9).
7. Vysvětlete změnu kinetické energie.

OBR. 9 $\omega = 156$ s⁻¹, $E_{kin,tr(1)} = 2,46 \cdot 10^{-2}$ J, $E_{kin,tr(2)} = 4,14 \cdot 10^{-2}$ J



OBR. 10 Příprava na druhý pokus

3 | 2 Druhý pokus

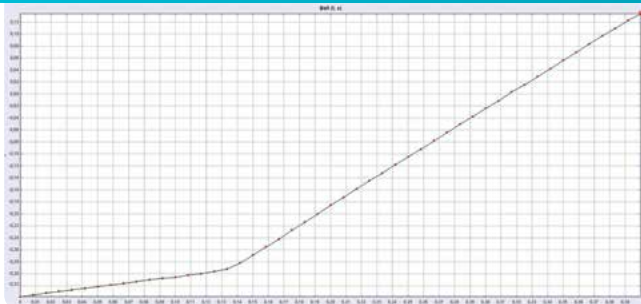
Studenti by měli připravit pokus podobný prvnímu pokusu. Tentokrát by se však měl konec rampy nacházet asi 0,6 metrů nad vodorovnou rovinou.

Studenti by měli udělit míči valivý pohyb a nechat jej spadnout na povrch pod ním. Měli by zaznamenat pohyb a analyzovat jej pomocí nástroje pro video analýzu, např. Tracker [2]. V tomto případě začíná zajímavý aspekt pohybu v okamžiku, kdy míč opustí rampu, přičemž získá značnou rotaci. Při tomto pokusu se studenti hlouběji ponoří do oblastí pohybu a energie.

Druhá sada aktivit

1. Připravte pokus
2. Pusťte míč dolů z horního okraje rampy a na kameru natočte jeho pohyb [1].
3. Sestrojte graf x vs. t a definujte vodorovnou složku rychlosti míče v_x při jeho pádu a odrazu. Vysvětlete změnu v_x .
4. Změřte hmotnost míče a vypočítejte, kolik energie míče

OBR. 11 Příklad grafu zobrazujícího změnu rychlosti



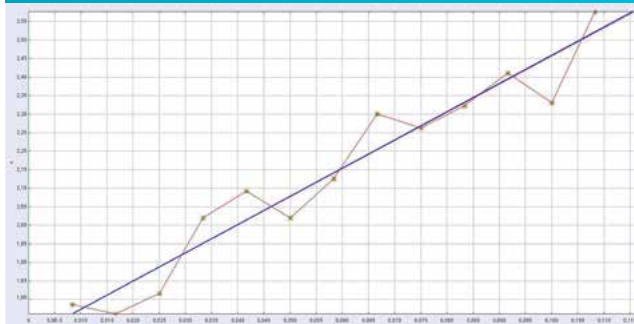
$E_{kin,rot}$ se přemění na $E_{kin,tr}$. Také byste měli stanovit rychlost míče těsně před odskokem a těsně po něm.

$$v_{pád,kon} = 2,55 \frac{m}{s} \quad E_{kin,tr(1)} = 4,67 \cdot 10^{-2} J \text{ (OBR. 12) a}$$

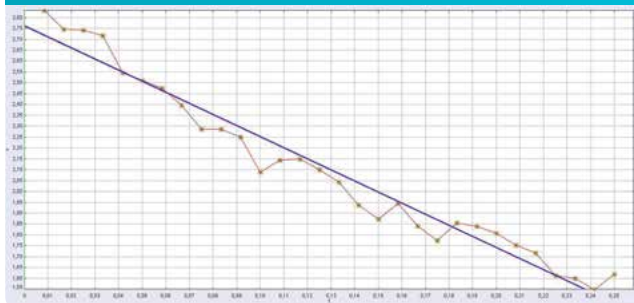
$$v_{rise,init} = 2,76 \frac{m}{s} \quad E_{kin,tr(2)} = 5,47 \cdot 10^{-2} J \text{ (OBR. 13)}$$

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

OBR. 12

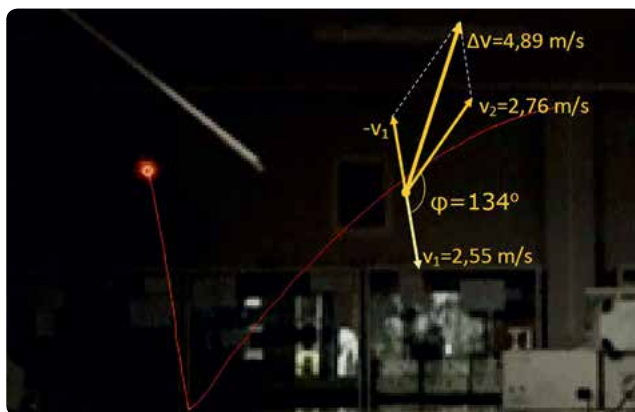


OBR. 13



5. Definujte změnu $\Delta \vec{p}$ [$kg \cdot \frac{m}{s}$] hybnosti míče při kontaktu se zemí.

$$\Delta \vec{p} = m \Delta \vec{v}$$



OBR. 14

\vec{v}_1 a \vec{v}_2 jsou hodnoty rychlosti těsně před odskokem a těsně po něm. Tyto absolutní hodnoty při tomto konkrétním pokusu jsou $2,55 \frac{m}{s}$ a $2,76 \frac{m}{s}$, přičemž úhel $\varphi = 134^\circ$ mezi nimi.

$\Delta \vec{v}$ je změna rychlosti. Její absolutní hodnota se vypočítá jako $4,89 \frac{m}{s}$. Úhel mezi \vec{v}_2 a $\Delta \vec{v}$ se vypočítá jako úhel 24° .

Změna hybnosti vyplývá ze vzorce

$$\Delta \vec{p} = m \Delta \vec{v} .$$

Její směr je stejný jako směr $\Delta \vec{v}$ a její absolutní hodnota je $7 \cdot 10^{-2} kg \cdot \frac{m}{s}$.

6. Posuďte druhou část pohybu, jako by byl míč vyhozen z úrovně země. Definujte počáteční veličiny, které charakterizují tento hod, a vypočítejte maximální výšku a rozsah hodu. Porovnejte vámi stanovené hodnoty s příslušnými hodnotami z aplikace Tracker. Vysvětlete případné rozdíly mezi analýzou údajů a teoretickými hodnotami.

4 | ZÁVĚR

Studenti by měli pozorovat změny pohybu a energie míče a dát je do souvislosti se silou, zejména její vodorovnou složkou, která působí mezi míčem a zemí, a s točivým momentem této síly. Současně by měli dojít k závěru, že kinetická energie pevného tělesa se skládá ze dvou veličin (translační a rotační kinetické energie). Nakonec by mohli překonat určité předsudky, které se možná odvíjí od skutečnosti, že při výuce mechaniky obvykle pracujeme s modelem hmotného bodu.

5 | MOŽNOSTI SPOLUPRÁCE

Studenti z různých škol, a nemusejí být ze stejné země, spolu mohou komunikovat a vyměňovat si videa, zejména v případě první aktivity. Předpokládá se, že dospějí ke stejným závěrům, které pak mohou při telekonferenci projednat.

A nakonec se mohou setkat a společně realizovat různé aktivity, například následující:

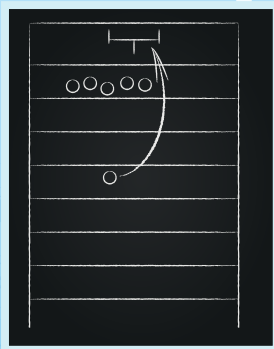
1. Jděte ven a připravte kameru. Nahrajte video míče padajícího na zem a podívejte se na údaje pro pohyb míče během nárazu do země.
2. Tento pohyb analyzujte.
3. Učiňte závěry ohledně vlastností tření během nárazu míče na zem.
4. Definujte rychlost míče před nárazem na zem a po něm, změřte hmotnost míče a vypočítejte translační kinetickou energii.
5. Požádejte zručného hráče ze třídy, aby do míče kopal různými technikami, nahrajte videa a popište výsledky, když míč narazí na zem.
6. Vytvořte konečnou odpověď na základní otázku: proč mají brankáři větší potíže, když se před nimi míč odrazí od země.
7. Po dokončení aktivit si zahrajte fotbalový zápas věnovaný vědě. Takový zápas bude samozřejmě přínosný pro obě strany bez ohledu na konečné skóre!

ZDROJE

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

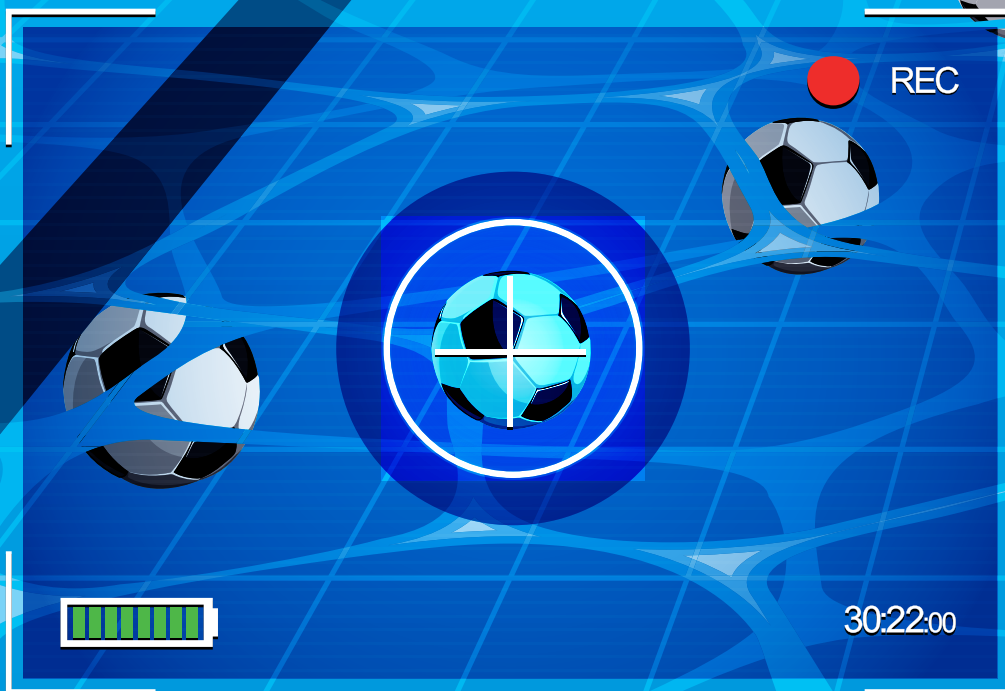
[2] www.physlets.org/tracker

[3] www.science-on-stage.de/iStage1-download



ANDERS FLORÉN · PHILIPPE JEANJACQUOT · DIONYSIS KONSTANTINOU · ANDREAS MEIER · CORINA TOMAOVÁ · ZBIGNIEW TRZMIEL

BLÁZNIVÁ FYZIKA



Magnusův jev, dynamika tekutin

fyzika, matematika

16–19 let

1 | SOUHRN

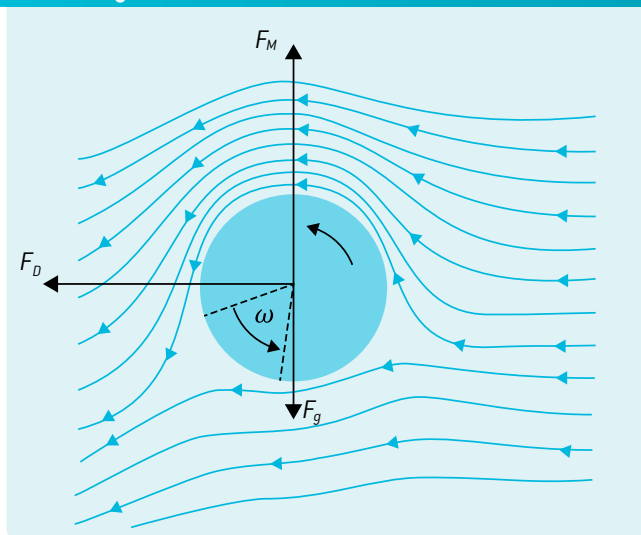
Otáčející se míč, který se pohybuje vzduchem, se kroutí v důsledku Magnusova jevu, což je síla působící kolmo na směr a osu rotace míče. Uvedeme zde několik praktických pokusů, simulací a metod pro výpočet trajektorie.

2 | PRVOTNÍ KONCEPCE

V červnu 1997 vsítil Roberto Carlos proslulý gól z volného kopu ze vzdálenosti 35 m, který dodnes udivuje diváky. ^[1] Jak se mohl míč takto chovat – nejprve letěl jedním směrem, aby se nakonec jakoby zázračně stočil k brance? Odpověď je, že se míč ve vzduchu otáčí a je vystaven Magnusovu jevu. Pokud se chcete podívat na úvod do volných kopů od samotnému mistra Roberta, vysoce vám doporučujeme jeho video z domovské stránky UEFA Training Ground. ^[2] Pokud se chcete dozvědět více o Magnusovu jevu, pokračujte ve čtení.

Abychom mohli analyzovat trajektorii míče, musíme posoudit tři síly působící na míč: tíhovou sílu F_g , Magnusovu sílu F_M a sílu odporovou F_D .

OBR. 1 Síly ^[3]



Tíhová síla je jednoduše dána druhým Newtonovým zákonem, $F_g = mg$, kde m je hmotnost míče a g je tíhové zrychlení.

Magnusova síla F_M je výsledkem rozdílů v tlaku na protilehlých stranách míče. Změny tlaku lze popsat na základě Bernoulliho principu. Pro bod na povrchu pohybujícím se médiem rychlostí v platí, že celkový tlak p je roven okolnímu statickému tlaku p_0 plus dynamickému tlaku q (ROV. 1), kde ρ je hustota média, v našem případě hustota vzduchu. Když se ale otáčí míč nebo válec s poloměrem R (úhlovou rychlostí ω v radiánech za sekundu), je bod na povrchu na jedné straně míče vystaven vyššímu prů-

toku vzduchu $(v + \omega R)$ než protilehlý bod na druhé straně $(v - \omega R)$. Dosazením do ROV. 1. můžeme odvodit rozdíl tlaku $\Delta p = 2\rho\omega v R$.

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

$$\Delta p = \left(\frac{\rho v_2^2}{2} + p_0 \right) - \left(\frac{\rho v_1^2}{2} + p_0 \right) = \frac{\rho [(v + \omega R)^2 - (v - \omega R)^2]}{2} = 2\rho\omega v R$$

$$F_M = \Delta p A = (2\rho\omega v R) A$$

$$\text{Pro válec: } F_M = 4\rho\omega v R^2 h. \quad (\text{ROV. 2})$$

$$\text{Pro kouli: } F_M = 2\rho\omega v \pi R^3. \quad (\text{ROV. 3})$$

Tlak působící na povrch bude F_M . Aniž bychom se příliš podrobně zabývali matematickou stránkou tohoto jevu, zaměříme se na síly působící kolmo ke směru proudění tekutin. Každá síla působící jiným směrem než kolmo na proudění bude z důvodu symetrie vyrušena jinou silou působící opačným směrem. Podíváme se tedy pouze na účinný průřez A předmětu. U míče bude A jednoduše kruh o poloměru R (použitý v ROV. 3); u válce bude A obdélník o výšce $2R$ a šířce h (použitý v ROV. 2). Z hlediska vektorů je \vec{F}_M přímo úměrná vektorovému součinu směrové rychlosti a úhlové rychlosti.

A nakonec musíme vyhodnotit sílu odporovou F_D . Odpor je složitý, protože proudění vzduchu může být laminární nebo turbulentní, což do značné míry závisí na tvaru předmětu a povaze tekutiny, kterou se pohybuje. Pro naše pokusy stačí předpokládat, že proudění je laminární (jako na OBR. 1), a použít standardní rovnici odporu, kde síla směřuje opačným směrem vůči v a v přímé úměrnosti s rychlostí: $F_D = \beta v$. β je konstanta, která závisí na vlastnostech tekutiny a rozměrech předmětu; pro fotbalový míč ve vzduchu je $\beta = 0,142 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$ ^[4].

3 | CO STUDENTI DĚLAJÍ

Zde uvádíme tři různé možnosti, jak ukázat Magnusův jev. Všechny tyto pokusy lze provádět jako jednoduché ukázky, ale můžete je také zaznamenat a pomocí našich modelů trajektorie analyzovat. V tom případě dbejte na to, abyste záznam vyhotovili pomocí stacionární kamery ve stejné výšce jako předměty a kolmo na trajektorii, alespoň ve vzdálenosti několika metrů, abyste minimalizovali úhlové zkreslení. Film pak lze analyzovat pomocí programu pro sledování pohybu. Doporučujeme Tracker ^[5]. Podrobný návod pro použití aplikace Tracker najdete v naší první příručce iStage ^[6]. K dispozici je také vynikající aplikace nazvaná VidAnalysis ^[7], která zaznamená trajektorii a provede analýzu přímo na zařízení se systémem Android (OBR. 2C). Hodnoty je také možné exportovat pro další analýzu; v tomto případě používáme volně dostupný program GeoGebra ^[8].



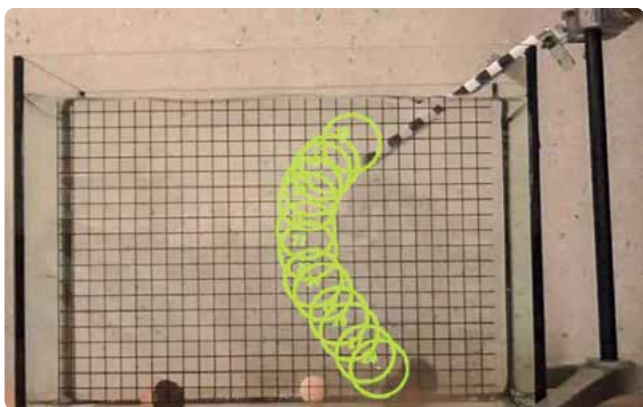
OBR. 2 Sklon válce

3|1 Pokusy s válcem

Pomocí papírů formátu A4 nebo A3 a lepidla vytvořte různě válce. Připravte nakloněnou rovinu a pouštějte válce dolů, abyste dosáhli volného pádu s rotací (OBR. 2A).

Studenti mohou zkoumat, co se stane, když změní sklon roviny či poloměr nebo výšku válce. Experimentálně mohou studenti určit parametry, při kterých je viditelně dosaženo většího účinku, a dát je do souvislosti s ROV. 2, popř. mohou jít ještě dále, extrahovat hodnoty a přikročit k jejich analýze (model II) podle níže uvedeného popisu.

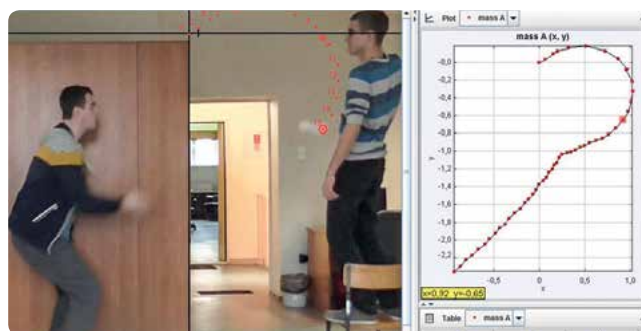
Magnusův jev ve vodě (OBR. 3) je díky vyšší hustotě média ještě působivější. Válec musí mít vyšší hustotu než voda a drsný po-



OBR. 3 Magnusův jev ve vodě

vrch pro vyšší tření. Použili jsme pevnou teflonovou tyč nalepenou na povrch. Pro úpravu hmotnosti válce můžete na jeho konce nalepit mince.

Ještě efektnější, ale složitější konfigurace dosáhnete tehdy, pokud k sobě spodní stranou přilepíte nebo páskou upevníte dva polystyrénové kelímky, abyste z nich vytvořili válec s pasem uprostřed.^[9] Okolo středu válce omotejte provázek a válec vyhodte do vzduchu tak, že za provázek zatáhnete (OBR. 4; na našich stránkách pro aplikaci GeoGebra je k dispozici také odkaz na film^[10]). Vyžaduje to určitou praxi, ale výsledek je mimořádně působivý. Ve srovnání s ostatními pokusy s válcem je tento pokus hůře reprodukovatelný, protože trajektorie závisí na úhlu a na tom, jak za provázek zatáhnete. Přesto můžete individuálně jednotlivé trajektorie analyzovat. Na OBR. 4 přejdou létající kelímky do kruhového pohybu. Je-li Magnusův jev výrazně větší než tíhová síla, chová se F_M jako dostředivá síla. Tento užitečný předpoklad bude použit později při analýze údajů.



OBR. 4 Létající kelímky

3|2 Analýza údajů

Pro analýzu trajektorií jsme vytvořili různé matematické modely. Tyto modely jsou přímo dostupné online z našich stránek iStage 3 GeoGebra^[10]. Důrazně vám doporučujeme, abyste si je před přečtením tohoto textu otevřeli. Poběží přímo ve vašem prohlížeči, stačí jen na odkaz kliknout.

Ve všech výpočtech předpokládáme, že rotace je během letu konstantní. Následně vytvoříme dva zjednodušené modely na základě různých předpokladů:

Model I: Stejně jako u otázníkové trajektorie létajících papírových kelímek (OBR. 4) se bude F_M chovat jako dostředivá síla a vypočítaná trajektorie předmětu bude mít podobu kruhu o poloměru r . Tento předpoklad je odůvodněný i při pokutovém kopu, kdy celková rychlost míče zůstává zhruba stejná. Určitá část energie je ztracena v důsledku turbulencí, takže pro popis této ztráty musíme zavést konstantu C_s .

Pak dostaneme:

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

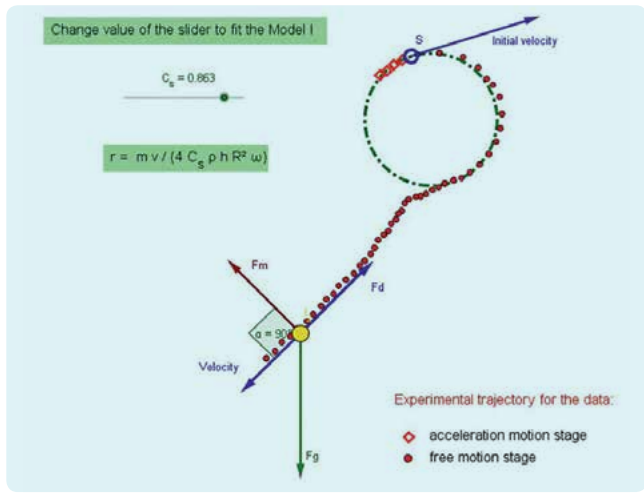
Pro kouli: $r = \frac{mv}{2C_s \pi \rho \omega R^3}$.

(ROV. 4)

Pro válec: $r = \frac{mv}{4C_s \rho \omega h R^2}$.

(ROV. 5)

Dráhu můžete sledovat na našem modelu GeoGebra na **OBR. 4** (létající kelímky) a změnit střed kruhu a C_s . Pohrajte si s parametry, abyste získali co nejlepší řešení; model spočítá r z **ROV. 5**. Pro naše údaje je nejlepší řešení $C_s = 0,86$.



OBR. 5 Analýza létajících kelímků

Model II: Pro zjednodušení výpočtů při pokusu s papírovým válcem (**OBR. 2**) mohou studenti předpokládat, že Magnusův jev působí především kolmo k počátečnímu směru pohybu a že válce dosáhly při pádu maximální rychlosti. S těmito předpoklady se F_D a F_g ruší a Magnusův jev lze považovat za zrychlení a ve

směru y , takže vypočítaná trajektorie bude mít tvar parabolické křivky:

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

Pro kouli: $y = C_s \frac{\pi \rho \omega R^3}{mv} x^2$. (ROV. 6)

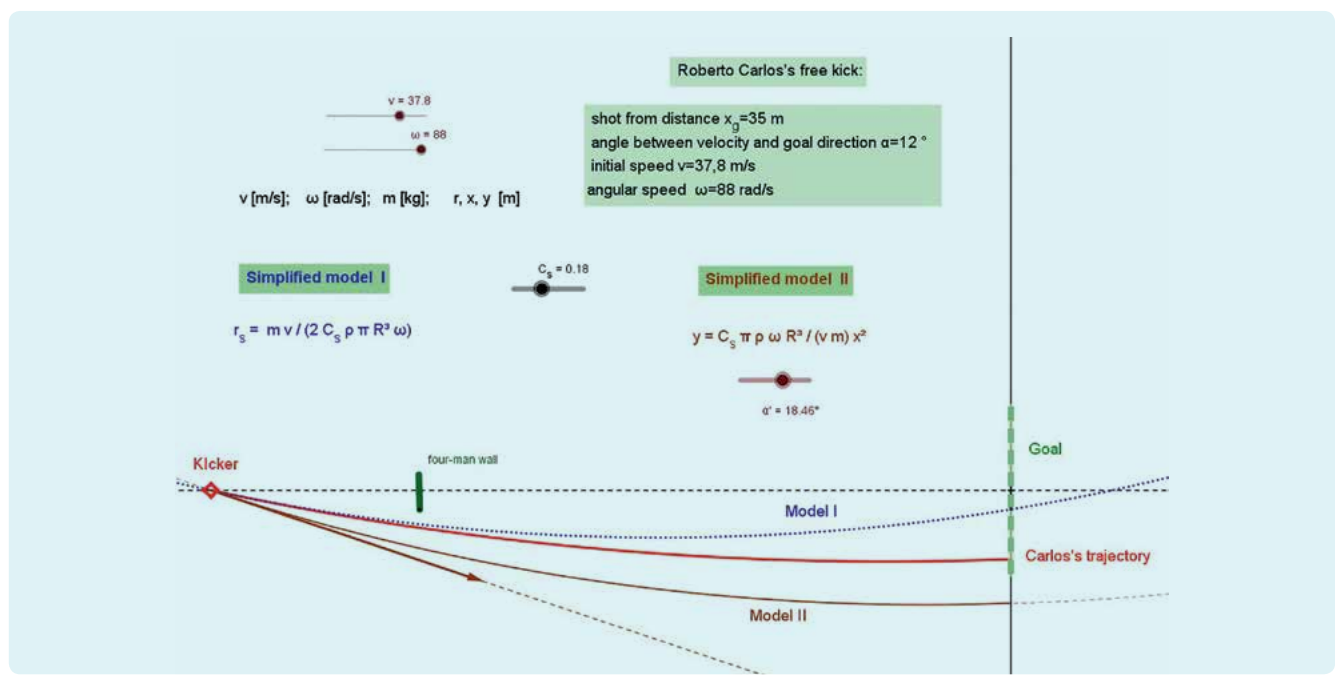
Pro válec: $y = C_s \frac{2 \rho \omega h R^2}{mv} x^2$. (ROV. 7)

Toto je zjednodušení, ale dostaneme tak podobnou hodnotu C_s jako ve druhém modelu.

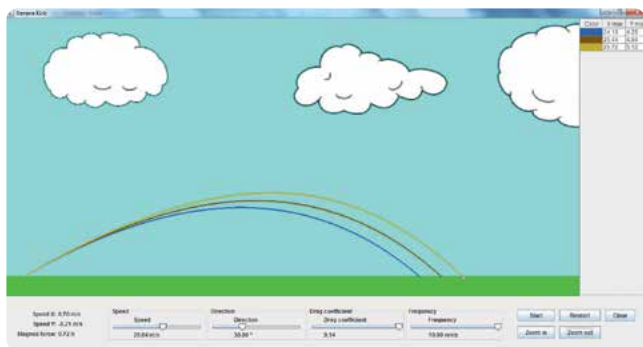
Na našich stránkách pro aplikaci GeoGebra (**OBR. 6**) jsme připravili model proslulého volného kopu Roberta Carlose. Můžete si pohrát téměř se všemi parametry, abyste změnili výchozí situaci (vzdálenost, úhel, velikost branky, C_s , rychlost, rotace, postavení čtyřčlenné zdi atd.). Analýza ukáže vypočítanou trajektorii obou modelů I a II, tentokrát s využitím **ROV. 4** a **ROV. 6**, protože v tomto případě se zabýváme míčem, ne válcem. Vyzvěte své studenty, aby našli nejlepší hodnoty pro danou konfiguraci, popřípadě je požádejte, aby našli podmínky, za kterých modely vedou k různým trajektoriím, a zeptejte se je na vysvětlení. (Zjistíte, že modely se liší v případě, že dáte míči velmi nízkou rychlost a vysokou rotaci).

3 | 3 **Simulace**

Simulace 2D: Po několika praktických pokusech mohou studenti Magnusův jev nasimulovat. Stáhněte si program Java ^[11]. V této simulaci mohou studenti měnit počáteční rychlost, úhel, koeficient odporu a úhlovou frekvenci. Směr rotace a síly působící na míč odpovídají **OBR. 1**. Na **OBR. 7** znázorňujeme tři příklady trajektorií pod úhlem 30° s frekvencí 0, 5 a $10 \frac{ot}{s}$. Vidíte,



OBR. 6 Analýza volného kopu

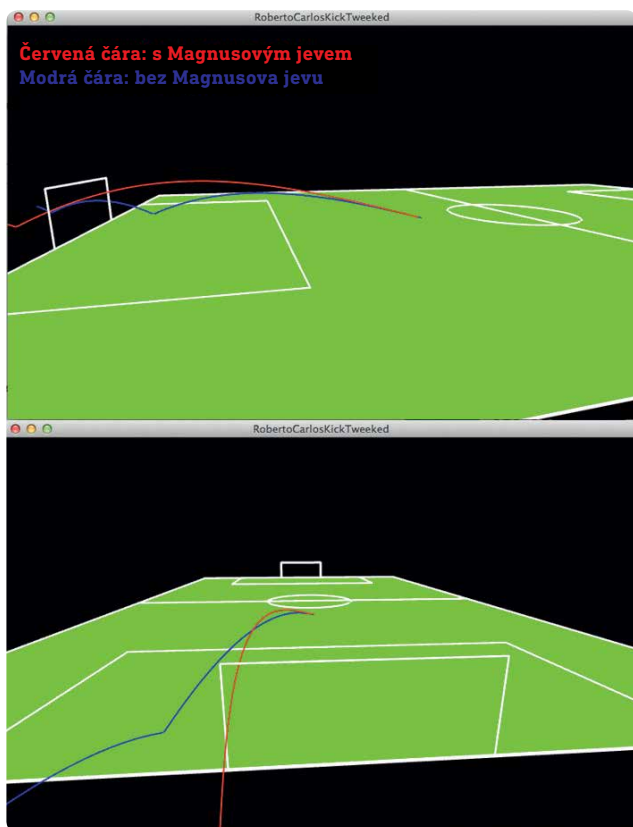


OBR. 7 2D simulace (Cristian Militaru)

že se hodnoty x_{max} a y_{max} zvyšují, pokud se zvyšuje i frekvence.

Simulace 3D: Znovu jsme stanovili trajektorii volného kopu Roberta Carlose (OBR. 8). Nyní se o to můžete pokusit sami, když si stáhnete příslušný program Java^[11]. Později můžete vyzkoušet jinou verzi^[11] bez kopu, kde můžete parametry libovolně měnit a sledovat, jaký to bude mít vliv na trajektorii.

V 3D modelu je vše mnohem složitější. Ve dvojrozměrném modelu může mít míč pouze horní nebo spodní rotaci, takže trajektorie a Magnusova síla budou vždy působit ve stejné rovině. V třírozměrném modelu Magnusův jev zakrouží trajektorii míče, ale moment hybnosti rotace bude vždy zachován, protože míč se chová jako gyroskop. Úhel mezi v a ω se tedy bude v různých bodech trajektorie lišit, což způsobí složitější trajektorii míče. Na rozdíl od výpočtů v aplikaci GeoGebra tento program



OBR. 8 3D simulace

jednoduše číselně spočítá všechny síly na každém snímku na základě hodnot z předchozího snímku. Program je napsán v jazyce Processing^[12], což je zjednodušená verze Java.

4 | ZÁVĚR

Na fotbalovém hřišti je trajektorie míče velmi komplexní a závisí na řadě faktorů. Pro její studium ve třídě ji studenti musejí rozložit do jednotlivých pochopitelných složek pomocí modelů a zjednodušení. Tyto pokusy, modely a simulace nám umožňují zjistit, co můžeme usuzovat z práce s vědeckou metodou: Pokud bychom předpokládali, že se zápas hraje pod vodou nebo že lze fotbalový míč nahradit dvěma papírovými kelímkami, byli bychom velmi blízko k vysvětlení toho, jak se Robertu Carlosovi podařilo dráhu míče tak zatočit.

5 | MOŽNOSTI SPOLUPRÁCE

Na naší platformě iStage 3 GeoGebra^[10] najdete informace o tom, jak získáte kopii našich GeoGebra souborů a jak je používat. Navrhujeme úkol: zjistěte nejvyšší možný Magnusův jev pro pokus s létajícími papírovými kelímkami. To odpovídá zjištění nejvyšší hodnoty C_s , co nejbližše hodnotě 1. Svou analýzu, výsledky a modely můžete sdílet^[11].

REFERENCE:

- [1] www.theguardian.com/football/2015/may/18/roberto-carloss-free-kick-against-france-recreated-sensible-soccer-style (08.03.2016)
- [2] www.uefa.com/trainingground/skills/video/videoid%3D761187.html (08.03.2016)
- [3] Původní fotografie pro OBR. 1 byla získána z https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Magnus_effect.svg (08.03.2016)
- [4] The Science of Soccer (Fotbal jako věda); John Wesson. CRC press, 2002. ISBN 978-0750308137
- [5] www.physlets.org/tracker
- [6] iStage: Výukové materiály pro informatiku v přírodních vědách, oddíl „Od kola do vesmíru“, s. 45-52; www.science-on-stage.de/iStage1_downloads
- [7] Aplikace VidAnalysis <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.vidanalysis.free&hl=en> (08.03.2016)
- [8] www.geogebra.org/
- [9] Podobný pokus popsala Laura Howesová (Science in School (Věda ve škole), číslo 35, 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>

VELKÁ DATA

Za posledních několik let se výraz „velká data“ stal ve světě počítačů zdomácněným pojmem. Koncepce velkých dat zahrnuje analýzu mimořádně velkých množství dat, která již nelze zpracovat tradičními metodami hodnocení. Velké softwarové firmy nabízejí správu a řešení pro analýzu takových rozsáhlých databází, z nichž většina je generována automaticky.

A velké množství dat produkuje i fotbal. Všechny zápasy nejvyšších lig jsou nahrávány mnoha kamerami z různých úhlů a pozic. Hru jednotlivých sportovců a jejich interakci s ostatními hráči je tedy dnes možné automaticky hodnotit a posuzovat. Použití většího počtu kamer a data, která tyto kamery produkují, umožňují televizním reportérům a komentátorům předkládat a analyzovat statistiky týkající se doby držení míče, výkonu a vytrvalosti jednotlivých hráčů (například uběhnutá vzdálenost). Musíme však připustit, že trenéři jen neradi nechávají ostatní lidi nahlédnout do toho, jak tato data/tyto informace využívají k přípravě nových strategií a taktik.

V oddíle „Souboj dat“ se studenti naučí, jak shromažďovat data pro pozici konkrétního hráče během zápasu. Pomůže jim při tom chytrý telefon, který může nepřetržitě přenášet GPS informace o hráči. Dozvedí se, jak si mohou takový program pro svůj chytrý telefon sami napsat.

Výuková jednotka „Rozstřel“, vytvořená týmem pro velká data, se zabývá pokutovými kopy v situaci, kdy zápas skončí po regulérní hrací době a prodloužení nerozhodně. Je například důležité pořadí, ve kterém hráči kopou penalty? Měl by lepší hráč kopat první, nebo by měl před ním nastoupit k penaltě slabší hráč? Vytvořili jsme softwarový program, jehož pomocí mohou studenti testovat různé hypotézy a variace.

Na fotbal se prosází stovky milionů eur. Naši autoři oddílu „Burza gólů“ ale dospěli k závěru, že předpovědi výsledků zápasů vycházející z předcházejících zápasů jsou nespolehlivé a neužitečné. Na druhou stranu jsme zjistili, že množství infor-



mací o fotbalových zápasech, které je k dispozici na internetu, může představovat vynikající materiál, který studentům pomůže při výuce práce s tabulkami. Při použití metod počítání pravděpodobnosti mohou totiž díky těmto informacím zkoumat spoustu otázek, které se přímo nabízejí. Současně by si ale měli být studenti vědomi toho, že by v žádném případě neměli vstupovat do světa sportovních sázek s cílem dosáhnout finančního zisku.

BERNARD SCHRIEK, V DŮCHODU

Marien-Gymnasium
Werl, Německo
Koordinátor

PERE COMPTE · STEPHEN KIMBROUGH · MAEVE LISTONOVÁ · MARCO NICOLINI

SOUBOJ DAT



🔧 technologie (App Inventor; dweet.io; freeboard.io; programování, velká data)

📖 Informatika

👥 Tento projekt je doporučen pro studenty starší 15 let.

1 | SOUHRN

Od roku 2015 povolila FIFA při oficiálních zápasech používat sledovací systémy, tj. sledovací programy shromažďující data o všech hráčích na hřišti. Mimo hřiště lze pak tato data zkoumat a analyzovat, což poskytne manažerům, trenérům a hráčům samotným informace o jejich výkonech.

Tyto systémy se používají i při tréninku a pro testování fyzické zdatnosti, kdy poskytují data v reálném čase. Příslušná přenosná zařízení (například hodinky nebo čipy zabudované do oblečení hráče) shromažďují mnohem větší objemy dat, takže lze získané datové soubory označit jako velká data.

Tato jednotka pomůže studentům odesílat velká data v reálném čase přes mobilní zařízení.

2 | PRVOTNÍ KONCEPCE

Shromažďování GPS dat v reálném čase na fotbalovém hřišti pomocí paměťových technologií získává stále více na důležitosti při rozvoji výkonnosti hráčů, plánování tréninku, prevenci úrazů a přípravě taktik.

Při každém fotbalovém zápase je možné pomocí kamer a snímačů zaznamenat přibližně 1,5 milionu pozic hráčů. Na základě těchto GPS údajů lze následně změřit a vypočítat rychlost, zrychlení a změny směru hráče.

Jejich analýza také trenérům sdělí, kdy se může hráč po zranění vrátit na hřiště nebo kdy u něj hrozí vysoké riziko úrazů. Mezi další příklady dat, která lze okamžitě shromažďovat pomocí snímačů v dresu hráče, patří tělesná teplota (příprava teplotních map na hřišti), srdeční tep, podíl kyslíku a koncentrace kyseliny mléčné v krvi.

K pohodlnému a účinnému ukládání, zpracování, analýze a vizualizaci tak velkého množství dat jsou potřebné různé softwarové aplikace.

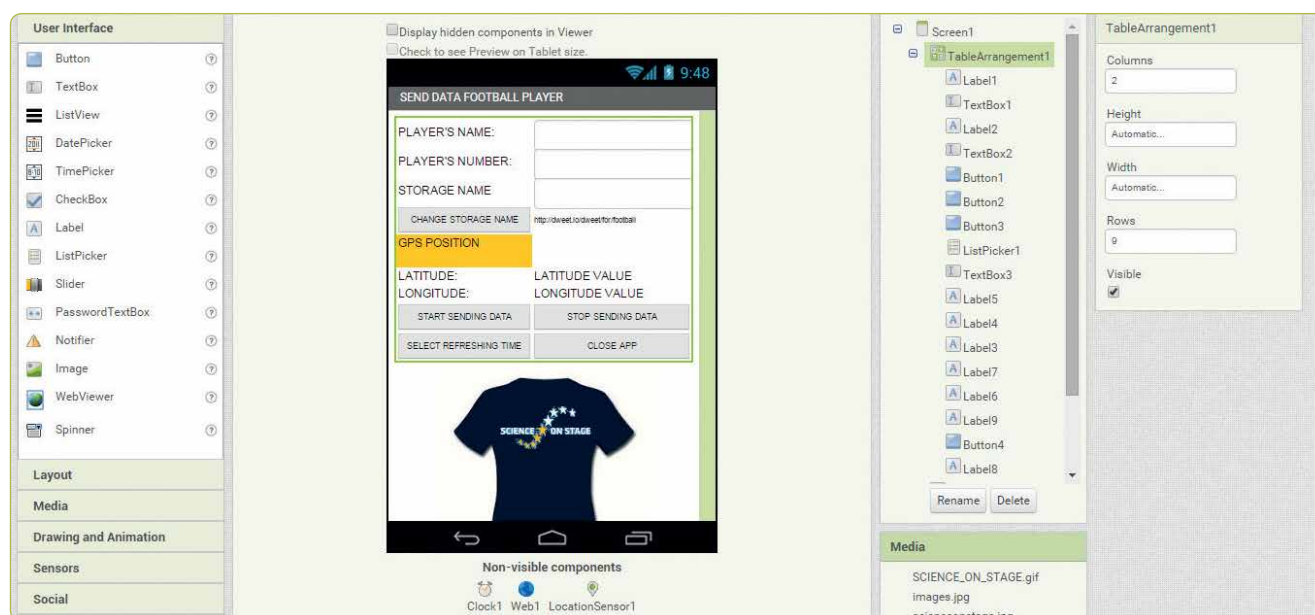
3 | CO STUDENTI DĚLAJÍ

Tato jednotka umožní studentům odesílat velká data v reálném čase pomocí jejich chytrých telefonů. Ze studentů se stanou vývojáři aplikací, kteří navrhují a vytvářejí vlastní aplikace pomocí programu App Inventor^[1]. Pomocí této aplikace budou shromažďována data v reálném čase a následně budou odeslána na internetovou stránku pro online sdílení dat (dweet.io), která je propojena se stránkou pro mapování obrazovky (freeboard.io). Všechny výše uvedené programy jsou bezplatné a lze je používat vzdáleně v cloudu. Studenti se naučí, jak zveřejňovat shromažďovaná data a sdílet je přes cloud.

3 | 1 App Inventor

MIT App Inventor je inovativní, snadno použitelný program pro tvorbu a vývoj aplikací. Je velmi vhodný pro začínající programátory a jednoduchý pro studenty. Poznámka: Před použitím aplikace App Inventor si musíte vytvořit účet.

Zde je uveden přesný postup vývoje fotbalové aplikace pro shromažďování GPS dat v reálném čase od vašich studentů na fotbalovém hřišti (**OBR. 1**).



OBR. 1 Snímek obrazovky aplikace App Inventor

3 | 1 | 1 **Podoba obrazovky App Inventor**

Otevřete program App Inventor, klikněte na položku *New project* a zadejte název svého projektu, např. *Send Data Player*. Pak budete automaticky přesměrováni na oddíl pro návrh.

Na pravé straně displeje je seznam vlastností stránky, ze kterých si můžete při návrhu obsahu stránky vybírat.

OBR. 1 byl navržen pomocí následujících kroků:

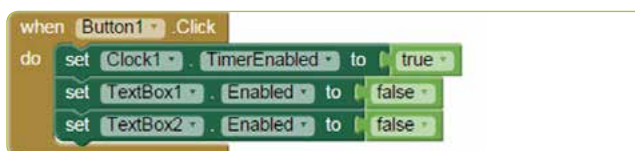
- **Screen1.** AlignHorizontal: CENTER; AppName: SEND DATA PLAYER; Icon: SCIENCE_ON_STAGE.GIF; Title: SEND DATA FOOTBALL PLAYER
- **TableArrangement1.** Columns: 2; Rows: 9
- **Label1.**Text. PLAYER'S NAME:
- **Label2.**Text. PLAYER'S NUMBER:
- **TextBox1.** Hint: Introduce your name
- **TextBox2.** Hint: Introduce your number; NumbersOnly
- **TextBox3.** Hint: Introduce your storage name
- **Label3.**BackgroundColor: Orange; Text: GPS POSITION (viz **OBR. 2**)
- **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: 5000 (každých 5 sekund)
- **Web1.** URL: http://dweet.io/dweet/for/thing (např. http://dweet.io/dweet/for/football; „thing“ je v tomto případě „footballový míč“, ale můžete vybrat libovolný název dle přání vaší třídy)
- **LocationSensor1.** Time Interval: 1000 (každou 1 sekundu)

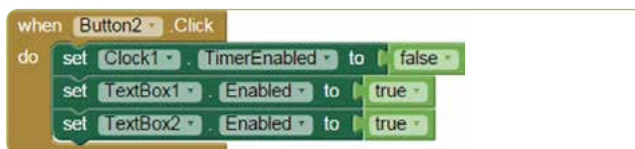
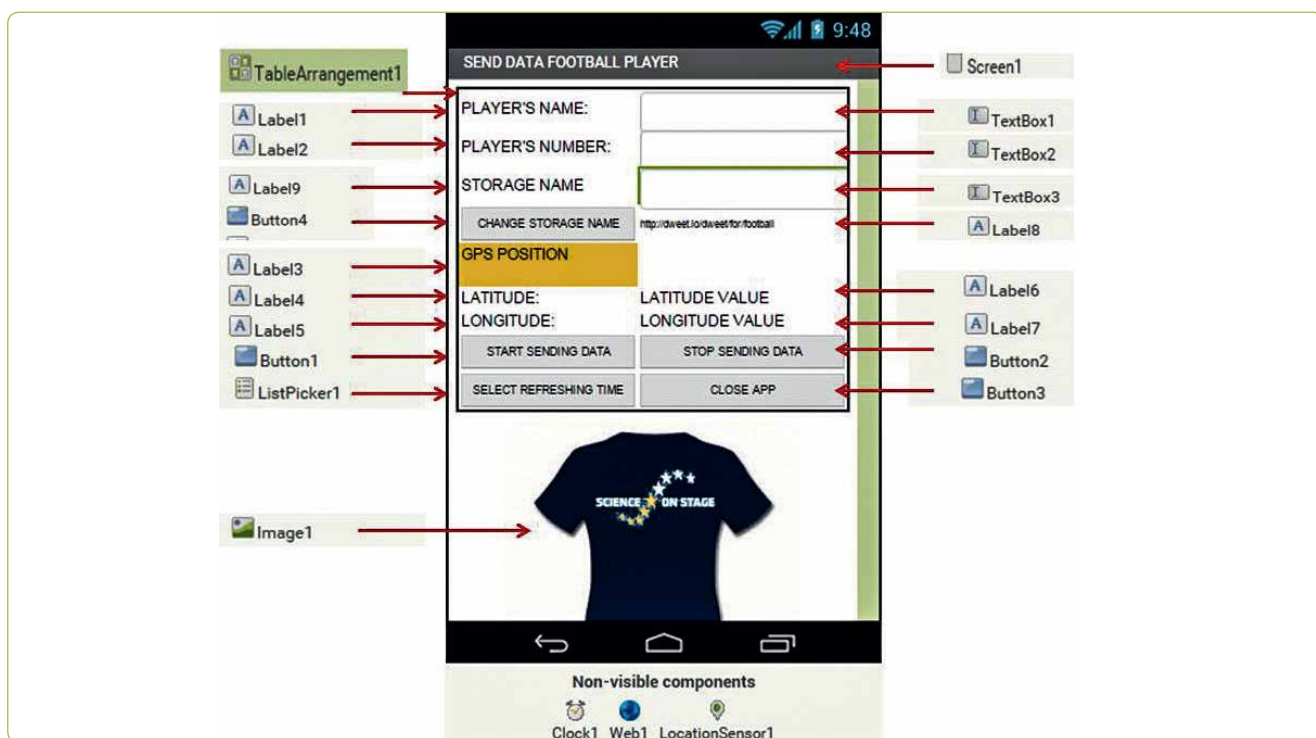
3 | 1 | 2 **Blokové programování v aplikaci App Inventor**

Na nabídkové liště klikněte na záložku *Blocks* (**OBR. 1**).

Kliknutím na *Button1* můžete aktivovat hodiny přenášení dat a deaktivovat změny jména a čísla hráče.

**OBR. 3**

Kliknutím na *Button2* můžete deaktivovat hodiny přenášení dat a aktivovat změny jména a čísla hráče.

**OBR. 4****OBR. 2** Prvky TableArrangement1

Kliknutím na *Button3* můžete zavřít aplikaci.

```
when Button3 - Click
do close application
```

OBR. 5

Kliknutím na *Button4* můžete změnit URL souboru, ve kterém chcete data zveřejnit na *dweet.io*.

```
when Button4 - Click
do set Label8 - Text to join " http://dweet.io/dweet/for/"
  TextBox3 - Text
  set Web1 - Uri to Label8 - Text
```

OBR. 6

Když GPS snímač zjistí změnu zeměpisné šířky nebo délky, jsou tato data zaznamenána v *Labels 6 a 7*.

```
when LocationSensor1 - LocationChanged
latitude longitude altitude
do set Label6 - Text to LocationSensor1 - Latitude
  set Label7 - Text to LocationSensor1 - Longitude
```

OBR. 7

Zaznamenaná data jsou společně se jménem a číslem hráče a zeměpisnou šířkou a délkou jeho pozice odesílána v pravidelných intervalech a dle výchozího nastavení každých pět sekund (OBR. 8).

```
when Clock1 - Timer
do call Web1 - PostText
  text join " NAME="
  TextBox1 - Text
  "&NUMBER="
  TextBox2 - Text
  "&LATITUDE="
  Label6 - Text
  "&LONGITUDE="
  Label7 - Text
```

OBR. 8

Záložka *ListPicker1* vám umožňuje obnovovat informace o čase v sekundách; od 1 do 20 sekund (OBR. 9).

```
when Screen1 - Initialize
do set ListPicker1 - Elements to make a list
  1
  2
  3
  4
  5
  6
  7
  8
  9
  10
  15
  20
```

OBR. 9

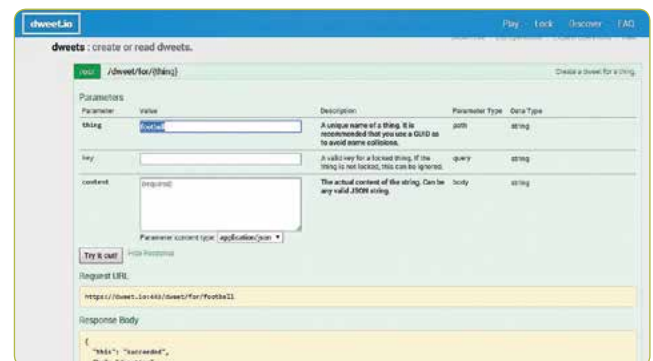
Pole *Timer Interval* je definováno v milisekundách. (OBR. 10)

```
when ListPicker1 - AfterPicking
do if ListPicker1 - Selection = "1"
  then set Clock1 - TimerInterval to 1000
  if ListPicker1 - Selection = "2"
  then set Clock1 - TimerInterval to 2000
  if ListPicker1 - Selection = "3"
  then set Clock1 - TimerInterval to 3000
  if ListPicker1 - Selection = "4"
  then set Clock1 - TimerInterval to 4000
  if ListPicker1 - Selection = "5"
  then set Clock1 - TimerInterval to 5000
  if ListPicker1 - Selection = "6"
  then set Clock1 - TimerInterval to 6000
  if ListPicker1 - Selection = "7"
  then set Clock1 - TimerInterval to 7000
  if ListPicker1 - Selection = "8"
  then set Clock1 - TimerInterval to 8000
  if ListPicker1 - Selection = "9"
  then set Clock1 - TimerInterval to 9000
  if ListPicker1 - Selection = "10"
  then set Clock1 - TimerInterval to 10000
  if ListPicker1 - Selection = "15"
  then set Clock1 - TimerInterval to 15000
  if ListPicker1 - Selection = "20"
  then set Clock1 - TimerInterval to 20000
```

OBR. 10

3 | 2 Ukládání dat na *dweet.io*

dweet.io je stránka určená ke zveřejňování dat ze snímačů (OBR. 11 a 12). Je známější pod označením „Internet věcí“ (IoT). *dweet.io* přiřazuje každé věci unikátní URL.



OBR. 11

- Vyberte *PLAY*
- Klikněte na záložku *POST*.
- Do pole *thing* napište název archivu dle vlastní volby. Název archivu v aplikaci byl v tomto příkladu nastaven na *football*. Proto musí být nazván *football* i zde na *dweet*.
- Klikněte na *Try it out!*

Použití záložky *GET*.

Abyste získali náhled na uložená data, přejděte na: *get/tweets/for/{thing}*, zadejte *NAZEV ARCHIVU*, který jste zvolili (výchozí je *football*), a klikněte na *Try it out*.

3 | 3 Vizualizace dat na *freeboard.io*

Freeboard je nástroj s otevřeným zdrojem pro tvorbu dashboardů pro internet věcí.

- Klikněte na *Start Now*
- Zadejte název a klikněte na *Create New*
- Klikněte na záložku *Add Datasources*
- Klikněte na *Select a Type* a vyberte *Dweet.io*
- Zadejte *Name: football*
- Zadejte *Thing Name: football*
- Stiskněte *Save*
- Klikněte na záložku *Add Pane*
- Klikněte na symbol +
- Klikněte na *Select Type* a vyberte *Text*
- Název: *Hráč*
- Klikněte na *+Datasource: Fotbal a název*
- Klikněte na *Save*
- Klikněte na záložku *Add Pane* a vyberte *Pointer*
- Klikněte na *+Datasource: Fotbal a číslo*

- Klikněte na *Save*
- Klikněte na záložku *Add Pane*
- Klikněte na symbol +
- Klikněte na *Select Google Map*
- Klikněte na *+Datasource: Fotbal a zeměpisná šířka*
- Klikněte na *Save*
- Klikněte na záložku *Add Pane*
- Klikněte na symbol +
- Klikněte na *Select Google Map*
- Klikněte na *+Datasource: Fotbal a zeměpisná délka*
- Klikněte na *Save* (**OBR. 13**)

4 | ZÁVĚR

Tato výuková jednotka motivuje studenty k vývoji vlastní aplikace pro odesílání dat v reálném čase. Dává jim příležitost shromažďovat „reálná data“ z hřiště pomocí chytrého telefonu – přístroje, který má většina studentů v kapse.

Studenti vidí, že jim stačí pouhý chytrý telefon, aby mohli shromažďovat požadovaná data a zvýšit počet parametrů, které lze současně zkoumat.

Pro analýzu dat je k dispozici mnoho možností. Studenti mohou například zakreslit a analyzovat pozice hráčů celého týmu na hřišti pomocí následujících nástrojů:

- Vytvořte soubor v Excelu obsahující zeměpisnou šířku a délku všech hráčů.
- Jděte na *www.earthpoint.us* a vyberte *Excel to Google Earth*, vyberte svůj soubor aplikace Excel a klikněte na *View on Google Earth*.

The screenshot shows the *dweet.io* API interface. At the top, there are navigation links: *Play*, *Lock*, *Discover*, and *FAQ*. Below the header, the main title is *dweets : create or read dweets.* There are three endpoints listed:

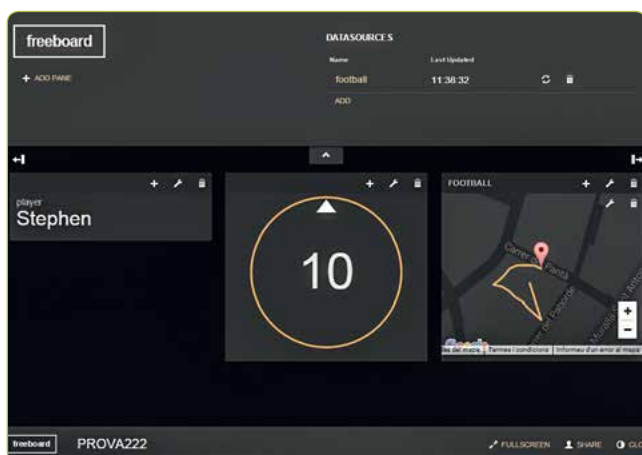
- POST** `/dweet/for/{thing}` - Create a dweet for a thing.
- GET** `/get/latest/dweet/for/{thing}` - Read the latest dweet for a thing.
- GET** `/get/dweets/for/{thing}` - Read all of the saved dweets (up to last 500) for a thing.

Below the endpoints is a **Parameters** table:

Parameter	Value	Description	Parameter Type	Data Type
<code>thing</code>	<input type="text" value="football"/>	A unique name of a thing.	path	string
<code>key</code>	<input type="text"/>	A valid key for a locked thing. If the thing is not locked, this can be ignored.	query	string

There is a **Try it out!** button and a **Hide Response** link. Below that is the **Request URL** field, which contains `https://dweet.io:443/get/dweets/for/football`. At the bottom is the **Response Body** field, which contains a JSON response:

```
{
  "this": "succeeded",
  "by": "getting",
  "the": "dweets",
  "with": [
    {
      "thing": "football"
    }
  ]
}
```

OBR. 13



OBR. 14 Student s pásem pro záznam dat

- V rámci aplikace Google Earth: zkontrolujte, zda jsou pozice hráčů zakresleny přesně tam, kde hráli fotbal.

Další vývoj

- Vývoj zápasu: studenti mohou tyto soubory chronologicky seřadit, sledovat je jako film a analyzovat, jak se tým v průběhu konkrétního období během zápasu pohybuje a chová.
- Oblast krytá týmem: po náhledu pozic týmu přes Google Earth mohou studenti použít nástroj *Polygon Area*, který je k dispozici ze stejného zdroje. V souladu s jednoduchými pokyny mohou studenti vypočítat oblast krytou pozicemi hráčů, aby tak stanovili, zda hráči hráli jako jednotný tým nebo příliš daleko od sebe.

5 | MOŽNOSTI SPOLUPRÁCE

Studenti mohou spolupracovat na projektech s jinými školami. Studenti z jedné školy mohou například provést měření v reálném čase, zatímco studenti z jiné školy budou tato data analyzovat. Pomocí této metodiky je také možné zkoumat jiné sporty.


ZDROJE


- [1] MIT App inventor <http://ai2.appinventor.mit.edu/>
- <http://usuaris.tinet.cat/pcompte/football/> VELKÁ DATA: Odesílání dat v reálném čase
- www.realtracksystems.com/ WIMU Real track systems
- <http://go.sap.com/solution/industry/sports-entertainment/team-management/sports-one.html> SAP Sports One


STEPHEN KIMBROUGH · DAMJAN ŠTRUS

ROZSTŘEL



 penaltový rozstřel, kombinatorika, teorie her

 matematika, informatika, fyzika

 14–18 let

1 | SOUHRN

Tento projekt vyžaduje, aby studenti vypočetli pravděpodobnost úspěšného pokutového kopu se zohledněním všech vnějších i vnitřních vlivů (tj. geometrie, reakční doba, výběr strany).

Studenti dále musí najít ideální složení hráčů pro pokutový kop a případnou „slušnou“ alternativu.

2 | PRVOTNÍ KONCEPCE

Penaltový rozstřel byl zaveden do pravidel pro fotbalové mistrovství světa v 70. letech 20. století.

Přijde na řadu, pokud je i po prodloužení výsledek zápasu nerozhodný. Před zavedením tohoto nového pravidla rozhodl o vítězi hod mincí.

Penaltový rozstřel patří mezi nejnápinavější situace, které mohou při fotbalovém zápasu nastat.

V této jednotce budeme analyzovat možnosti maximalizace výsledku pro konkrétní tým.

Jednotka je rozdělena na dvě části. V první studenti vypočítají pravděpodobnost vstřelení branky jedním kopem. Ve druhé části se pak naučí, jak lze penaltový rozstřel optimalizovat.

3 | CO STUDENTI DĚLAJÍ

3 | 1 Jeden pokutový kop

Abychom zjistili pravděpodobnost vstřelení branky, musíme pokutový kop rozdělit na dva nezávislé pohyby – pohyb brankáře a pohyb hráče, který penaltu kope.

Nejprve přiřadíme pravděpodobnost brankáři na základě trigonometrie.

Fotbalová branka tvoří obdélník o šířce 7,32 m a výšce 2,44 m. Výška průměrného brankáře je asi 2 m a jeho rozpětí paží činí také přibližně 2 m. Studenti pak mohou porovnat plochu, kterou brankář zabírá, s plochou celé branky. Dostanou tak pravděpodobnost, s jakou brankář zabrání gólu.

Druhým aspektem je reakční doba brankáře a to, jak dlouho mu trvá dostat se k míči.

Studenti by měli začít tím, že odhadnou, kam by bylo nejlepší míčem zamířit. Odpověď zní: horní rohy branky. Pak mohou pomocí trigonometrie vypočítat vzdálenost k danému bodu. Dobu letu míče je možné vypočítat ($t = \frac{s}{v}$), a to na základě předpokladu, že průměrná rychlost míče je 100 km/h.

Právě tolik času má brankář na to, aby zareagoval a skočil do správného rohu.

Studenti změří vlastní reakční dobu pomocí pravítka, které jeden student pustí a druhý student chytí (viz str. 30). Podle délky pádu pravítka lze reakční dobu vypočítat jako

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

g : tíhové zrychlení; $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$

t : čas [s]

h : vzdálenost pohybu [m]

Po odečtení této doby dostaneme čas, během kterého musí brankář urazit vzdálenost k míči. Ta již byla vypočtena, takže brankář musí mít počáteční rychlost $v = \frac{x}{t}$, aby se dostal k míči. Průměrná rychlost sportovce při skoku je asi 16 km/h.

Porovnáním těchto dvou hodnot rychlosti studenti zjistí, že brankář by na míč nikdy nedosáhl. To vede k závěru, že brankář musí mít nulovou reakční dobu a musí si vybrat, k jakému rohu skočí, ještě před exekucí pokutového kopu.

Studenti rozdělí branku na dvě poloviny a výše uvedenou metodou vypočtou pravděpodobnost, s jakou lze zabránit vstřelení gólu v jedné polovině branky. To lze znovu vypočítat po rozdělení branky do třetin.

Pro střelce pokutového kopu je obtížné odhadovat pravděpodobnosti, ale obecně lze uvést, že levonohý fotbalista bude lépe mířit do pravého rohu a pravonohý do levého rohu.

Studenti mohou shromáždit údaje tak, že provedou 10, 20 nebo více kopů na prázdnou branku a vypočtou přesnost střel.

Následně by měli napsat program nebo použít zdrojový kód, který je k dispozici v příloze ^[1], aby mohli pokutový kop simulovat. Studenti musejí nejprve zadat hodnoty pravděpodobnosti. U brankáře i střelce je směr kopu řízen náhodou. Při zohlednění zákona velkých čísel lze pravděpodobnost vstřelení gólu z pokutového kopu stanovit zvýšením počtu kopů. Na tomto základě mohou studenti zkoumat otázku, zda úprava strategie střelce povede k vyšší nebo nižší přesnosti. Studenti mohou se svými kódy mezi sebou soutěžit.

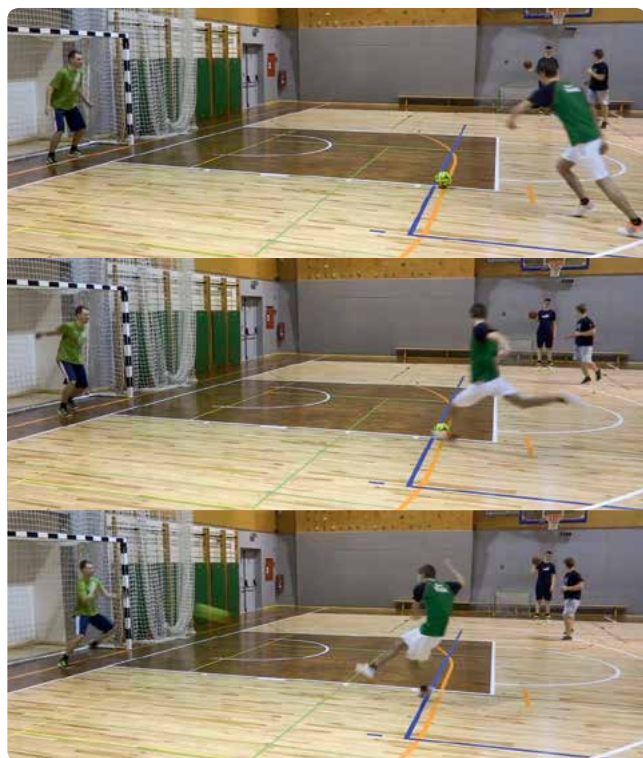


OBR. 1 Pohled střelce pokutového kopu

3 | 2 Penaltový rozstřel

Penaltový rozstřel má vždy stejnou podobu. Z každého týmu je jmenováno pět hráčů v pevně daném pořadí. Hodem mincí se určí tým, jenž rozhodne o tom, který tým s rozstřelem začne. Týmy se pak v pokutových kopech střídají.

Studenti dostanou seznam hráčů s průměrnou pravděpodobností vstřelení gólu. Vyberou pět hráčů a určí pořadí, ve kterém



OBR. 3 Sled pokutového kopu



OBR. 2 Pohled brankáře

budou kopat. Dva studenti spolu soutěží ve hře naprogramované v jazyce Scratch 2 [2]. Následně budou muset studenti dokázat, že jejich pořadí je nejlepší možné. Jelikož je průměrná pravděpodobnost vstřelení branky

$$p = \frac{(p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5)}{5}, \text{ jsou si všechna pořadí rovna.}$$

Problém při reálném fotbalu oproti počítačové simulaci je, že v průběhu rozstřelu roste tlak na každého hráče. Tuto hodnotu lze nastavit asi na 5 %. To vede k následující rovnici pro průměrnou pravděpodobnost:

$$p = \frac{(p_1 + 0.95p_2 + 0.90p_3 + 0.85p_4 + 0.80p_5)}{5}.$$

Jelikož máme 5 hráčů! = $5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 = 120$ možných pořadí, studenti musejí najít způsob, jak výsledek optimalizovat. Nalezení řešení problému by mělo být na studentech – nejlepším řešením je, pokud se k prvnímu kopu postaví nejslabší střelec a postupně se dostaneme k nejlepšímu exekutorovi penalt.

V této souvislosti mohou studenti upravit program ve Scratch 2 tak, aby vyhovoval jejich potřebám. [2]

Další proměnnou, která hraje svou úlohu, je psychologický efekt, pokud první tým vstřelí gól. Tato situace dostane dalšího exekutora pod ještě větší tlak.

Dále mohou studenti porovnat dva týmy stejné síly, měnit program a provést mnoho různých simulací. To vede k závěru, že tým, který začíná, má větší šanci rozstřel vyhrát.

Nakonec by měli studenti vést diskuzi a stanovit spravedlivé pravidlo pro penaltový rozstřel. Pravidlo by pak měli otestovat pomocí výše uvedeného programu a zjistit, zda pět kopů stačí k dosažení uspokojivého výsledku.

Nejspravedlivější pořadí pro týmy A a B o osmi hráčích by bylo AB BA BA AB. Tomu se říká Thue-Morseovo pořadí. Pořadí kopajících týmů se musí střídát a měnit se musí i samotné střídání.

4 | ZÁVĚR

Studenti se naučí, jak vytvářet model reálného scénáře a matematicky jej analyzovat. Dále se dozví, jak používat své programovací dovednosti pro řešení problémů vytvářených komplexními situacemi a jak napsat vlastní simulaci penaltového rozstřelu.

5 | MOŽNOSTI SPOLUPRÁCE

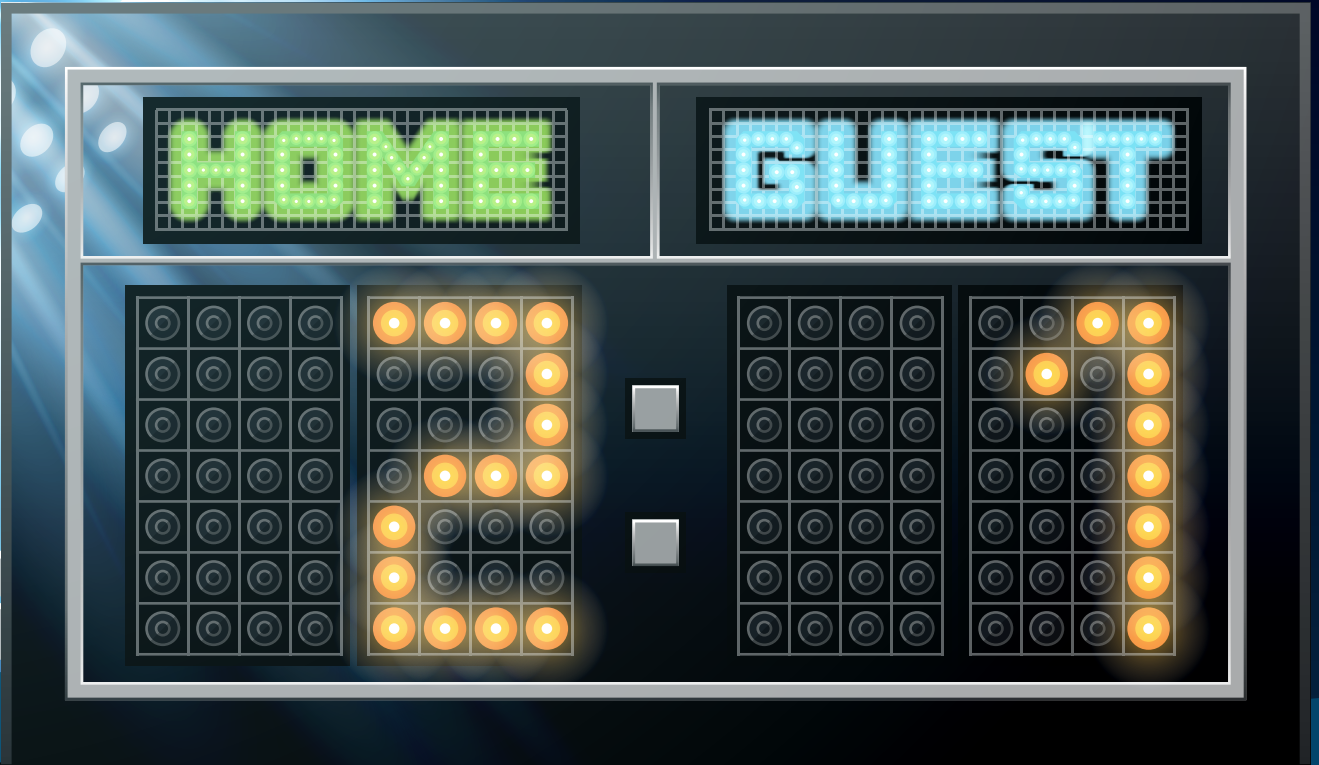
Studenti mohou ve třídě nebo mezi školami uspořádat soutěž a zjistit, která strategie je při penaltovém rozstřelu nejlepší (viz 3.1).

Vedle toho by se mohli pokusit „vylepšit“ pravidla fotbalu a změnit velikost a tvar branky. Jaký by měl na rozstřel vliv kulatý nebo trojúhelníkový tvar brány?

REFERENCE

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

^[2] <https://scratch.mit.edu/scratch2download/>



STEPHEN KIMBROUGH · MARCO NICOLINI · DAMJAN ŠTRUS

BURZA GÓLŮ



tabulka, statistiky gólů, průměry, grafy, relativní četnost, shoda, pravděpodobnost, kvóta

matematika, statistika, informatika

15–19 let

1 | SOUHRN

Tato výuková jednotka dá studentům příležitost pracovat s údaji z reálného fotbalu, které jsou volně k dispozici na internetu^[1] nebo v denním tisku, porozumět jim a ptát se na ně.

2 | PRVOTNÍ KONCEPCE

Fotbal je celosvětově nejpobulárnější sport a jeho dopad přesahuje hranice národů, kultur, pohlaví i socioekonomických tříd. Se stále rostoucí diváckou základnou po celém světě atraktivita tohoto sportu neustále roste, takže se z něj dnes stalo jedno z nejvýznamnějších obchodních odvětví ve sportu.

Evropský fotbalový trh je ohodnocen na 19,4 miliard eur^[2]. Na tomto oboru závisí živobytí mnoha lidí po celém světě, včetně hráčů, trenérů, rozhodčích, marketingových společností, médií a v neposlední řadě i bookmakerů. Odvětví sportovních sázek má hodnotu mezi 606 a 870 miliardami eur ročně. Prací bookmakerů je předpovídat, zda tým vyhraje nebo prohraje, a podle toho počítat sázkové kurzy. Úspěšný bookmaker potřebuje nejen štěstí, ale i výborné matematické dovednosti, aby mohl analyzovat komplexní soubory dat s přihlédnutím k mnoha různým kombinačním faktorům a komplexním proměnným.

3 | CO STUDENTI DĚLAJÍ

Nejdůležitější dovedností, kterou si studenti musejí osvojit nejdříve, je seznámení s návrhem a tvorbou databáze pomocí tabulek. Mezi data o fotbalu, která jsou k dispozici online, patří široká škála proměnných, včetně termínů zápasů, domácích a venkovních výsledků, výsledků v poločasu a na konci zápasu, počtu střel na bránu, rohů, faulů, postavení mimo hru, žlutých a červených karet a samozřejmě také sázkových kurzů. Stu-

dentí mohou z těchto zdrojů převzít potřebné soubory dat a importovat je do vlastních tabulek.

3 | 1 Vkládání dat

Nejprve studenty požádejte, aby vytvořili tabulku s výsledky zápasů. Příklad tabulky je uveden na **OBR. 1**. Tato tabulka je založená na německé první bundeslize v sezóně 2014/15.

Názvy všech týmů jsou uvedeny v abecedním pořadí v levém sloupci (domácí tým) a horním řádku (hostující tým).

Výsledky všech zápasů jsou uvedeny ve dvou odpovídajících buňkách: levá buňka uvádí počet gólů vstřelených domácím týmem a pravá buňka počet gólů vstřelených hostujícím týmem. Když hrál například Bayern Mnichov doma proti Augsburgu, výsledek byl 0:1. Když byl v zápase s Bayernem Mnichov Augsburg doma, byl výsledek 0:4.

3 | 2 Výpočty

Požádejte studenty, aby:

1. Sestavili vzorec pro výpočet počtu zápasů odehraných za celou sezónu v první bundeslize (tip: 18 týmů hraje každý s každým).

Řešení: Každý tým má 17 soupeřů, kteří odehráli zápasy doma a venku, takže každý tým hraje $2 \cdot 17 = 34$ zápasů (první bundesliga má 34 kol). Týmů je celkem 18, takže každé kolo má devět zápasů. Proto bylo za tuto sezónu odehráno celkem 306 zápasů.

2. Pro každý tým vypočítejte gólové statistiky (vstřelené a obdržené góly) za celou sezónu.

OBR. 1 Tabulka s výsledky zápasů, německá první bundesliga, sezóna 2014/15

	hosté	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 0	0 1	2 1	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	2 1	0 3	0 3	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	2 3	1 1	3 1	0 1	0 2	0 3	2 3	1 1	0 3	0 1	1 1		2 0	4 1	1 1
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	

OBR. 2 Graf vstřelených gólů (zelená) a obdržených gólů (červená) pro každý tým, německá první bundesliga, sezóna 2014/15



OBR. 2 ukazuje všechny góly vstřelené jednotlivými týmy (zvýrazněné zeleně) a všechny inkasované góly (zvýrazněné červeně). Studenti pak mohou výsledky ze své tabulky porovnat s reálnými údaji z online databází, aby své výpočty zkontrolovali.

3. Vypočítejte průměrný počet gólů na zápas během celé sezóny.

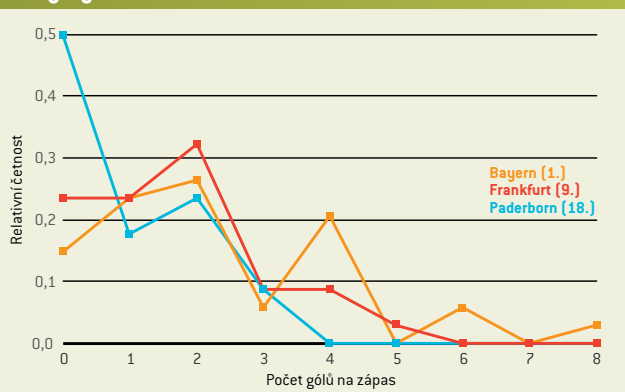
Řešení: 2,75

4. Vypočítejte pro každý tým průměrný počet vstřelených a obdržených gólů na jeden zápas. Studenti sestaví graf vstřelených a inkasovaných gólů na jeden zápas pro každý tým. Požádejte studenty, aby graf porovnali s postavením každého týmu v konečné tabulce, a dejte jim čas, aby identifikovali souvislost mezi tvarem grafu a pořadím v konečné tabulce (na OBR. 2).
5. Vypočítejte relativní četnost $p(n)$ počtu gólů na jeden zápas. Studenti mohou spočítat počet zápasů, ve kterém každý tým vstřelil 0, 1, 2, 3 góly atd. Vytvoří tabulku pro každý tým a sestaví graf s relativní četností vs. počet gólů na jeden zápas pro všechny týmy. OBR. 3 ukazuje, že Bayern odehrál celkem 34 zápasů a v pěti zápasech vůbec neskóroval, v osmi zápasech vstřelil jeden gól, v devíti zápasech dva góly atd. Vybídněte studenty, aby pomocí vzorců, které nabízí tabulkový procesor, vytvořili tabulku podle OBR. 3.

OBR. 3 Relativní četnosti $p(n)$ pro tři týmy

n	Relativní četnost					
	Bayern (1.)		Frankfurt (9.)		Paderborn (18.)	
	$N \cdot p(n)$	$p(n)$	$N \cdot p(n)$	$p(n)$	$N \cdot p(n)$	$p(n)$
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

OBR. 4 Relativní četnost vs. počet gólů na jeden zápas pro tři týmy



Součet druhého sloupce je počet zápasů odehraných jedním týmem za celou sezónu, součet třetího sloupce je 1.

6. Zjistěte, jaký údaj (již předem vypočítaný) studenti dostanou, pokud v každém řádku tabulky vynásobí počet gólů n odpovídající relativní četností $p(n)$. Pak všechny součiny shrňte:

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

Řešení: Dostanou průměrný počet gólů \bar{n} vstřelených každým týmem za sezónu.

7. Na základě průměrného počtu gólů vypočítejte tzv. shodu ve výsledku zápasů. Shoda je relativně efektivní odchylka a podle Poissonova rozdělení je rovna $\sqrt{\frac{1}{\bar{n}}}$.

Se zvyšující se shodou se výsledek každého zápasu předvídá obtížněji. Toto je jen hrubý odhad, ale lze argumentovat, že fotbal je založen na shodě. Shoda při skutečných zápasech může často dosahovat až 100 %. Současně je shoda vyšší, když je fotbalový tým v tabulce níže.

8. Sestavte graf, který ukáže, jak se postavení každého týmu v tabulce během sezóny mění (pro všech 34 kol). Projednejte se studenty některé možné důvody, které mohly způsobit tento vzestup nebo pokles v tabulce.

3 | Praviděpodobnost

9. Studenti již vypočítali průměrný počet gólů vstřelených každým týmem na jeden zápas. Ať je r_1 průměrný počet gólů vstřelených prvním týmem na jeden zápas a r_2 průměrný počet gólů vstřelených druhým týmem na jeden zápas. Definujeme R jako podíl: $R = \frac{r_1}{r_2}$.

Praviděpodobnost, že další gól vstřelí první tým, se vypočítá pomocí $p_1 = \frac{R}{R+1}$, a praviděpodobnost, že jej vstřelí druhý tým, se vypočítá pomocí $p_2 = 1 - p_1 = \frac{1}{R+1}$.

Je zřejmé, že s každým vstřeleným gólem se průměrné hodnoty mění. To však nebudeme brát v úvahu a raději použijeme pro celý zápas předchozí průměrné hodnoty. Požádejte studenty, aby pro každý tým vypočítali praviděpodobnosti p_1 a p_2 na základě údajů získaných ve 33 kolech, aby mohli teoretické výpočty porovnat se skutečnými výsledky ve 34. kole první bundesligy v sezóně 2014/15.

10. Pokud v konkrétním okamžiku zápasu oba týmy dohromady vstřelily n gólů, je praviděpodobnost, že všechny góly vstřelil první tým, p_1^n a praviděpodobnost, že všechny góly vstřelil druhý tým, p_2^n . Praviděpodobnost, že první tým vstřelil k z n gólů, je $\binom{n}{k} p_1^k p_2^{n-k}$.

11. Praviděpodobnost, že tým, který skóruje r gólů na jeden zápas, vstřelí n gólů v čase t (mezi $0 =$ začátek a $1 =$ konec zápasu), je rovna $p = \frac{(rt)^n}{n!} e^{-rt}$.

Požádejte studenty, aby pro každý tým sestavili graf praviděpodobnosti vstřelení n (0, 1, 2, 3 nebo 4) gólů během 90 minut fotbalového zápasu. Na základě údajů získaných za 33 kol porovnejte teoretické výpočty se skutečnými výsledky ve 34. kole první bundesligy v sezóně 2014/15.

12. Také můžete studenty požádat, aby zkontrolovali praviděpodobnost výsledku $n : m$. Teorie říká, že tato praviděpodobnost vytváří rovnici $p_{n,m} = \frac{(r_1 t)^n (r_2 t)^m}{n! m!} e^{-(r_1+r_2)t}$.

Tato rovnice předpokládá, že počet gólů pro každý tým není na sobě vzájemně závislý, což samozřejmě není pravda, ale lze to použít pro první aproximaci. Studenti by měli porovnat teoretické výpočty se skutečnými výsledky ve 34. kole první bundesligy v sezóně 2014/15 (**OBR. 5**).

OBR. 5 Fotbalové výsledky 34. kola první bundesligy v sezóně 2014/15 ^[3]

Bayern	Mohuč	2 : 0
Dortmund	Brémy	3 : 2
Frankfurt	Leverkusen	2 : 1
Hamburger SV	Schalke	2 : 0
Hannover	Freiburg	2 : 1
Hoffenheim	Hertha	2 : 1
Kolín	Wolfsburg	2 : 2
Mönchengladbach	Augsburg	1 : 3
Paderborn	Stuttgart	1 : 2

4 | ZÁVĚR

Nepřetržitě zkoumání a analýza souborů dat může zcela jistě pomoci předvídat výsledky fotbalových zápasů. Nicméně pro prognózu správného výsledku konkrétních zápasů je nutné zohlednit kromě vstřelených gólů mnoho dalších parametrů (tj. zranění, formu hráčů, stav hřiště, počasí atd.). Kdyby existoval kouzelný recept, měli bychom mezi sázejícími mnohem více milionářů. Podobně lze i práci lidí určujících sázkové kurzy považovat spíše za umění než za vědu.

Cílem této výukové jednotky ale není hovořit o fotbalových sázkách, takže dále již nepůjdeme.

5 | MOŽNOSTI SPOLUPRÁCE

Studenti z různých zemí mohou shromažďovat výsledky všech zápasů své nejvyšší národní fotbalové ligy. Pak by měli pro každý tým vypočítat gólové statistiky (vstřelené a inkasované góly) za celou sezónu, průměrný počet gólů na jeden zápas během celé sezóny a průměrný počet gólů vstřelených a inkasovaných na jeden zápas každým týmem.

Nakonec by měli porovnat výsledky vlastních výpočtů a analyzovat svou národní ligu. Jsou si všechny týmy víceméně rovny, nebo je v lize několik velmi silných týmů, několik velmi slabých týmů a větší počet průměrných týmů? Možná studenti objeví nějakou třetí, čtvrtou, pátou možnost...

REFERENCE

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

[2] www.soccerex.com/about/what-soccerex/football-industry (08.11.2015)

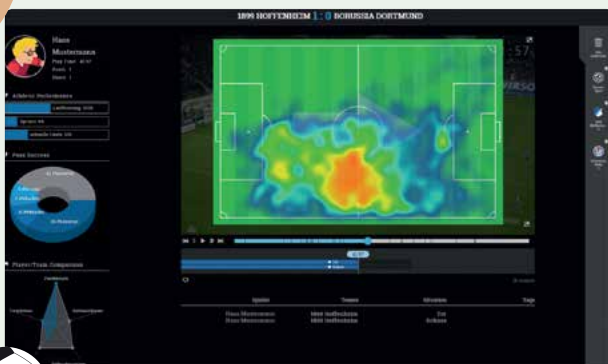
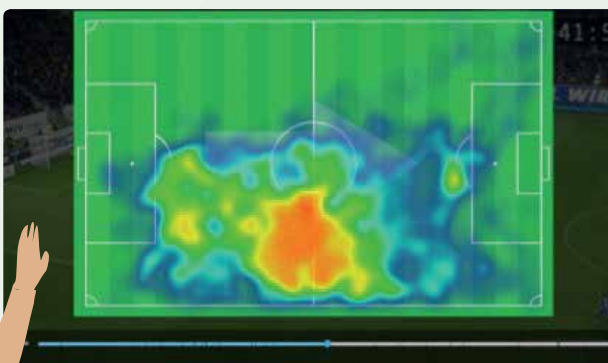
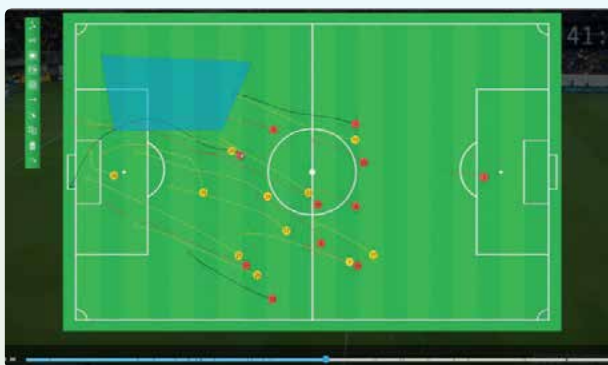
[3] www.rezultati.com/nogomet/njemacka/bundesliga-2014-2015/ (12.11.2015)

- ALI JE NOGOMET IGRA NA SREČO, Janez Strnad, Presek, ISSN 0351-6652, ročník 13 (1985/1986), číslo 1, s. 9–15
- Matematika i nogomet (<http://pptfilesearch.com/single/79931/nogomet-i-matematika>), Franka Miriam Brückler, Osijek, 1. 6. 2006 (08.03.2016)

IT POMÁHÁ SKÓROVAT

Informační technologie se ve fotbale staly zásadním nástrojem, který pomáhá týmům trénovat na konkrétní zápasy a umožňuje analýzu v poločase. Díky cílenému sdružování a analýze velkých dat mohou trenéři danému protivníkovi přesně přizpůsobit pohyb jednotlivých hráčů i celého týmu a tuto reakci automatizovat. Analytické nástroje, jako například *Match Insights*, se zaměřují na analýzu video materiálů. Při tréninku poskytují snímače upevněné na těla hráčů informace nejen o jejich pozici a pohybu, ale i o srdečním tepu. Statistiky jednotlivých hráčů i celého týmu umožňují sestavit profily jejich výkonnosti a provádět srovnání. Trenéři pak na základě těchto informací vytvářejí ideální tréninkový plán a taktiku pro nadcházející zápas.

VIDEO ANALÝZA (MATCH INSIGHTS)



TAKTICKÉ TABULE

Ty ukazují pohybové vzorce hráčů, například pohyb v zadních liniích, starty a uběhnutou vzdálenost. Zjištěné vzorce dávají trenérům různé informace, například ve kterých situacích přechází protivník od osobní obrany k zónové, aby bylo snadnější vytvářet si gólové příležitosti.

TEPLOTNÍ MAPY

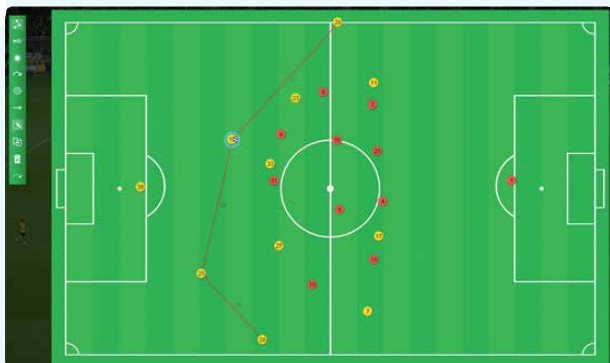
Ty mapují výkony jednotlivých hráčů a ukazují trasy jejich pohybu a oblast hřiště, kterou kryjí. To trenérovi sdělí, zda jsou hráči lepší při obraně nebo útoku. Trenér tak může plně využít potenciálu svých hráčů a přidělit jim při zápasu vhodné role.

STATISTIKY HRÁČŮ

Výkonnost hráčů je zaznamenávána v průběhu celého zápasu. Trenér tak má okamžitě k dispozici potřebné informace – například střely na branku, uběhnutou vzdálenost, počet přihrávek a individuální výkony ve vztahu k výkonu týmu jako celku. Ze záznamu lze rozpoznat i riziko poranění hráče.

DOPORUČENÉ POUŽITÍ PRO NAsAZENÍ A TRÉNINK HRÁČŮ

ANALÝZA POHYBU A SROVNÁNÍ TÝMŮ

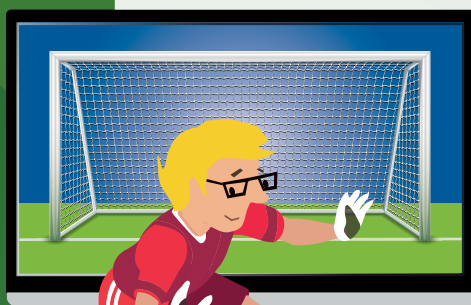


Trenér porovná posledních deset zápasů dvou týmů, například z hlediska skutečných či potenciálních gólových příležitostí. Srovnání by mohlo ukázat, že protivník má slabé místo ve standardních situacích nebo skóruje většinu svých gólů ke konci zápasu. V takovém případě může dát trenér svému týmu pokyn, aby se snažil vytvářet standardní situace a ke konci zápasu hru zpomalil.

DOPORUČENÉ POUŽITÍ PRO TÝMOVOU TAKTIKU

VNÍMÁNÍ A TECHNIKA KOPU

Velké kluby již používají IT aplikace při speciálních trénincích.



FOOTBONAUT

Toto je třírozměrné krychlové tréninkové zařízení podobné kleci, které na hráče střílí míče. Používá se k nácvičení techniky a koordinace při prvním dotyku míče, kontroly míče a přesnosti střel.

HELIX

Toto je nástroj pro simulaci přímo na hřišti určený k mentálnímu tréninku hráče s cílem zlepšit jeho přehled o hře na větší vzdálenost a při rychlé hře.

PERSONALIZOVANÝ TRÉNINK CHOVÁNÍ



Mimo oficiální tréninky se hráči baví se svými trenéry a video analytiky, aby zlepšili své výkony a připravili se na další zápas.



DALŠÍ ZDROJE A MATERIÁLY



Autoři vytvořili pro výukové jednotky další zdroje a materiály.
Jsou vám k dispozici k bezplatnému stažení na: www.science-on-stage.de/iStage3_materials

PROJEKTOVÉ AKCE PRO iSTAGE 3 – FOTBAL PŘI VÝUCE PŘÍRODNÍCH VĚD

Brainstorming pro jednotlivá témata při závěrečném projektovém setkání v rámci *iStage 2 – Smartphones in Science Teaching* v Berlíně, Německo

▼ 5. prosince 2014

První workshop v Berlíně, Německo

▼ 24.–26. dubna 2015

Představení publikace v Bruselu, na zastoupení Hesenska u Evropské unie

▼ 2. června 2016

▲ 3. února 2015

Setkání koordinátorů v Dortmundu, Německo

▲ 6.–8. listopadu 2015

Druhý workshop v Berlíně, Německo

▲ Následné kontroly v průběhu let 2016 a 2017

Výukové kurzy pro učitele v různých evropských zemích

PEXESO

Viz výukovou jednotku „Jak na uhlíkovou stopu“ na str. 12.
 Stahujte na www.science-on-stage.de/iStage3_materials







SCIENCE ON STAGE EUROPE

SCIENCE ON STAGE – EVROPSKÁ SÍŤ UČITELŮ PŘÍRODOVĚDNÝCH OBORŮ


- ... je síť učitelů přírodovědných a technických předmětů na školách všech úrovní.
- ... tvoří evropskou platformu pro výměnu nápadů pro výuku.
- ... zdůrazňuje důležitost vědy a technologie ve školách a mezi veřejností.

Hlavním podporovatelem organizace Science on Stage je Federace sdružení německých zaměstnavatelů v kovovýrobě a elektrotechnice (GESAMMETALL) se svou iniciativou think ING.

**Přidejte se k nám – najděte svou zemi na
WWW.SCIENCE-ON-STAGE.EU**

-  www.facebook.com/scienceonstageeurope
-  www.twitter.com/ScienceOnStage

Přihlaste se k odběru novinek:

-  www.science-on-stage.eu/newsletter

DALŠÍ MATERIÁLY



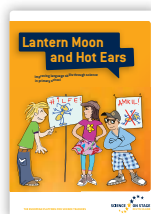
iStage – Developing Materials for ICT (Information and Communications Technology) in Natural Sciences

- Biologie a zdraví
- Naše životní prostředí
- Od kola do vesmíru



iStage 2 – Smartphones in Science Teaching

- Výukový materiál o využití chytrých telefonů při přírodovědných hodinách



Lantern Moon and Hot Ears

- Zlepšování jazykových dovedností prostřednictvím vědy na základních školách
- Pokusy, pracovní listy, texty atd.

**Stahujte bezplatně na
www.science-on-stage.de/materials**





MAIN SUPPORTER OF
SCIENCE ON STAGE GERMANY

think
ING.

Die Initiative für
Ingenieurnachwuchs

Proudly supported by

