



INFORMATIKA V PRÍRODNÝCH VEDÁCH A MATEMATIKE – ZOŠIT BIOLÓGIA

KATARÍNA KIMÁKOVÁ, ANNA MIŠIANIKOVÁ, GABRIELA ANDREJKOVÁ



EURÓPSKA ÚNIA

Európsky sociálny fond
Európsky fond regionálneho rozvoja



OPERAČNÝ PROGRAM
ĽUDSKÉ ZDROJE



*Tento projekt sa realizuje vďaka podpore z Európskeho sociálneho fondu
v rámci Operačného programu Ľudské zdroje*

www.minedu.sk www.employment.gov.sk/sk/esf/ www.itakademia.sk

Informatika v prírodných vedách a matematike – zošit Biológia

Spracované v rámci národného projektu IT Akadémia – vzdelávanie pre 21. storočie

Bratislava 2020

Informatika v prírodných vedách a matematike – zošit Biológia

Spracované s finančnou podporou národného projektu IT Akadémia – vzdelávanie pre 21. storočie

Autori: Katarína Kimáková, Anna Mišianiková, Gabriela Andrejková

Recenzenti: Božena Mannová, Veronika Štoffová, Juraj Ťapák

Neprešlo jazykovou úpravou.

Vydavateľ: Centrum vedecko-technických informácií SR, Bratislava

Rok vydania: 2020

Vydanie: 1. vydanie

ISBN: 978-80-89965-72-4

EAN: 9788089965724

Bratislava 2020

Obsah podlieha licencií Creative Commons BY 4.0

Dielo sa môže rozmnožovať, rozširovať, vystavovať dielo a odvodené diela za podmienky uvedenia autora. Je možné rozširovať odvodené diela len za podmienky použitia identickej licencie pre odvodené diela.

Tento projekt sa realizuje vďaka podpore z Európskeho sociálneho fondu v rámci Operačného programu Ľudské zdroje.

OBSAH

ÚVOD.....	6
1 Analýza obrazu	8
1.1 Koľko vtákov letí v krdli?.....	9
1.1.1 Počet a veľkosť objektov I.	10
1.1.2 Doplnujúce informácie.....	21
1.2 Ako vieme koľko je v krvi krviniek?	23
1.2.1 Počet a veľkosť objektov II.	24
1.2.2 Doplnujúce informácie.....	30
1.3 Čo prezradí svetlo o bunkách	32
1.3.1 Fluorescenčné zobrazovanie	33
1.3.2 Doplnujúce informácie.....	41
2 Modelovanie biologických a ekologických javov	44
2.1 Zajace a líšky	45
2.1.1 Model dravec – korisť	46
2.1.2 Doplnujúce informácie.....	55
2.2 Kedy je les zdravý	57
2.2.1 Model vývoja lesa	58
2.2.2 Doplnujúce informácie.....	67
2.3 Kedy má chirurg prácu	68
2.3.1 Model rastu bunkovej populácie	69
2.3.2 Doplnujúce informácie.....	74
2.4 Dáte sa zaočkovať?.....	75
2.4.1 Model šírenia infekcie	76
2.4.2 Doplnujúce informácie.....	82
3 Veľké biologické databázy	84
3.1 Zoznámte sa s rastlinami.....	85

3.1.1	Obrazová znalostná databáza	86
3.1.2	Doplňujúce informácie.....	91
3.2	Nie je vírus ako vírus	92
3.2.1	Komplexné výskumné databázy.....	93
3.3	Kam letia sťahovavé vtáky.....	100
3.3.1	Monitorovacie databázy	101
3.3.2	Doplňujúce informácie.....	109
	Index obrázkov.....	110
	Index tabuliek.....	112
	Kľúč k úlohám	113
	Bibliografia.....	116

ÚVOD

Táto metodická príručka je určená učiteľom biológie, ktorí si uvedomujú potrebu implementovať do biologického vzdelávania interdisciplinárne prvky v súlade s rozvojom informačných technológií.

V súčasnosti už celý rad výskumných problémov riešia biológovia pomocou informatiky, ktorej napredovanie urýchľuje aj biologický výskum. Informatika sa uplatňuje aj v aplikovanej biológii, medicíne, farmakológii, poľnohospodárstve a ochrane prírody. Výber tém, kde sa informatika prepája s biológiou, zapadá do celkovej schémy predmetu Informatika v prírodných vedách a matematike. Sú venované analýze obrazu biologických objektov, modelovaniu biologických javov a základnej orientácii v rôznych typoch svetových biologických databáz.

Biológ často používa zobrazovacie metódy, aby získal čo najviac informácií z obrazu.

Zobrazovacie metódy sa uplatňujú v základnom výskume aj v aplikovanej biológii. Z digitálnych fotografií rôznych objektov možno získať dáta, ktoré sa ďalej spracovávajú a hodnotia. Je to tak na mikroskopickú aj makroskopickú úroveň. Ak rozumieme podstate digitálneho obrazu, lepšie chápeme, ako z neho získať čo najviac presných a užitočných informácií. Z fotografie je možné pomocou vhodnej aplikácie zistiť a vyhodnotiť tvar a veľkosť objektov, napríklad bunkových štruktúr. Zo série fotografií v čase možno určiť trend. Napríklad na satelitných záberoch sa dá sledovať rast alebo úbytok zelenej plochy na súši, z čoho možno odvodiť zmenu intenzity fotosyntézy vplyvom ročných období či počasia na Zemi.

Prečo
potrebuje
biológ
informatiku

Od určovania trendov je len krôčik k modelovaniu a prognózam.

Biologické deje a javy sa uskutočňujú často nepozorovane: veľmi pomaly alebo veľmi rýchlo; v molekulárnych, mikroskopických alebo naopak, gigantických biosférických rozmeroch. Informatika pomáha analyzovať priebeh takýchto dejov. V našich lekciách modelovania používame jednoduché počítačové programy, v ktorých sa zmenou vybraných parametrov dá ovplyvniť vonkajší prejav simulovaného deja. Pomocou počítačového modelu sa dá lepšie pochopiť podstata javu a posúdiť jeho význam pre človeka.

V súčasnosti vo všetkých oblastiach zaznamenáva množstvo údajov nesúcich v sebe určitú informáciu.

Aj v odbore biológia sa rozrastajú obrovské databázy, ktoré vedci neustále dopĺňajú. Iní vedci hľadajú súvislosti medzi nimi, aby dospeli k novému poznaniu. Ale ako sa hľadá ihla v kope sena? Jedným z nových vedných odborov, ktorý zažíva rozmach vďaka novým technológiám, ktoré umožňujú získať množstvo dát o genetickej informácii uloženej v DNA rôznych druhov organizmov je bioinformatika. Biológom pomáha porovnávať, triediť, filtrovať, nájsť a priradiť napríklad gény k proteínom. No nie je to jediný druh biologických databáz. Sú aj také, do ktorých môže prispieť každý. Napríklad hlásením výskytu rôznych druhov vtákov alebo odfotoğrafovaním rastliny na mieste, kde rastie.

Načrtnutým okruhom zodpovedá členenie knihy na tri časti. Obsah pokrýva 10 dvojhodinových vyučovacích jednotiek, ktoré spolu súvisia, ale sa nepodmieňujú. Odporúčame realizovať minimálne dve témy z každého tematického celku. Jednotlivé témy sú didakticky spracované podľa bádateľského výučbového cyklu 5E – zapojenie žiakov zaujímavou otázkou, skúmanie problému, vysvetlenie súvislostí, rozpracovanie problému a hodnotenie, ktoré má formatívny charakter.

Želáme si, aby žiaci vnímali spracované témy a postupy sprostredkované svojimi učiteľmi ako zaujímavé a inšpiratívne z hľadiska voľby odboru štúdia a budúceho povolania.

ZOBRAZOVACIE METÓDY

1. ANALÝZA OBRAZU

Čo
prezradia
pixely

Aby žiaci pochopili, ako sa dajú zisťovať údaje o biologických objektoch z fotografií, budú na obrázkoch pomocou pixelov a mierky počítať a merať dĺžku a plochu a prepočítavať ju na objem, pretože v skutočnosti sú trojrozmerné. Zisťovať počet vtákov v krdli, veľkosť morfológických útvarov na povrchu tela rastlín a živočíchov, počet krviniek na liter krvi. Preskúmajú ako zviditeľňuje fluorescencia biologické štruktúry. Uskutočnia analýzu na vlastných fotografiách.

Z troch ponúkaných tém si môžete zvoliť v rámci rozsahu hodín ktorékoľvek dve, o ktorých si myslíte, že vašich žiakov zaujmú.

S obrázkami začneme pracovať ako užívatelia aplikácie na analýzu obrazu Fiji.

Fiji je vyvinutý prispievateľmi na celom svete a je financovaný z rôznych zdrojov. Udržiava ho Curtis Rueden a vývojový tím ImageJ v Laboratóriu optických a výpočtových prístrojov (LOCI) na Univerzite Wisconsin-Madison. Aplikácia disponuje nástrojmi pre vedy o živote na spracovanie a analýzu údajov. Je to projekt s otvoreným zdrojovým kódom, takže je každý vítaný, aby prispel doplnkami, záplatami, chybovými hláseniami, výučbovými návodmi, dokumentáciou či umeleckými dielami ([Schindelin, 2012](#)).

Digitálne mikroskopy a iné zobrazovacie prístroje majú podobne fungujúce aplikácie na prácu s obrazom. Fiji rozvíja všeobecné zručnosti, ako sa orientovať v zobrazovacích prostrediach. Obrázky, ktoré vieme vytvoriť v PixelArt, pomôžu nazerať na fotografie cez pixely.

Žiaci sa zoznámia sa s významom nových digitálnych technológií na princípe fluorescenčného zobrazovania živých mikroskopických objektov.

Riešené problémy:

- Zistiť počet biologických objektov rovnakého druhu
- Merať dĺžku a plochu v pixeloch
- Merať dĺžku a plochu v mikrometroch
- Prepočítavať plochu priemetu gule na objem
- Čo vidíme v UV svetle
- Ako funguje fluorescenčný a konfokálny mikroskop
- Ako napreduje poznanie života spojením s informatikou

1.1 KOĽKO VTÁKOV LETÍ V KŔDLÍ?

<i>Tematický celok / Téma</i>	<i>ISCED</i>
Zobrazovacie metódy/ Počet a veľkosť objektov Nadväznosť: ŠVP Človek a príroda, Biológia, Organizmus a prostredie	ISCED3/GY a SOŠ lesnícke, zdravotné a poľnohospodárske odbory Informatika v prírodných vedách a matematike/2 vyučovacie hodiny
Ciele	
Žiakom osvojované vedomosti a zručnosti	Žiakom rozvíjané spôsobilosti
<ul style="list-style-type: none"> Uviesť príklady využitia analýzy obrazu v biológii a ekológii Diskutovať o význame spracovania informácií z obrazu Vybrať objekty a nastaviť parametre merania a výstupu Aplikovať zručnosť na fotografiách biologických objektov 	<ul style="list-style-type: none"> Meranie veľkosti a zisťovanie počtu objektov na digitálnom snímku
Požiadavky na vstupné vedomosti a zručnosti	
<ul style="list-style-type: none"> Uviesť príklady aplikácie zobrazovacích metód v medicíne, poľnohospodárstve a i. Poznať princíp digitálneho zobrazovania Definovať pixel Vysvetliť význam mierky na fotografii Orientovať sa v základných pracovných úkonoch v digitálnom prostredí (vybrať, kopírovať, vkladať objekty) 	
Riešený didaktický problém	
<p>Bežne si neuvedomujeme, čo všetko môže byť zdrojom dát. Dáta získané meraním ale aj iným spôsobom používa každý. Biológ môže merať objekty, na ktoré sa pozerá v mikroskope alebo používať tradičné monitorovacie metódy aplikované priamo v teréne. Vyžaduje to však veľa času a pozornosti, a predovšetkým byť fyzicky prítomný v správnom čase na správnom mieste, najmä keď sa jedná o živočíchy. Digitálne technológie rozširujú tradičné metódy o automatické počítanie a meranie, zhromažďujú napríklad fotografie a údaje o prítomnosti a pohybe živočíchov. Žiaci na tejto vyučovacej jednotke sa učia získať presné údaje z fotografie na základe pixelov a mierky pomocou aplikácie Fiji.</p>	
Dominantné vyučovacie metódy a formy	Príprava učiteľa a pomôcky
<ul style="list-style-type: none"> Práca s aplikáciou Riadené bádanie Brainstorming s diskusiou 	<ul style="list-style-type: none"> Počítač s nainštalovanou aplikáciou Fiji/ImageJ Pracovné fotografie (príloha k metodike) Materiál na fotenie: semená strukoviny, panašovaný list a pod.
Diagnostika splnenia vzdelávacích cieľov	
<p>Výsledky merania, ktoré žiaci realizujú na cvičných fotografiách.</p> <p>Žiacka fotografia s mierkou, jej vhodnosť na počítanie alebo meranie objektov.</p>	

Autor: Katarína Kimáková

Na túto metodiku nadväzuje téma „Kam letia sťahovavé vtáky?“ cieľom ktorej je predstaviť konkrétny príklad, ako odborníci na celom svete môžu prispieť do tvorby veľkej on-line databázy. Obe témy „Koľko vtákov letí v krdli?“ a „Kam letia sťahovavé vtáky?“ sú samostatne realizovateľné. Počítanie a meranie objektov na fotografii je aj témou metodiky „Ako vieme, koľko je v krvi krviniek?“.

Dajú realizovať ako alternatívy. Absolvovaním oboch si žiaci upevnia základné zručnosti pre analýzu digitálneho obrazu.

1.1.1 Počet a veľkosť objektov I.

Priebeh výučby

ZAPOJENIE (CCA 5 MIN.)

Zámer: Stručne uviesť žiakov do problematiky pozorovania vtákov a navodiť bádateľskú úlohu.

Uvedte problém: Ornitológovia a ekológovia sledujú počty vtákov, ktoré prelietavajú významnými vtáčimi úzermi, ktoré tvoria koridor pre ich sťahovanie.

Premietnite let krdla vtákov, napríklad (*Zemplin Castellan, 2014*):

<https://www.youtube.com/watch?v=VcNET2NV3eU>

Vidno, že kameraman chcel na videu zachytiť všetky vtáky, ktoré videl, ale nie s veľkým úspechom. Je jasné, že ak je krdel veľký a vtáky letia a sú v pohybe, je ich ťažko spočítať.

VÝSKUMNÁ OTÁZKA

Viete odhadnúť z videozáznamu koľko vtákov letí v krdli?

Zadajte bádateľskú úlohu zameranú na návrh postupu vo forme brainstormingu:

ÚLOHA 1 – NAVRHNITE

Navrhňte spôsob, ako by sa dali čo najpresnejšie spočítať sťahovavé vtáky, ktoré prelietajú nad monitorovaným územím.

Poznámka

O významných vtáčích úzermiach na Slovensku sa môžu žiaci dozvedieť viac zo stránky pozorovateľov vtákov <http://bird.watching.sk/sk/about-iba/>. Môžu sa tu dozvedieť aj o organizovaných možnostiach pozorovania prírody. Žiaci by mohli by uvažovať, ako odhadnúť celkový počet prelietajúcich vtákov. Napríklad, že spočítajú na fotografii, koľko vtákov tvorí jednu formáciu. Zistiť početnosť niekoľkých a vypočítať priemer. Počítať, koľko formácií preletí a vynásobiť by priemerom. Možno budú uvažovať o kamere inštalovanej na statíve, ktorá sníma oblohu a je vybavená nejakým počítadlom a pod. Nechajte ich tento brainstorming zažiť, patrí to k tvorivému technickému uvažovaniu.

SKÚMANIE (CCA 20 MIN.)

Zámer: Získať skúsenosť s aplikáciou, ktorá má funkciu analýza častíc. Začnite premietnutím obrázka krídla letiacich divých husí (súbor „husi“ je v prílohe k príslušnej metodike) a zadajte žiakom úlohu:

ÚLOHA 2 – RIEŠTE

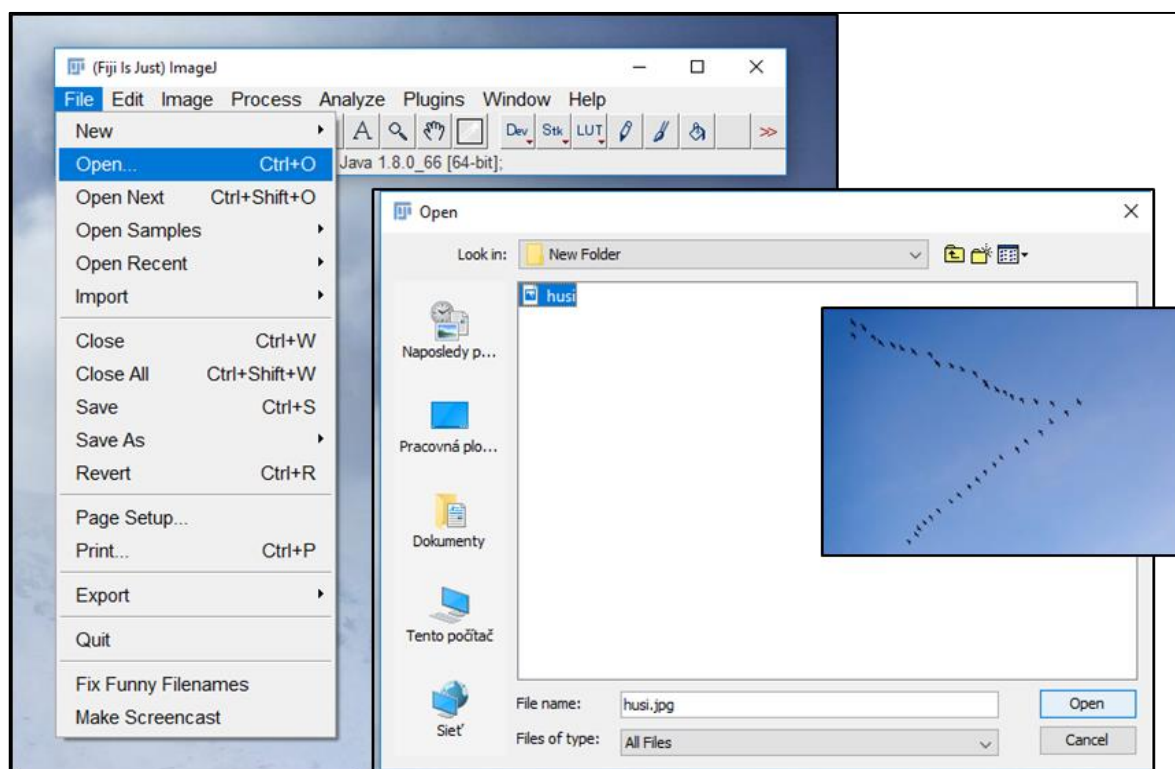
Pomocou aplikácie Fiji určte počet divých husí na fotografii.

Spriístupnite žiakom návod:

Postup počítania objektov a ich plochy vo Fiji

Najprv musíte mať na disku fotografiu, na ktorej chcete niečo merať alebo počítať. V našom prípade sú to letiace divé husi (e-príloha).

1) Otvorte v počítači súbor „husi“ v programe Fiji (obr. 1).



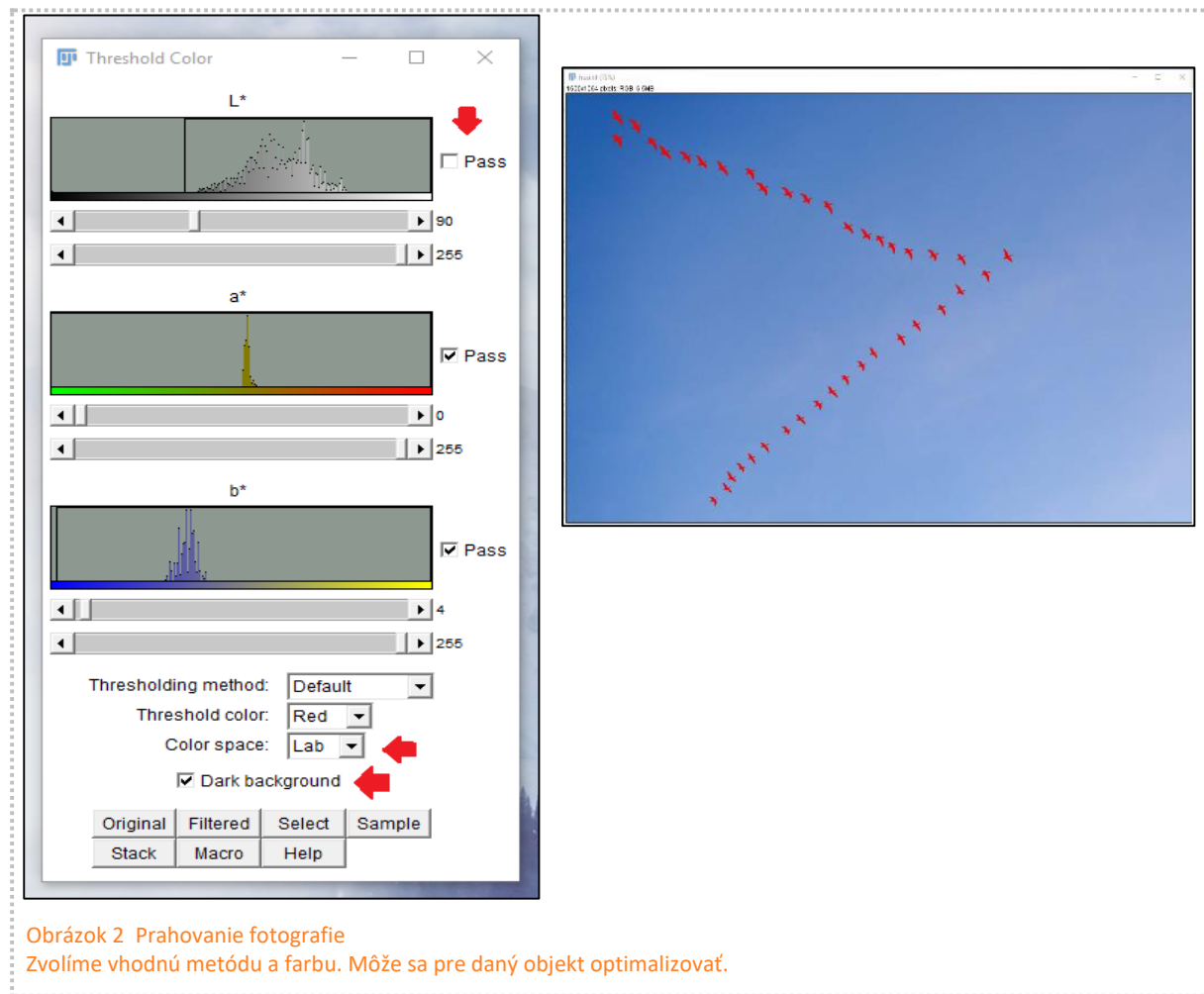
Obrázok 1 Prostredie Fiji
Otvorenie súboru fotografie husi

2) Naprahujeť fotografiu (Image - zvolte Adjust –zvolte Color Threshold). Zobrazí sa okno, nastavte:

- Volíme štandardnú metódu prahovania (Default).
- Farbu na označenie objektov necháme červenú (Red).
- Color space prestavte na **Lab**, trochu počkajte.
- Zakliknite **Dark background**

- Celkom hore potom kliknite **Pass L**

Rozpoznané objekty sa zmenia na fotografii na červené (obr. 2).

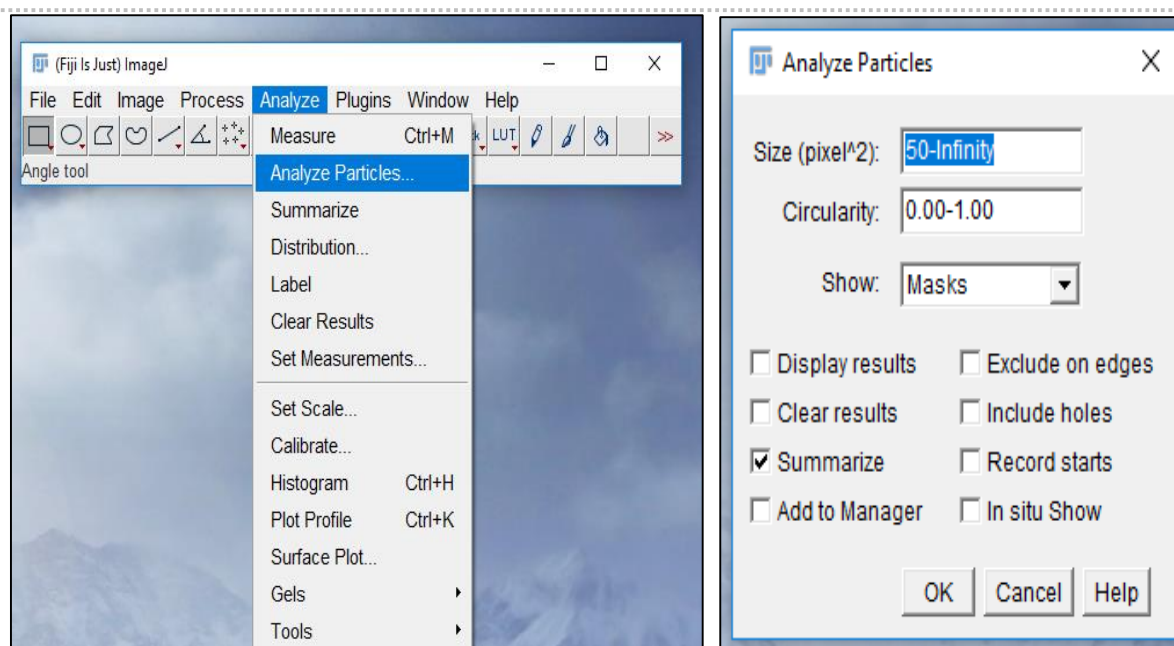


- 3) Zvoľte analýzu (Analyze) a vyberte z ponuky analýzu častíc (Analyze particles). V zobrazenom okienku nastavte (obr. 3):

Veľkosť: 50 – infinity (pôvodný interval 0 – nekonečno) prepísaním nuly. Ide o veľkosť plochy v štvorcových pixeloch, ktorá približne zodpovedá najmenším objektom, ktoré chceme ešte započítať. Napríklad ak by sa priplietlo do záberu letiacich husí menší vták, nechceme ho započítať do krdla husí. Rogalo v zábere je málo pravdepodobné, no ak sa predsa vyskytne väčší rušivý objekt v zábere, dá sa zadať aj horná hranica prepisom nekonečna (infinity) maximálnou plochou, ktorú ešte chcete započítať.

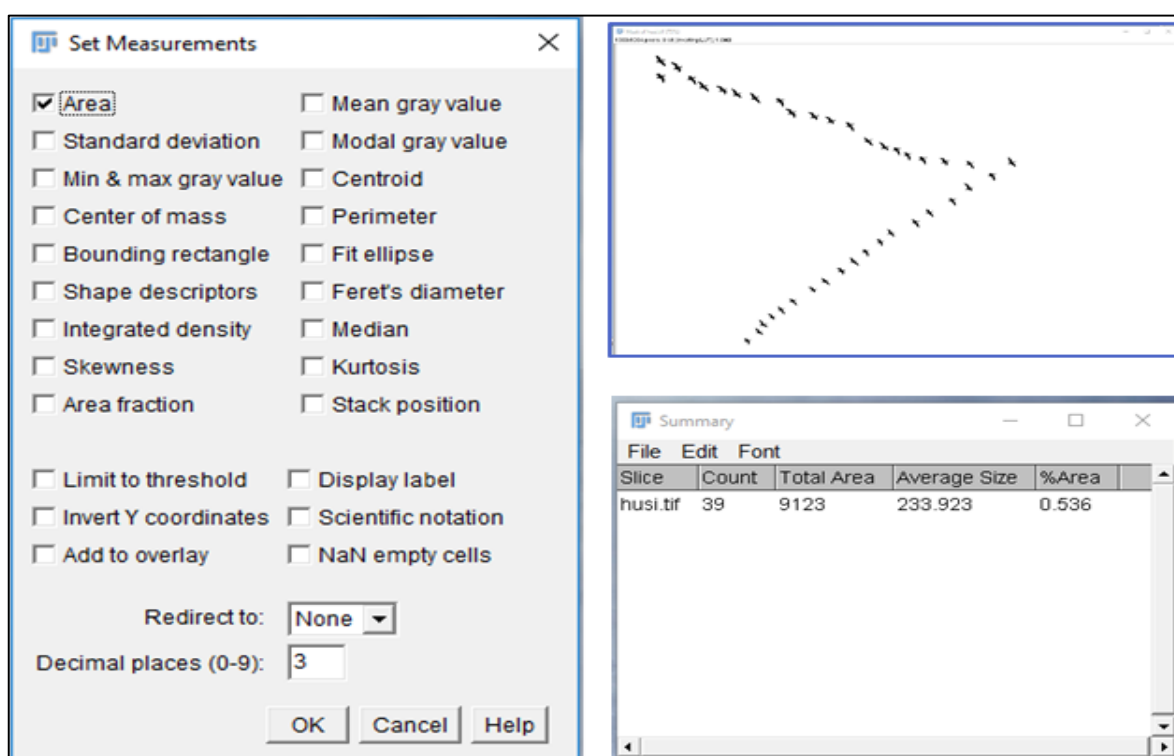
- **Circularitu** (kruhovitost') – nepotrebujeme vymedziť, nejedná sa o okrúhle objekty.
- Zvoľte **Show Masks** (ukáž masky objektov).
- Zakliknite **Summarize** (zozusmarizuj).

V analýze (Analyze) pri voľbe nastavení (Set Measurement) je zakliknuté iba meranie plochy (Area).



Obrázok 3 Nastavenie tvaru a veľkosti meraných objektov
Interval od 0 po nekonečno prispôsobíme veľkosti meraných objektov, cirkularitu podľa ich tvaru.

Ukážu sa čierne siluety spočítaných objektov a okno s ich počtom (Count), sumárnou veľkosťou plochy v pixeloch (Total Area), priemernou veľkosťou (Average Size) a percento (%Area), ktoré letiace vtáky zaberajú z výrezu oblohy na fotografii (obr.4).



Obrázok 4 Zistenie počtu objektov analýzou častíc.
Vo výsledku vidíme počet vtákov, plochu, ktorú na fotografii zaberajú a priemernú veľkosť v pixeloch.

Prácu žiakov priebežne kontrolujte.

Tretia úloha má podnietiť žiakov, aby uvažovali, pre aké iné biologické objekty by bolo efektívne týmto spôsobom zisťovať počet.

ÚLOHA 3 – NAVRHNITE

Navrhňte, na aké iné biologické objekty by sa dala metóda počítania pomocou Fiji použiť.

Brainstorming.

Opýtajte sa žiakov, čo by mohlo spôsobovať problém pri zisťovaní počtu objektov na obrázku.

Dajte žiakom čas, na premýšľanie a aby hovorili nahlas svoje nápady. Spoločne vyberte 2 - 3 návrhy, ktoré by mohli byť vhodné. Z nich si každý žiak zvolí jeden a na internete bude hľadať fotografiu, ktorá by mohla splniť podmienku, aby na nej boli objekty početné a zreteľné, zobrazené jednotlivo. Môže sa však stať, že sa objekty na fotografii budú navzájom prekrývať alebo ich program všetky nerozpozna kvôli tieňom alebo nerovnomernému pozadiu. Prediskutujte to.

OTÁZKY

- S akými ťažkosťami by ste sa mohli stretnúť pri analýze nájdených fotografií?
- Ako si poradíte, ak sa objekty vzájomne prekrývajú?

Dvojice sa môžu o možnom riešení poradiť. Žiaci diskutujú o obrázkoch, ktoré našli a ktoré považujú za vhodné na analýzu. Hodnotia ich kvalitu a predvídajú možné problémy pri rozpoznaní objektov.

VYSVETLENIE (CCA 20 MIN.)

Zámer: Prezentovať žiacke návrhy a konfrontovať ich s možnosťami programu Fiji.

Žiaci po vyzvaní predstavia problém, o ktorom si myslia, že našli aj jeho riešenie.

Výsledkom žiackej párovej diskusie môže byť návrh, aby sa na fotografii urobili v skicári úpravy tak, že prekrývajúce sa objekty oddelíme. Alebo objekty, ktoré sa prekrývajú, započítame dvakrát.

Ak je pozadie komplikované, je zložitejšie odfiltrovať od neho objekty, ktoré nás zaujímajú. Pre analýzu obrazu, keď sa ju iba učíme robiť, je preto vhodné voliť kvalitné fotografie s čo najkontrastnejším pozadím voči objektom, ktoré chceme analyzovať, bez prítomnosti iných rušivých prvkov.

ROZPRACOVANIE (CCA 30 MIN.)

Zámer: Meranie plochy objektov v aplikácii Fiji

Použite jednu z dvoch priložených fotografií „zebra“ alebo „ľubovník“ (príloha k metodike) podľa vlastného výberu. Žiaci si ju otvoria v aplikácii Fiji.

Ku každej z fotografií uvádzame didaktický postup, ako zistiť pomer veľkostí plôch. Sú to ekvivalentné alternatívy, realizujte so žiakmi len jeden z nich alebo nechajte žiakov, aby si zvolili sami, s ktorým obrázkom budú pracovať.

Postup pre prácu s obrázkom vzoru zebry

Keď budú žiaci pozorovať vzor zebry voľným okom, bude sa im zdať, že zebra je skôr biela, alebo skôr čierna. Iní budú tvrdiť, že nič z toho neplatí, obe farby sú zastúpené na fotografii rovnakým pomerom.

Pomer bielej a čiernej na fotografii zistíme presnejšie, ak odmeriame čiernu a bielu plochu. Stačí odmerať celkovú plochu čiernych pásov a vyjadriť, koľko percent tvorí na zábere. Všetky ostatné časti záberu tvoria biele pásy zebry.

ÚLOHA 4/A – DISKUTUJTE A APLIKUJTE

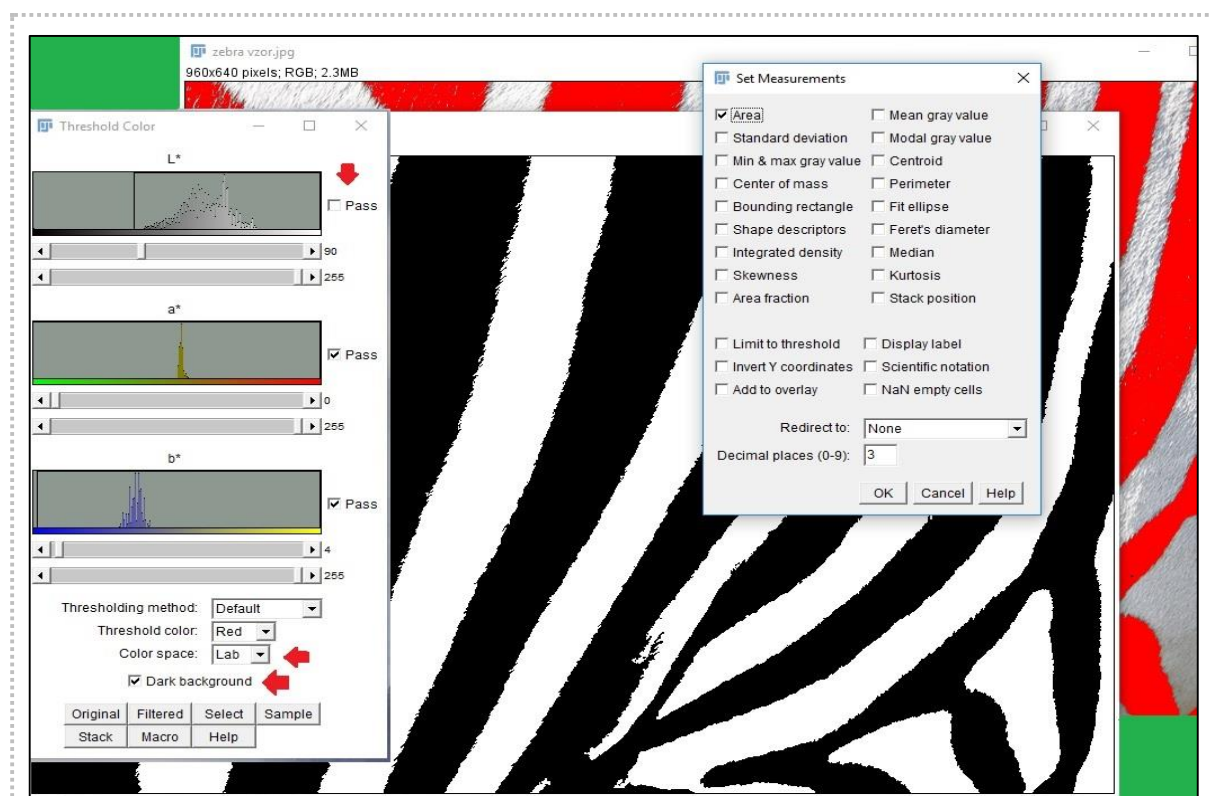
Ak vidíme látku s geometrickým vzorom, za farbu podkladu obvyčajne považujeme tú farbu, ktorá nad ostatnými prevláda.

Na fotografii je výrez vzoru sfarbenia zebry.

Je táto zebra v tomto zmysle čierna s bielymi pásikmi alebo naopak, biela s čiernymi pásikmi?

Rozhodnite to pomocou aplikácie Fiji.

Budeme merať čierne plochy vzoru zebry na výreze jej boku.



Obrázok 5 Postup merania plochy na obrázku zebry

Nastavíme prahovaním čo chceme započítať a v nastaveniach zaklikneme plochu.

Prahovanie a nastavenie merania je podobné ako pri úlohe 1. Plochu budú merať v pixeloch.

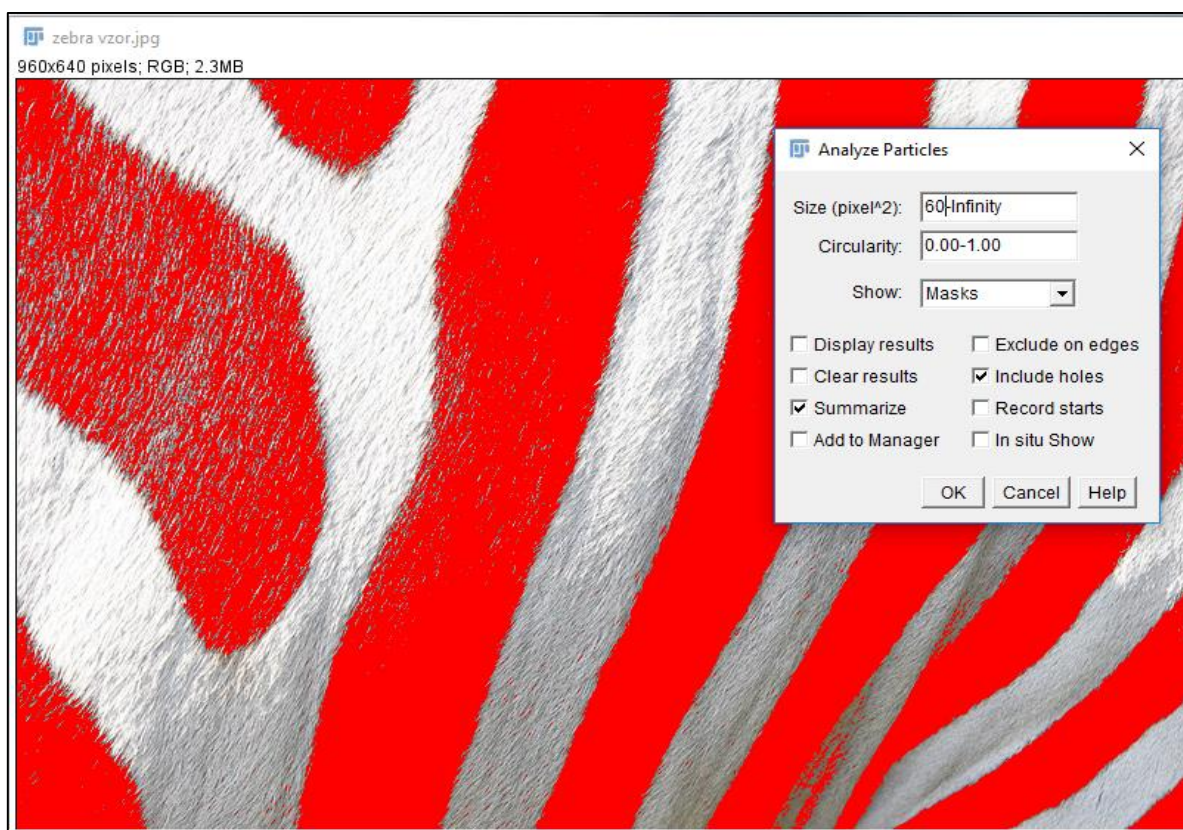
Žiaci už pojem pixel ako bod na obrazovke poznajú z informatiky. Budú postupovať najprv ako pri počítaní objektov (vtákov).

Postup:

- 1) Otvorte fotografiu „Zebra“.
- 2) Naprahujte obrázok (Adjust, Treshold Color).
- 3) Aby odlesky srsti zebry pôsobili čo najmenej rušivo, zakliknite v analýze (Analyze, Analyze Particles) že sa do plochy majú započítať aj “otvory”, t. j. ohraničené biele miesta na červeno označenej ploche.
- 4) V nastavení merania zakliknite aj plochu (area) (obr. 5).
- 5) Podľa veľkosti obrázka v pixeloch odhadnite minimálnu plochu na započítanie 60 štvorcových pixelov (obr. 6).

Poznámka

Počet započítaných objektov sa môže líšiť, záleží od nastavenie minimálnej plochy, ak zadáme malú hodnotu, započítajú sa aj drobné bodky, ale celkovú odmeranú plochu príliš neovplyvnia. Červenou označenú plochu možno upresniť posúvaním jazdca v časti a*. Sú aj iné spôsoby, ako ich eliminovať nepresnosti, ale žiakov tým nemusíme zťažovať.



Obrázok 6 Nastavenie merania plochy pre vzor zebry
Zaklikneme hraničné veľkosti a čo sa má zobraziť.

Výsledok v tabuľke Summary svedčí o prevahe čiernej farby, ktorá tvorí viac ako 50 % v skúmanej oblasti vzoru kože zebry.

Postup pre prácu s obrázkom listu ľubovníka

Žiaci môžu najprv pozorovať fotografiu listu ľubovníka a vysloviť odhady/predpoklady o pomere látok v tmavých a svetlých útvaroch v liste. Nech zdôvodňujú, na základe čoho k nim dospeli. Napríklad, že hypericínu bude viac, lebo čierne plochy a teda aj celkový objem tmavých uzlíkov v tvare gule bude väčší, než celkový objem bielych, ktorých je síce viac, ale sú menšie. Iní sa budú nazdávať, že opak je pravdou. V každom prípade, očakávame, že budú **uvažovať, že pre zodpovedanie otázky je dôležitý objem**. Ten je úmerný prierezu gule, preto ak chceme zistiť ktorý z celkových objemov je väčší, stačí porovnať násobok počtu a priemernej veľkosti tmavých a svetlých objektov.

Pri meraní plochy tmavých uzlíkov na liste postupujte najprv ako pri počítaní vtákov v úlohe 2 (obr. 7 a 8).

ÚLOHA 4/A – DISKUTUJTE A APLIKUJTE

Ľubovník bodkovaný je rozšírená liečivá rastlina. Názov má podľa tmavých a svetlých bodiek, ktoré sa nachádzajú na jej listoch. Tie tmavé vidno najmä na spodnej strane listu, rastlina v nich ukladá tmavofialový hypericín. Svetlé sú priehľadné, dobre ich vidno, keď list podržíme proti svetlu. Obsahujú prevažne číry hyperforín.

Oba typy „nádržíek“ v pletivách listu majú tvar gule.

Viete pomocou analýzy fotografie listu určiť, či je v liste viac hypericínu alebo naopak, prevláda hyperforín?

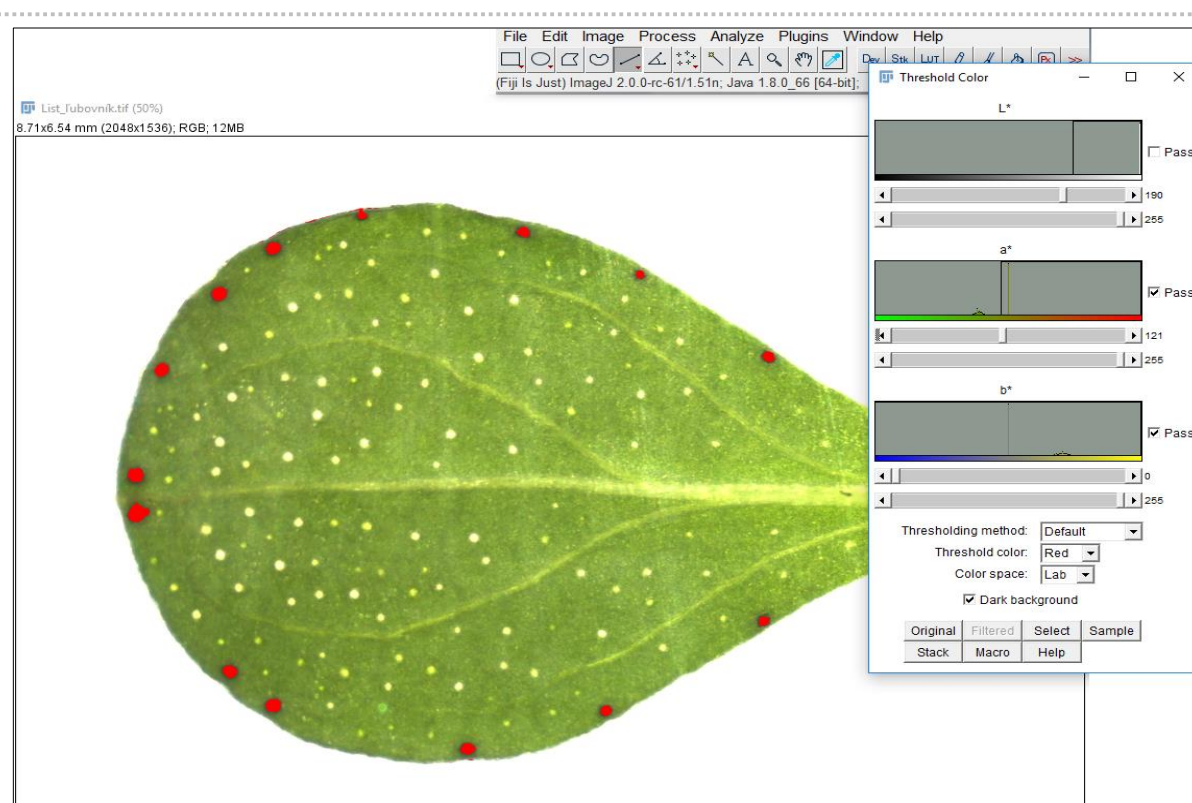
Rozhodnite to pomocou aplikácie Fiji.

Postup:

- 1) Otvorte fotografiu „List _ľubovník“ v programe Fiji. Naprahujte obrázok (Adjust, Threshold Color) a nastavte farebný priestor (Color Space) na Lab, ako predtým a odliknite L. Pozor, list je oproti pozadiu kontrastný, preto program najprv nastaví jeho celú plochu na červenú. Ale chcete merať len plochy tmavých bodiek, nastavte myškou jazdca v časti a* smerom do stredu, kým červené maskovanie nebude prekryvať čo najvernejšie práve iba tieto časti listu. Ide o okrúhle objekty.
- 2) Tieni na okraji listu sú niekde tiež tmavé a program ich označil tiež červenou. Mohli by rušiť.
- 3) Odfiltrujte ich nastavením cirkularity (okrúhlosti), stačí na 0,50-1,00.
- 4) Zaklikneme aj **Display results** – zobrazíť aj veľkosti jednotlivých plôch.

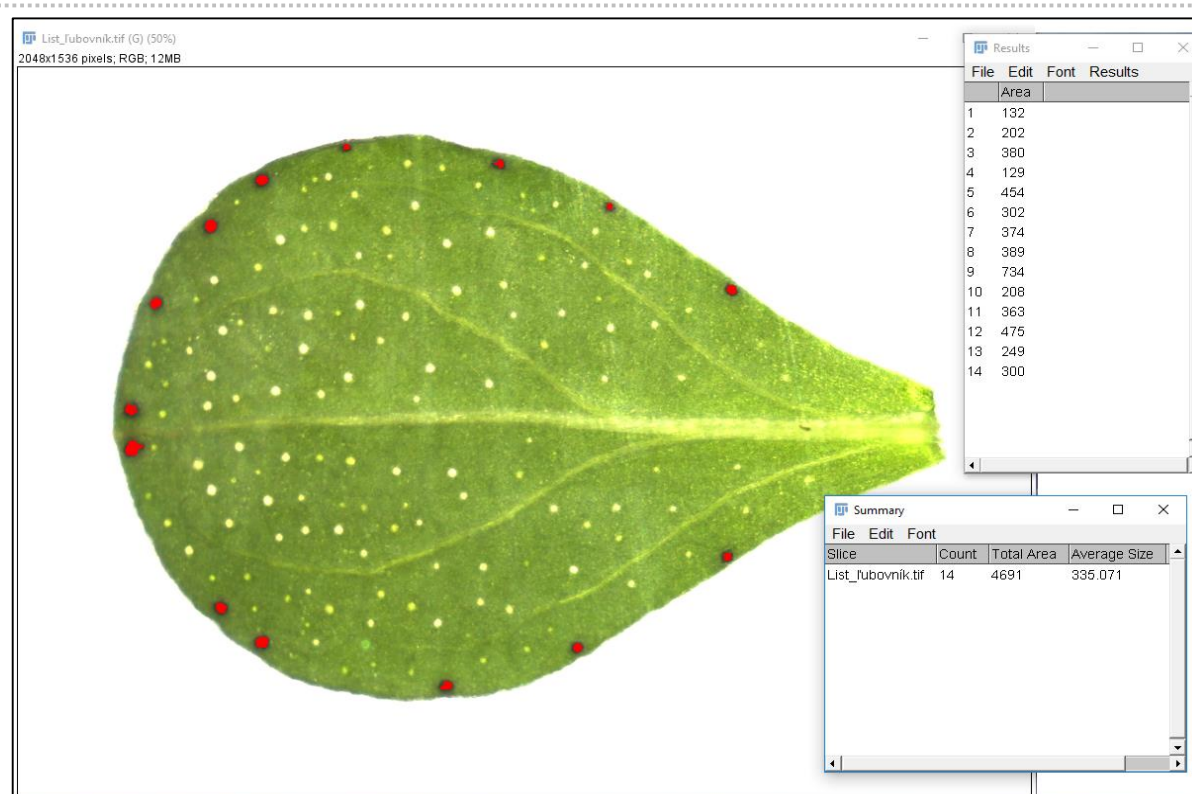
Veľkosti jednotlivých plôch sa objavia v samostatnom okne, niekedy ho treba nájsť na dolnej lište obrazovky.

V okne Summary zistíte výsledok celkovej odmeranej plochy čiernych uzlíkov na liste v štvorcových pixeloch. Keďže nemáme mierku, uspokojíme sa s týmto výsledkom, pre porovnanie s bielymi dutinami to bude stačiť.



Obrázok 7 Meranie častí listu ľubovníka

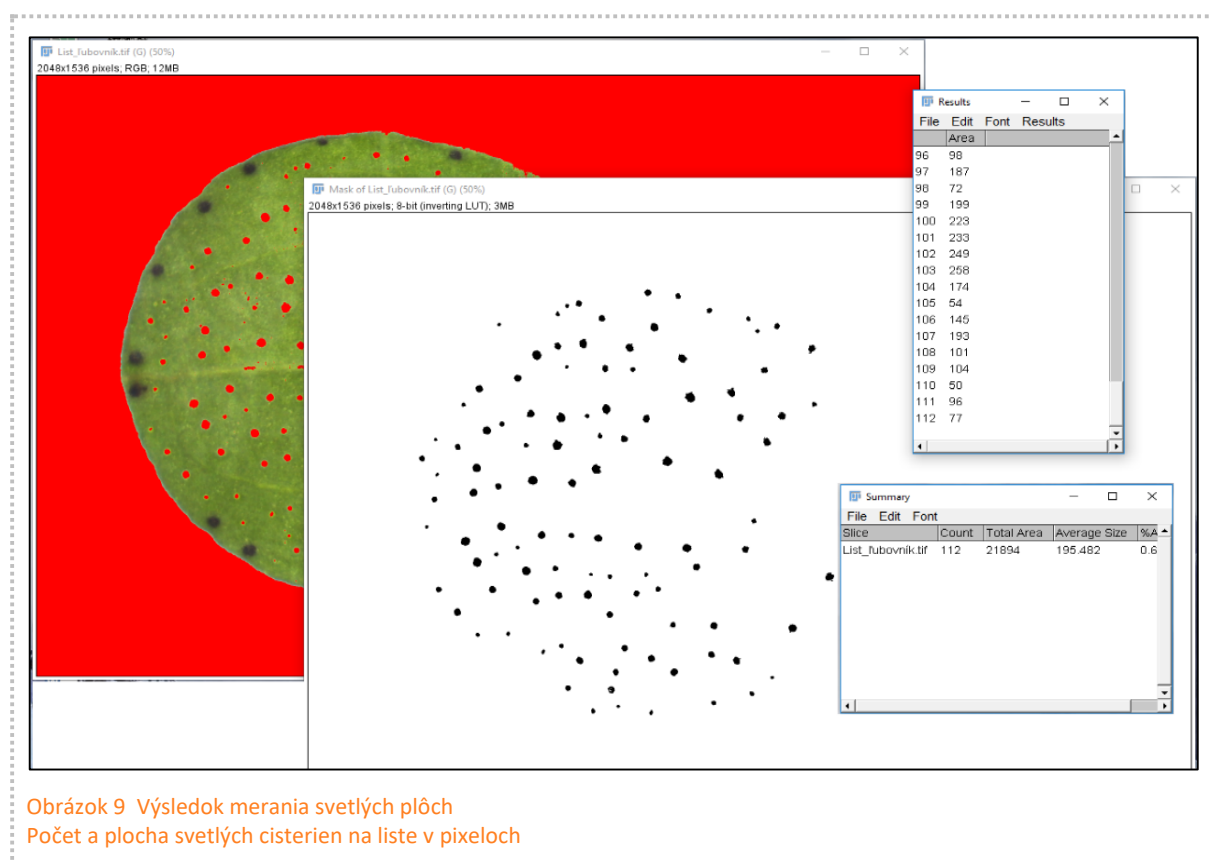
Príprava obrázku na meranie počtu a plochy tmavých objektov na obrázku listu ľubovníka



Obrázok 8 Výsledok meranie tmavých plôch

Počet a plocha tmavých uzlíkov na liste udaný v pixeloch

Pri počítaní bielych bodiek na fotografii postupujte rovnako, ale v okienku **Threshold color** odkliknite **Dark background**. Cirkularitu nastavte na 0,6-1 (obr. 9).



Z porovnania výsledkov oboch tabuliek „Summary“ vidíme, že svetlé nádržky zaberajú na liste rádovo väčšiu celkovú plochu v porovnaní s tmavými uzlíkmi, z čoho sa dá vydedukovať, že v liste je viac hyperforínu než hypericínu. Ak by sme to chceli zistiť presnejšie, dá sa vypočítať ich celkový objem. Nádržky majú tvar veľmi blízky tvaru gule. Plochy zodpovedajú jej prierezu a dá sa vypočítať objem. Na internete existujú kalkulatory, ktoré to dokážu, napríklad

<http://www.rkm.com.au/CALCULATORS/CALCULATOR-circle-sphere.html> (Russell Kightley Media, 2020)

Poznámka:

Žiaci môžu experimentovať s nastaveniami, aby intuitívne objavili ako fungujú. Posúvaním hodnôt optimalizujeme vyznačenú plochu, ktorá sa má odmerať. Meranie uskutočňujeme v pixeloch. Prevod na jednotky SI a mierka na fotografii je predmetom podkapitoly 2.2, ale ak je čas, venujte tomu pár minút na konci vyučovacej jednotky.

Doteraz žiaci merali objekty v pixeloch. Pre porovnávanie dvoch rozmerov, ktoré odmeriame na tej istej fotografii, nezáleží, v akých jednotkách vyjadríme výsledok.

Vedte so žiakmi rozhovor o význame mierky.

Dve fotografie môžu byť urobené fotoaparátom s rôznym rozlíšením alebo z mikroskopu pri rôznom zväčšení. Mierka na fotografii slúži na to, aby sme mohli objekty na takto odlišných záznamoch porovnať.

HODNOTENIE (CCA 10 MIN.)

Záver: Zhotovenie vlastnej fotografie s mierkou, na ktorej sa dajú posty počítania a merania objektov aplikovať. Na základe kvality fotografie a výsledku predloženého žiakom spoločne hodnotiť úroveň zručností.

Dve fotografie môžu byť urobené fotoaparátom s rôznym rozlíšením alebo z mikroskopu pri rôznom zväčšení. Mierka na fotografii slúži na to, aby sme mohli objekty na takto odlišných záznamoch porovnať. Fotografie môžu žiaci zhotovovať aj mobilom, tabletom, digitálnym mikroskopom, podľa podmienok.

Poskytnite žiakom objekty na fotografovanie a zadajte úlohu 5.

ÚLOHA 5 – APLIKUJTE A VYHODNOŤTE

Zhotovte fotografiu ľubovoľných biologických objektov s mierkou, na ktorých sa dá metóda počítania a merania pomocou programu Fiji použiť.

Aplikujte funkcie merania vo Fiji na vlastnej fotografii.

Výstup veľkosti objektov nastavte v jednotkách mierky. Použite pritom nástroj Analyze, Set Scale (musí byť pritom váš obrázok vo Fiji otvorený). Výsledok prezentujte v podobe PrtSc.

Námety:

- Žiaci môžu fotografovať napríklad semená hrachu (voľne alebo uložené v struku) a zisťovať, koľko semien sa zmestí v jednej vrstve na Petriho misku určitej veľkosti. Zisťovať koľko semien obsahuje v priemere jeden z desiatich otvorených strukov na fotografii.
- Akú plochu tvoria svetlé škvrny na panašovanom liste okrasnej rastliny alebo koľko percent listovej plochy skonzumovala húsenica.
- Odmerať si na fotografii presný priemer a plochu materského znamienka (ak je na prístupnom mieste).
- Veľkosť zrenice, ak pozerajú smerom k oknu a smerom od okna.
- Vzdialenosť, ktorú preliezol slimák na baliacom papieri za jednu minútu a pod.

Poznámka

Lepšie je nenechať túto úlohu na doma. Nachystajte rôzne objekty, žiaci môžu fotografovať pomocou smartfónu, prípadne nech už vopred fotografiu doma pripravia. Vhodnú mierku na fotografii si vytvorí pomocou pravítka alebo milimetrového papiera.

Práca s mierkou

Z menu Fiji zvolíme úsečku a vyznačíme na mierke, ktorá je súčasťou obrázku, dĺžkovú jednotku, ktorú chceme používať. Pomocou funkcie **Analyze/Measure** zistíme, koľko pixelov tejto jednotke zodpovedá. V nástroji **Analyze/Set Scale** zadáme zistený počet pixelov a prepíšeme pixely na skratku nami použitej dĺžkovej jednotky. Ak zaklikneme **Global Setting**, program si mierku zapamätá aj pre ďalšie otvárané fotografie.

Žiaci s vami zdieľajú kópiu obrazovky (prt sc) s výsledkom meraní uloženú ako obrázok vo formáte .jpg a fotografiu s mierkou. Premietnite ich a poskytnite im priestor na porovnávanie nimi pripravených podkladov. Zhrňte zistenia a poskytnite žiakom spätnú väzbu o kvalite ich fotografií a použití mierky na nich.

Alternatívou je diskusia v dvojiciach alebo skupinách, kde si žiaci navzájom poradia, ako by sa dal výsledok zlepšiť a spresniť, napríklad zmenou parametrov pri zhotovení podkladovej fotografie.

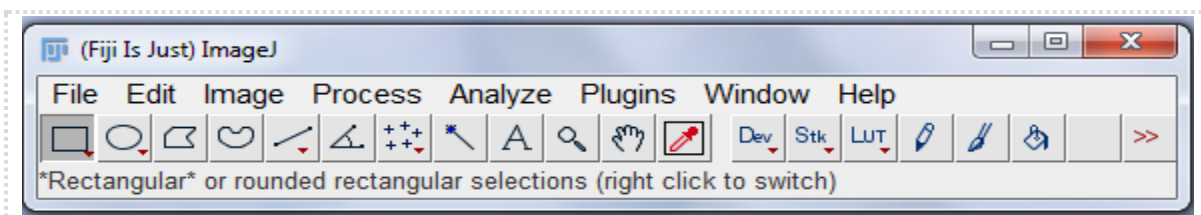
1.1.2 Dopĺňujúce informácie

Fiji (ImageJ)

ImageJ je analytický program na spracovanie viacrozmerných obrazových dát so zreteľom na vedecké zobrazovanie. Fiji ([Schindelin, 2012](#)) je program aplikácia založená na verzii ImageJ 2 s niekoľkými vylepšeniami a prídavkami, ktoré sú užitočné pre analýzu obrazu v prírodných vedách. Program je voľne k dispozícii a môžete si ho stiahnuť na adrese <https://imagej.net/Fiji>

Mnohé z pokročilých metód na spracovanie obrazu nie sú súčasťou jadra aplikácie, ale sú dostupné vďaka neustálym aktualizáciám. Pre školské účely ich však nebudeme potrebovať. ImageJ poskytuje aplikáciu používateľského rozhrania s funkciami na vloženie, zobrazenie a uloženie obrázkov, techniky spracovania, sledovania, segmentácie, vizualizácie obrazu, rozšírený mechanizmus vrátane podpory makier a skriptov.

Má veľmi jednoduchú lištu ovládania (obr. 10)



Obrázok 10 Lišta programu Fiji
Nástroje a možnosti výberu

V aplikácii ImageJ sa dá merať plocha definovaných výberov, merať vzdialenosti a uhly, počítať objekty v naprahanom obrázku. Podporuje štandardné funkcie spracovania obrazu ako úprava kontrastu, zaostrenie, vyhladzovanie, detekcia okrajov. Dokáže tiež robiť geometrické transformácie ako je zmena mierky, rotácie a prevrátenia. V programe môže byť otvorených naraz niekoľko okien (obrázkov). Doplnky napísané reálnymi používateľmi umožňujú vyriešiť takmer každý problém spojený so spracovaním a analýzou obrazu. Aplikácia Fiji má intuitívne ovládanie, je odporúčaný tvorcami ako preferovaná verzia ImageJ ([Schindelin, 2012](#)).

Bitmapová (rastrová) grafika

Bitmapa je reprezentácia rastrového obrazu v pamäti počítača vo forme poľa bodov (pixelov). Ide o dvojrozmernú sústavu obrazových bodov, pričom každý bod má svoju súradnicu x a y . Celý obraz je definovaný obrazovými bodmi v štvorci. Jednotlivý pixel p zaujíma polohu na osi x a na osi y , ale má taktiež konkrétnu farebnú hodnotu.

Obrazový prvok alebo **pixel** (skratka z angl. *picture element* – obrazový prvok alebo obrazový bod; po anglicky aj *pel/PEL*) skratka **px.**, je základná jednotka digitálnej rastrovej (bitmapovej) grafiky (fyzický

bod, najmenší adresovateľný prvok). Predstavuje jeden svietiaci bod na monitore, resp. jeden bod digitálneho alebo vytlačeného obrázku. Veľkosť pixela závisí na type monitora. LCD obrazovky majú počet fyzických pixelov (tzv. natívne rozlíšenie) spravidla pevne viazané na používané rozlíšenie (napríklad 1024×768) a zobrazenia jediného rozlíšenia pri takom monitore vedie k určitej deformácii obrazu, pretože „počítačové pixely“ sú prepočítavané nerovnomerne prerozdeľovane na väčší počet „fyzických pixelov“. V bežných režimoch má obrazovka rozlíšenie od zhruba 640×480 po 1600×1200, niekedy i viac. Pri 15 palcovom monitore pri rozlíšení 1024×768 predstavuje veľkosť jedného pixela sotva 0,3 mm. Maximálne možné rozlíšenie monitoru sa uvádza v jednotkách „pixel na palec“ (skratka ppi z anglického pixel per inch). Pri meraní dĺžky a plochy objektov na digitálnej fotografii majú pixely význam pre prevod mierky, ktorá je súčasťou fotografie a je udaná napr. v mm, na rozlíšenie konkrétneho monitoru, ktoré je reprezentované veľkosťou pixelov. Zisťujeme koľko pixelov pripadá na jednotku mierky na fotografii ([Greenberg, 2007](#)).

1.2 AKO VIEME KOĽKO JE V KRVÍ KRVINIEK?

<i>Tematický celok / Téma</i>	<i>ISCED</i>
Zobrazovacie metódy/ Počet a veľkosť objektov II. Nadväznosť: ŠVP Človek a príroda, Biológia Krv, krvné elementy	ISCED3/GY a SOŠ lesnícke, zdravotné a poľnohospodárske odbory Informatika v prírodných vedách a matematike 2 vyučovacie hodiny
<i>Ciele</i>	
<i>Žiakom osvojované vedomosti a zručnosti</i>	<i>Žiakom rozvíjané spôsobilosti</i>
<ul style="list-style-type: none"> počítať krvné elementy nájsť referenčné hodnoty krvného obrazu vysvetliť princíp počítania buniek v Bürkerovej komôrke zistiť počet a veľkosť buniek pomocou aplikácie 	<ul style="list-style-type: none"> navrhnuť model pre zistenie počtu malých častíc vo veľkom objeme pracovať s aplikáciou pre analýzu digitálnej fotografie
<i>Požiadavky na vstupné vedomosti a zručnosti</i>	
<ul style="list-style-type: none"> vysvetliť zloženie krvi vymenovať krvné elementy vysvetliť pojem krvný obraz definovať pixel orientovať sa v základných pracovných úkonoch v digitálnom prostredí (vybrať, kopírovať, vkladať objekty) 	
<i>Riešený didaktický problém</i>	
<p>Spojenie bádania s aplikáciou analýzy častíc na digitálnej fotografii biologického objektu. Žiaci majú prísť na spôsob ako sa dajú počítať krvinky na jednotke plochy a následne navrhnuť model, na ktorom vedú demonštrovať ako spočítať počet častíc v určitom objeme.</p> <p>Na fotografii krvného rozteru majú zisťujú počet krviniek podľa návodu, ktorý je analogický počítaniu buniek v Bürkerovej komôrke.</p>	
<i>Dominantné vyučovacie metódy a formy</i>	<i>Príprava učiteľa a pomôcky</i>
<ul style="list-style-type: none"> Práca s aplikáciou. Riadené bádanie. Brainstorming s diskusiou. 	<ul style="list-style-type: none"> Počítač, softvér Fiji (ImageJ) Súbory pre aktivitu Pollitrová nádoba plná cukríkov alebo šošovice 0,01 l nádoba/odmerka
<i>Diagnostika splnenia vzdelávacích cieľov</i>	
<p>Výsledky výpočtov</p> <p>Dokumentácia návrhu modelu na počítanie malých častíc vo veľkom objeme</p> <p>Uložené žiacke súbory obrázkov s maskami erytrocytov a tabuľka Summary z Fiji</p>	

Autor: Katarína Kimáková

Počítanie a meranie objektov na fotografii aj témou 1.1 “Koľko vtákov letí v krdli”. Dajú realizovať ako alternatívy. Absolvovaním oboch si žiaci upevnia základné zručnosti pre analýzu digitálneho obrazu.

1.2.1 Počet a veľkosť objektov II.

Priebeh výučby

ZAPOJENIE (CCA 5 MIN.)

Zámer: Evokácia poznatkov o zložení krvi.

Premietnite žiakom fotografiu krvného náteru. Prehliadanie krvného náteru poskytne informácie o pomernom zastúpení červených krviniek, bielych krviniek a krvných doštičiek v krvi. Postupujte formou riadeného rozhovoru.

OTÁZKY

Ako rozpoznáte červené krvinky, biele krvinky a krvné doštičky v tomto normálnom, zdravom krvnom nátere?

Ktorých krvných elementov je v krvi najviac? Prečo je to tak?

Akú funkciu plnia biele krvinky?

Nájdite na veľkom obrázku krvnú doštičku. Je menšia, než krvinky. Prečo je dôležitá?

Navoďte diskusiu. Opýtajte sa žiakov, prečo lekár zisťuje krvný obraz pacienta. Aké informácie sa dajú z krvného obrazu získať.

Na internete môžu žiaci nájsť optimálne hodnoty počtu krviniek v krvi zdravých ľudí. Vyšší alebo nižší počet môže signalizovať ochorenie.

Počet erytrocytov	
<i>muži:</i>	4,5 – 5,3 x 10 ¹² /l
<i>ženy:</i>	3,8 – 4,8 x 10 ¹² /l
Počet leukocytov	4 – 10 x 10 ⁹ /l
Počet trombocytov	150 – 350 x 10 ⁹ /l

Tabuľka 1 Počet krviniek zdravých ľudí

SKÚMANIE

Zámer: Aby žiaci zodpovedali otázku, ako sa dá zistiť počet krviniek v litri krvi, majú navrhnúť model pre počítanie malých častíc vo veľkom objeme.

Premýšľanie a model je základ pre pochopenie princípu počítania buniek v Bürkerovej komôrke a významu analýzy častíc na fotografiách pri charakterizácii biologických objektov.

VÝSKUMNÁ OTÁZKA

Ako sa dá zistiť počet krviniek v jednom litri krvi?

Požiadajte dvojice žiakov aby navrhli spôsob, ako by sa dal spočítať počet častíc (napr. zrn šošovice) v pollitrovej nádobe. Nech na tomto modeli vysvetlia svoje úvahy aj o možnosti ako spočítať krvinky.

ÚLOHA 1 – NAVRHNITE

Navrhnite model na určenie počtu malých častíc vo veľkom objeme.

Žiaci môžu vymyslieť model, keď krvinky nahradia guľôčkami, šošovicou alebo cukríkmi, ktorými naplnia veľkú nádobu. Aby nemuseli spočítať všetky, stačí spočítať častice v nádobe, ktorá má napríklad iba 10 alebo 5 ml a násobiť na celý objem. Pýtajte sa žiakov, ako by sa dala zvýšiť presnosť zistenia počtu malých častíc vo veľkom objeme (tak, že spočítame v malom objeme viackrát a zistíme priemernú hodnotu, niekto možno navrhne váženie...). Jednou z možností je, že žiaci navrhnu rozložiť 10 ml šošovice do jeden vrstvy, odfotografovať, preložiť mriežku cez fotografiu a spočítať zrná v niekoľkých oknách mriežky, vypočítať priemer a vynásobiť ho celkovým počtom okienok. Hodnotu vedia prepočítať na jeden liter alebo ľubovoľný iný objem.

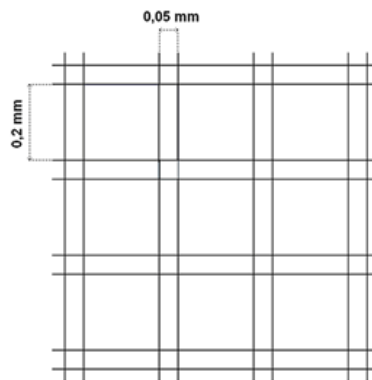
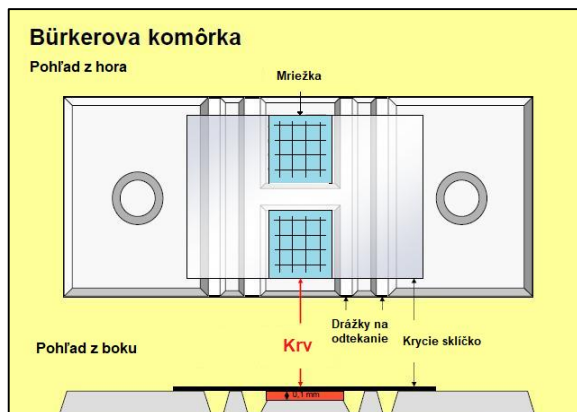
Opýtajte sa dvojíc žiakov na ich návrhy. Vyberte jednu alebo dve dvojice, aby svoj model pomocou prichystaných pomôcok demonštrovali triede.

VYSVETLENIE (CCA 20 MIN.)

Zámer: Zoznámiť sa s princípom počítania buniek v Bürkerovej komôrke.

Ako sa to robí v praxi

Na počítanie červených alebo bielych krviniek sa používa **Bürkerova komôrka** (obr. 11). Je to špeciálne podložné sklíčko, ktoré má vymedzenú, presne o 0,1 mm prehĺbenú časť rozdelenú mriežkou na štvorce a obdĺžniky. Keďže poznáme rozmery mriežky, vieme aký objem vzorky sa nachádza nad jednotlivými políčkami – veľkým, stredným a najmenším štvorcem a obdĺžnikmi v naplnenej komôrke (obr. 12.). Častice, v našom prípade krvinky, sa počítajú pod mikroskopom na zvolenej ploche – v niektorom štvorci alebo v obdĺžniku. Záleží na ich veľkosti a početnosti. Biele krvinky sa počítajú vo veľkých štvorcoch skladajúcich sa z niekoľkých políčok. Červené malom štvorci alebo v obdĺžniku. Vypočíta sa priemer spravidla z niekoľko desiatok políčok a tento údaj sa prepočíta na počet krviniek v jednom litri krvi. Cvične sa uspokojíme s priemerom z desiatich obdĺžnikov.



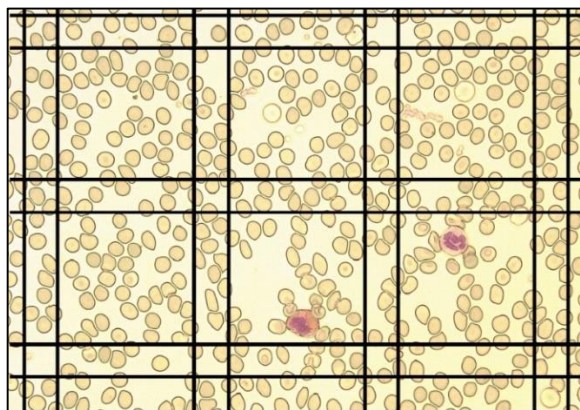
Obrázok 11 Bürkerova komôrka a Bürkerova mriežka
Komôrka a mriežka majú štandardizované rozmery

Zadajte žiakom úlohu 2.

ÚLOHA 2 - ZISTITE

V pracovnom liste máte fotografiu krvi v Bürkerovej komôrke. Vypočítajte priemerný počet krviniek z 10 obdĺžnikov. Bunky, ktoré rám presahujú, nezapočítavajte.

Zistite počet červených krviniek pacienta na 1 liter krvi.



Obrázok 12 Krvinky v Bürkerovej komôrke
Krvinky sa počítajú v štvorci alebo v obdĺžniku

Objem nad obdĺžnikom Bürkerovej komôrky je $0,001 \text{ mm}^3$, v jednom litri sa tento objem nachádza 10^{12} - krát

Poznámka

Pre rutinné počítanie v laboratóriách sa krv zvykne riediť, aby sa krvinky neprekrývali a čo najmenej sa ich nachádzalo po stranách mriežky. Riedenie sa pri prepočte na liter musí potom brať do úvahy. Aby bol výpočet presný, nepočítajú sa krvinky presahujúce mriežku vpravo a dole ale počítajú sa tie, ktoré presahujú do susedného políčka vľavo a hore. Aby bol prepočet na liter pre žiakov jednoduchý, v úlohe 1 je krv neriedená a počítajú krvinky v obdĺžnikoch s jednotkovým objemom a nezapočítavajú žiadne bunky, cez ktoré prechádza mriežka.

ROZPRACOVANIE (CCA 35 MIN.)

Zámer: Získať údaje z digitálnej fotografie pomocou softvéru na analýzu obrazu.

Začnite diskusiou, ako by mohli digitálne technológie pomôcť laborantom urýchliť alebo zautomatizovať proces počítania buniek.

Diskusia by mohla smerovať k tomu, že by mohol existovať počítačový program, ktorý by vedel rozpoznať krvinky a určiť ich počet. Takéto programy skutočne existujú.

Z fotografie krvi v komôrke bez mriežky (obr. 13) za predpokladu, že vrstva krvi tvorí 0,1 mm, môžeme získať údaj o počte krviniek v litri krvi bez toho, aby sme ich mechanicky počítali. Ak vymedzíme plochu, ktorá zodpovedá 10-násobku obdĺžnika *Bürkerovej komôrky*, vieme spočítať celé bunky v tomto štvorci pomocou pár kliknutí. Ak výsledok vydělíme desiatimi a násobíme $\times 10^{12}$ dostaneme počet červených krviniek v jednom litri krvi pacienta.

K procesom spracovania a analýzy obrazu patrí okrem iného aj spočítavanie mikroskopických objektov, meranie ich veľkosti a plochy. V programe Fiji (ImageJ) sa dajú tieto úkony robiť veľmi jednoduchým spôsobom.

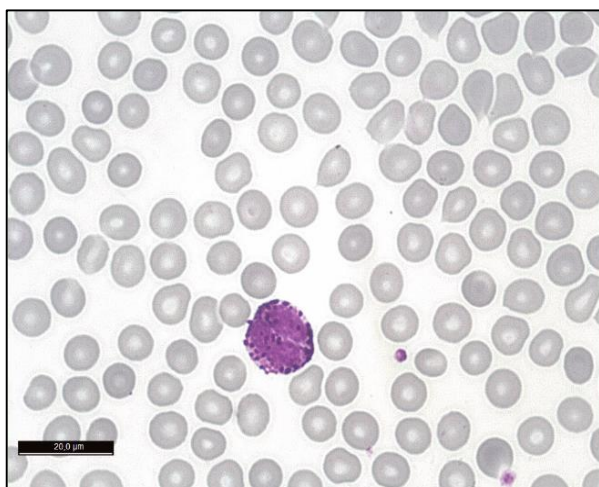
Program treba pred výučbou témy na počítače nainštalovať. Je voľne prístupný na adrese <https://imagej.net/Fiji/Downloads>. Viac o ňom nájdete v Doplňujúcich informáciách pre učiteľa v podkapitole 2.1.2

Zadajte žiakom úlohu 3

ÚLOHA 3 – ANALYZUJTE

Je tento pacient zdravý?

Zistite počet jeho červených krviniek v 1 l krvi pomocou programu Fiji. Krv na fotografii je zahustená 10 násobne. Počítajte s hrúbkou vrstvy 0,1 mm ako v *Bürkerovej komôrke*.



Obrázok 13 Fotografia krviniek s mierkou
Farbený preparát krvného rozteru (foto E. Paulíková)

Žiaci majú určiť počet červených krviniek vo vymedzenom štvorci na fotografii, ktorý zodpovedá ploche obdĺžnika *Bürkerovej komôrky* (obr. 13).

Krv je desaťnásobne zahustená pomocou centrifúgy. Preto nemusíme počítat priemer z desiatich meraní stačí krvinky spočítať v tomto štvorci. Výsledný počet krviniek dostanú násobením 10^{11} –krát (priemer 10 políčok *Bürkerovej komôrky* sme násobili 10^{12} –krát).

Poskytnite žiakom súbor fotografie krvi a postup so vzorovým obrázkom.

Vo Fiji si otvorte fotografiu a odmerajte, koľkým pixelom zodpovedá $20\text{ }\mu\text{m}$ ($= 0,2\text{ mm}$). Pixely sa pri nastavovaní veľkosti výberu znázorňujú v dolnom riadku lišty Fiji (použite 5. tlačidlo „zľava“ („Straight“).

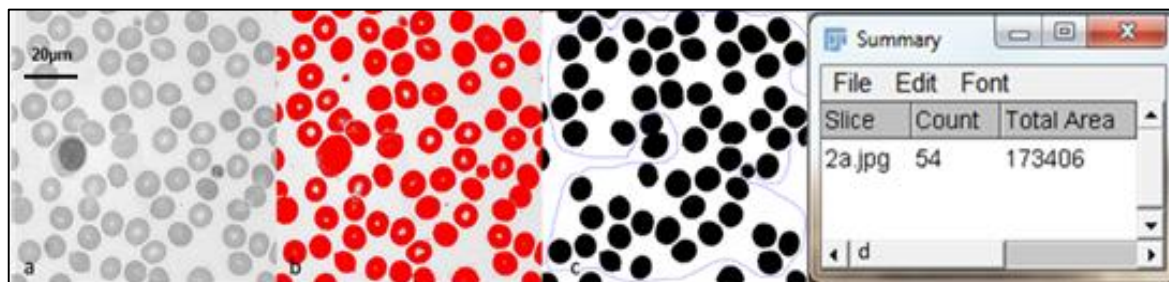
OTÁZKY

Koľkým pixelom zodpovedá $1\text{ }\mu\text{m}$?

Koľkým pixelom zodpovedá $0,1\text{ mm}$?

Vypočítajte počet erytrocytov v 1 litri krvi pomocou programu Fiji. Postupujte podľa nasledujúceho návodu:

- 1) Na fotografii **vymedzte** pomocou „rectangular selection“ (prvé tlačidlo – obdĺžnik) jednotkový štvoruholník s veľkosťou $0,01\text{ mm}^2$. (Aké pomery strán prichádzajú do úvahy? **Zvoľte si možnosť $0,125 \times 0,08$ čo zodpovedá veľkosti 1000×640 pixelov**).
- 2) **Skopírujte výber** (Edit – Copy).
- 3) **Vytvorte nový obrázok** (File – New – Image). Dajte obrázku názov, vyberte formát RGB, bielu farbu (white) a nastavte jeho rozmery v pixeloch, aby sa rovnali stranám vášho jednotkového obdĺžnika (1000×640).
- 4) **Vložte výber do nového obrázka** (Edit – Paste). Zatvorte pôvodný obrázok, aby nerušil.
- 5) **Fotografiu upravte prahovaním** (Image – Adjust – Color Threshold). Nechajte predvolenú metódu prahovania (default), farbu červenú (red), farebné prostredie HSB a svetlé pozadie (dark background nemá byť zaškrtnutý). Krvinky sú teraz červené.
- 6) **Posuvníkmi upravte saturáciu a jas** tak, aby ostali červenou vyznačené iba červené krvinky a biele mali pôvodnú farbu ako na zdrojovej fotografii. Pomôže, ak sa budete snažiť ohraničiť histogramy, pritom sledujte, čo sa deje s obrázkom.
- 7) **Analyzujte častice** (Analyze – Analyze particles). Nastavte veľkosť plochy častíc na 50 – nekonečno (infinity) pixelov, cirkularitu 0,50-1,00, ukáž masky (show masks) a zaškrtnite možnosti Display results, Summarize, Include holes, In situ shows. Získate tabuľku s názvom **Summary** s nameranými hodnotami a obrázok s čierno sfarbenými maskami objektov.
- 8) **Manuálne ohraničte** (nástrojom Freehand selections, štvrté tlačidlo) časť obrázku, na ktorej sú iba celé červené krvinky. Vynechajte odseknuté krvinky na okraji alebo ak sa do výberu dostal leukocyt a sa vám ho nepodarilo v kroku 6. odfiltrovať.
- 9) **Zopakujte analýzu častíc** (Analyze particles) získate nové údaje v tabuľke Summary, kde sú zahrnuté už len celé červené krvinky z vyznačenej oblasti. Ďalší údaj v tabuľke (Total area) znamená celkovú plochu, ktorú započítané krvinky na fotografii zaberajú. Aplikácia Fiji ich odmeral aj jednotlivo. Dokáže robiť veľa iných meraní a výpočtov.
- 10) **Uložte výsledok** — obrázok masiek a tabuľku Summary (File – Save).



Obrázok 14 Postup počítania krviniek na fotografii

Fotografia a/ pred úpravou b/ po naprahovaní, c/ vyznačený priestor merania, d/ tabuľka s počtom krviniek a veľkosťou celkovej plochy krviniek v pixeloch Fotografia krvi s mierkou

Na vzorovom obrázku je 54 červených krviniek (obr. 14). Vzhľadom nato, že náš obrázok má 10-násobne väčšiu plochu, než obdĺžnik *Bürkerovej* komôrky, výsledok delíme desiatimi, aby sme ho vyjadrili vo forme $5,4 \times 10^{12} / 1l$. Mierka fotografie: $20 \mu m = 0,02 mm = 160 pix$. Porovnajte prepočty v tab. 2.

Bürkerova komôrka

Plocha obdĺžnika: $0,2 mm \times 0,05 mm = 0,01 mm^2$

Vrstva krvi: $0,1 mm$

Objem nad obdĺžnikom: $0,001 mm^3$

Počet krviniek v $1l$ = priemer 10 obdĺžnikov $5,4 \times 10^{12}$

Štvorec hodnotený vo Fiji

Plocha: $1000 \times 640 pix = 0,125 \times 0,08 mm = 0,01 mm^2$

Vrstva krvi: $0,1 mm$

Objem $0,001 mm^3$ 10 x zahustenej krvi

Počet krviniek v $1l$ = počet v obdĺžniku 54×10^{11}

Tabuľka 2 Porovnanie dvoch spôsobov prepočtu krviniek na $1 l$ krvi

HODNOTENIE (CCA 20 MIN.)

Zámer: Sebareflexia pri porovnávaní výsledkov.

V diskusii o zdraví pacienta, ktorého krv žiaci testovali, majú na základe vzájomného porovnania svojich výsledkov zhodnotiť, či pri zisťovaní počtu krviniek postupovali správne, hovoriť o význame zníženého a zvýšeného počtu erytrocytov oproti normálnym hodnotám (anémia, polyglobúlia, transfúzia ako doping).

Žiaci môžu odmerať veľkosť krviniek a porovnať s hodnotami nájdenými na internete. V zaschnutom krvnom nátere má zdravý erytrocyt priemer 7,5 mm.

Súbory s výsledkom z úlohy 3 žiaci sprístupnia na hodnotenie spôsobom, aký určíte.

Ak úlohu 3 niektorí žiaci intuitívne samostatne zvládli, znamená to, že porozumeli základným funkciám programu a začínajú sa v ňom orientovať. Títo žiaci majú potenciál analytického myslenia a potrebného na zvládnutie práce s ľubovoľným odborným softvérom.

Poznámka

Úloha 4 je dobrovoľná. Ak žiaci úlohu 3 rýchlo zvládli, môžu precvičiť postup s cieľom určiť veľkosť peľových zrní. Fotografiu pomocou digitálneho mikroskopu si môžu zhotoviť aj sami. Na podložné sklíčko do kvapky vody so stopami saponátu (aby peľ neplával) treba jemne vytriasť peľ z kvetu a prikryť krycím sklíčkom. Cieľom je určiť priemernú veľkosť peľového zrnka v pixeloch pomocou programu Fiji.

Môžete týmto žiakom poskytnúť fotografiu peľových zŕn s mierkou (obr. 15), ktorá je v návode **Postup merania objektov pomocou programu Fiji** v podkapitole Materiál pre učiteľov a doma môžu riešiť úlohu odmerať priemer peľového zrna v mikrometroch (úloha 4).

ÚLOHA 4 - ANALYZUJTE

Zistite podľa fotografie priemer peľových zrní v pixeloch.

1.2.2 Doplnujúce informácie

Krvný doping

Krvný doping bol po prvý krát vyskúšaný už roku 1972. Ide o zakázanú formu podpory športovca. Jedná sa o intravenóznú procedúru, pri ktorej je športovcovi odobratá krv.

Princíp vychádza zo zistenia, že vytrvalostný výkon je vo veľkej miere závislý od množstva červených krviniek v krvi. Čím ich má organizmus viac, tým ľahšie a účinnejšie dochádza k výmene dýchacích plynov. Asi 6 týždňov pred avizovaným pretekom je športovcovi postupne odobratá krv — 1 až 4 odbery po 450 ml. Odobratá krv je okamžite odstredená a plazma sa vráti späť do organizmu. Oddelené červené krvinky sa však do organizmu späť nevracajú ale sú zmrazené. Športovec pokračuje v tréningu a deficit krviniek sa rýchlo vyrovná. Zamrazené zložky športovcovej krvi sú do tela vrátené len 1 až 7 dní pred vytrvalostným pretekom. Ich prijatím dôjde k rapídному zvýšeniu počtu červených krviniek a tým aj potenciálu pre dosiahnutie lepšieho výkonu. Pokiaľ sa všetko vykoná správne, zvýši sa počet červených krviniek až o 20%.

Nie je to však bez zdravotného rizika. Rapídny nárast červených krviniek v krvi môže zvýšiť viskozitu krvi, tým znížiť výkonnosť srdcového svalu a rýchlosť prúdenia krvi.

Zdroj: (Zeman, 2020)

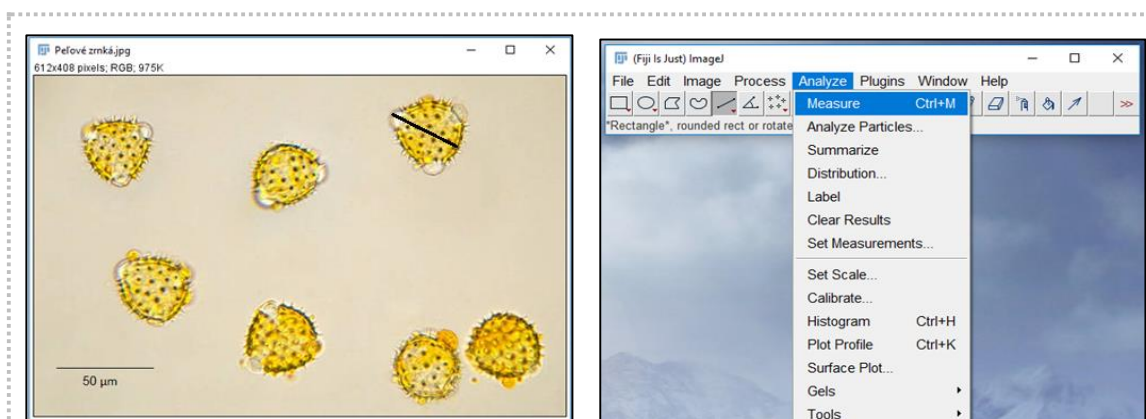
Postup merania objektov pomocou programu Fiji s využitím mierky

Najprv musíte mať na disku fotografiu, na ktorej chcete niečo merať. Otvorte fotografiu Peľové zrnká v aplikácii Fiji (obr. 15).

- 1) Zvoľte v menu Fiji úsečku a vyznačte na obrázku, čo chcete odmerať.
- 2) Zvoľte analýzu a meranie.

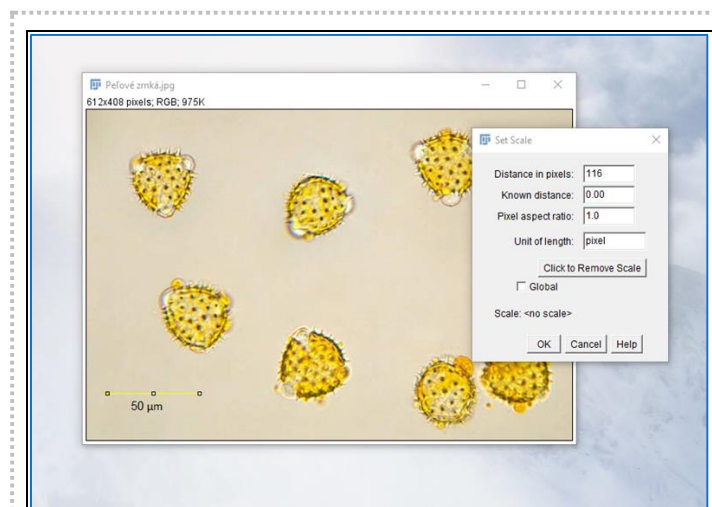
V okne je dĺžka úsečky v pixeloch. Tiež hodnota sklonu alebo plocha úsečky, ktorá v tomto prípade nie je pre nás dôležitá. V pixeloch meriame relatívnu dĺžku, preto je na fotke mierka. Pixely na mikrometre zmeníte pomocou funkcie Set Scale a mierky na fotografii (obr. 16).

- 3) Nastavte úsečku na meranie tak, aby sa kryla s mierkou o dĺžke 50 μm .
- 4) Zvoľte analýzu merania a vyberte nastavenie škály (Set Scale). V tabuľke, ktorá sa objaví, je v prvom riadku rozmer mierky v pixeloch. V druhom riadku je 0,00 — prepíšte to na 50. V treťom riadku zostane jednotka, vo štvrtom riadku prepíšte pixely na mikrometre (μm).



Obrázok 15 Mierka na fotografii peľových zrníek ruže
Meranie dĺžky na fotografii s mierkou v aplikácii Fiji

Zakliknite „global“, potom OK. Odteraz bude meranie v mikrometroch. Môže sa stať, že úplne presne mierku neodmeriate, napríklad raz bude mať 110, inokedy 115 pixelov. Je to chyba merania, nie každý dokáže nastaviť meráciu úsečku presne na mierku.



Obrázok 16 Nastavenie jednotiek merania a mierky
Najprv zistíme, koľko pixelov má mierka.

Pozor! Ak použijete iný obrázok s odlišnou mierkou, musíte nastavenie škály zopakovať podľa zodpovedajúcej mierky.

1.3 ČO PREZRADÍ SVETLO O BUNKÁCH

<i>Tematický celok / Téma</i>	<i>ISCED</i>
Zobrazovacie metódy/ Fluorescenčné zobrazovanie Nadväznosť: ŠVP Človek a príroda, Biológia, Bunka	ISCED3/GY a SOŠ lesnícke, zdravotné a poľnohospodárske odbory Informatika v prírodných vedách a matematike 2 vyučovacie hodiny
<i>Ciele</i>	
<i>Žiakom osvojované vedomosti a zručnosti</i>	<i>Žiakom rozvíjané spôsobilosti</i>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Vysvetliť princíp fluorescencie ■ Uviesť príklady biofluorescencie ■ Vysvetliť princíp fluorescenčného a konfokálneho mikroskopu ■ Diskutovať o význame pre výskum 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Manipulovať s pomôckami ■ Zhotoviť záznam ■ Merať veľkosť plochy aplikáciou Fiji
<i>Požiadavky na vstupné vedomosti a zručnosti</i>	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Uviesť príklady aplikácie zobrazovacích metód v medicíne, poľnohospodárstve a i. ■ Skúsenosť s prípravou natívneho preparátu ■ Vysvetliť pojmy vlnová dĺžka, absorpcia, emisia. 	
<i>Riešený didaktický problém</i>	
<p>Za aplikáciu fluorescencie bolo po roku 2000 udelených už niekoľko Nobelových cien za chémiu, no využitie na tomto jave založenej mikroskopickej techniky pomáha predovšetkým biologickým a medicínskym vedám. Žiaci budú pozorovať fluorescenciu biologicky aktívnych látok produkovaných rastlinami, hubami a živočíchmi, aby získali predstavu, ako fluorescenčné farbenie a zobrazovanie buniek a tkanív funguje. V spojení s digitálnymi zobrazovacími technikami pomáhajú fluoreskujúce látky dospieť k novým poznatkom o živé hmote.</p>	
<i>Dominantné vyučovacie metódy a formy</i>	<i>Príprava učiteľa a pomôcky</i>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Práca s fluorescenčným mikroskopom alebo prenosným UV svetlom ■ Práca žiakov v skupinách ■ Práca s aplikáciou ■ Riadené bádanie 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Počítač s nainštalovanou Fiji/ImageJ, ■ Pracovné fotografie (v prílohe metodiky). ■ Ručné UV svetlo (365 -400 nm) alebo digitálny fluorescenčný USB mikroskop ■ Škatuľa s čiernym vnútrom, pravítko, ■ Pero s neviditeľným atramentom (UV senzitivity), papierový obrúsok ■ Pinzety a kadičky, min. 2 ks/skupina ■ Fluorescenčný zvýrazňovač (fixka) ■ Živica ihličnanu, kôra jaseňa, kvet púpavy, čerstvá mäta (podľa dostupnosti)
<i>Diagnostika splnenia vzdelávacích cieľov</i>	
<p>Žiacka diskusia Lístok pri odchode</p>	

Autor: Katarína Kimáková

Námet má súvislosť s metodikou pre predmet biológia „V ktorom pohári je tonik?“, ktorá bola vypracovaná v rámci projektu IT Akadémia k téme o rastlinných liečivách a drogách (sekundárne metabolity rastlín). Obe metodiky sú samostatnými jednotkami, nenadväzujú na seba.

1.3.1 Fluorescenčné zobrazovanie

Priebeh výučby

ZAPOJENIE (CCA 5 MIN.)

Zámer: Predstaviť jav fluorescencie skúsenosťou, diskutovať o podstate fluorescencie vo vzťahu k fyzike a chémii.

Štvoriciam alebo dvojiciam žiakov rozdajte kúsok papiera (cca A6) a UV pero s neviditeľným atramentom.

Zadajte úlohu 1

ÚLOHA 1 – ZISTITE

Aký atrament by ste použili pre tajné písmo?

Nakreslite na papier kvet alebo napíšte názov ľubovoľnej rastliny perom s neviditeľným atramentom.

Ako by sa dal prečítať?

Ako je možné, že nápis, ktorý pri dennom svetle nevidíme, osvetlený UV svetlom žiari?



Obrázok 17 Tajný nápis
Nápis sa zobrazí v UV svetle (foto K. Kimáková).

Sú známe rôzne druhy tajného písma, napríklad na báze pH. Nápis fluorescenčným a dá prečítať len ak ho osvetlíte UV svetlom na zatienenom mieste. Vezmite ručné UV svetlo, hárok čierneho papiera preložte na polovicu a otočte ho tak, aby ste odclonili svetlo z okna. Postupne osvetlite zatienený nápis či kresbu každej skupiny, aby sa dal rozoznať.

VÝSKUMNÁ OTÁZKA

Ako sa dá fluorescencia využiť v biologickom bádaní?

Vedťe so žiakmi dialóg o tom, ako funguje neviditeľný atrament, ktorý reaguje na UV žiarenie. UV žiarenie má vlnovú dĺžku 100 – 400 nm, viditeľné svetlo 400 – 700 nm. Na základe poznatkov z fyziky a chémie môžu niektorí žiaci dedukovať, že ide o jav fluorescencie, keď objekt pohltí (absorbuje) časť energie UV žiarenia a zvyšnú časť vyžiari (emituje) ako viditeľné svetlo s vyššou vlnovou dĺžkou. Farba vyžarovaného svetla závisí od jeho vlnovej dĺžky (obr. 18).

Poznámka

Pero s neviditeľným atramentom a UV baterka sa dá zakúpiť v e-shopoch. Na trhu sú aj perá so zabudovaným UV svetlom. Odporúčame zhotoviť demonštračnú škatuľu vyloženú čiernym papierom či zadať jej zhotovenie žiakom. Pozor na kvalitu – niektoré druhy čierneho papiera obsahujú fluoreskujúce vlákna.

Dbajte na bezpečnosť!

Aj keď bežne predávané UV baterky svietia v oblasti UV-A, nevyžarujú svetlo nebezpečnej vlnovej dĺžky. UV-A svetlá sa používajú aj na diskotékach (tzv. black light). Nebezpečná vlnová dĺžka je 100-315 nm, UV-B a UV-C. Pre výučbové účely sú vhodné svietidlá emitujúce v oblasti 390-400 nm.

Niektoré výrobky môžu vyžarovať veľa svetla aj vo viditeľnej oblasti a nehodia sa v prípade látok absorbujúcich UV svetlo kratšej vlnovej dĺžky.

Efekt môže byť slabší aj v triede s veľkými oknami, alebo keď je slnečný deň. Odporúčame zatemniť okná. Pri dlhšej expozícii pozor na zrak, nesviette priamo do očí. UV svetlo použite len na nevyhnutný čas, nezabudnite ho vypnúť.

Profesionálne svetlá s 365 nm vlnovou dĺžkou predstavujú vyššie riziko, aj pre vyššiu intenzitu UV svetla. Používajú ich kriminalisti, napríklad pri odhaľovaní biologických stôp. Pri tejto vlnovej dĺžke fluoreskujú aj niektoré druhy slimákov, pavúkov a húseníc.

SKÚMANIE (CCA 30 MIN.)

Zámer: získať dôkaz o fluorescenčných farbivách v rastlinách, zafarbiť rastlinné pletivá fluorescenčným farbivom

OTÁZKA

Ktoré živé organizmy v našom prostredí tvoria fluoreskujúce látky?

Fluoreskujú niektoré chemické látky. Sú to najmä tie, ktorých molekula má konjugované benzénové jadrá alebo iné cyklické časti s konjugovanými dvojíťmi väzbami. Mnoho takých látok vytvárajú živé organizmy – rastliny aj živočíchy. Ich časti, kde sa tieto látky tvoria alebo ukladajú pri osvetlení svetlom účinnej vlnovej dĺžky fluoreskujú. Ide o autofluorescenciu.

Žiaci môžu najprv hovoriť nápady, o ktorých organizmoch si myslia, že by mohli fluoreskovať.

Demonštrujte fluorescenciu rastlinného materiálu v škatuli, ktorá má vnútro vystlané čiernym papierom alebo vhodnou čiernou látkou pomocou UV svetla (obr. 18).

Poznámka

Lepšie je, ak má každá skupina vlastné ručné UV svetlo či UV pero so svetlom a „čiernu skrinku“. V opačnom prípade sa prejdite ku každej skupine a nechajte žiakov minútu jav pozorovať.

Nie každý čierny papier alebo látka sa dá použiť do tmavého boxu. Niektoré obsahujú vo svojej štruktúre fluoreskujúce vlákna.

Vyskúšajte pod UV svetlom na tmavšom mieste, skôr než ich použijete.

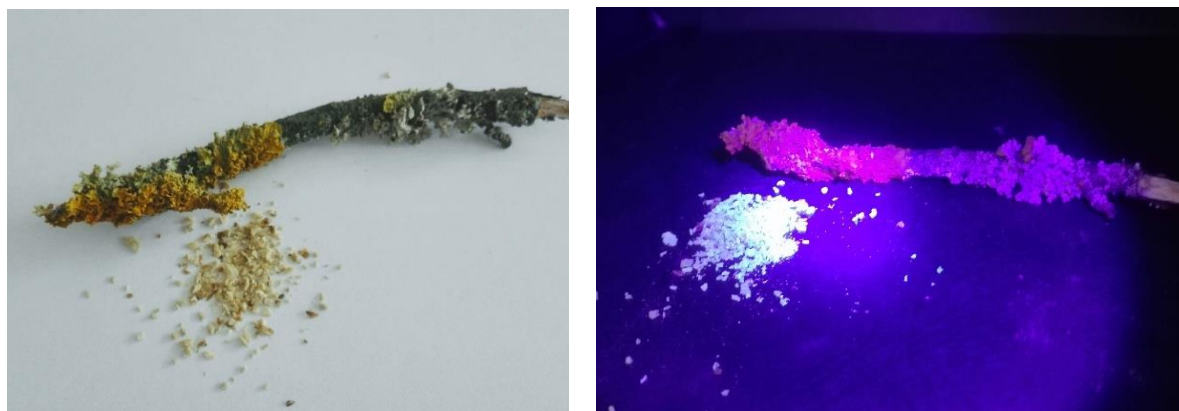
Nie každý rastlinný materiál obsahuje fluoreskujúce látky.

Hodí sa

*kúsok živice zo smreku alebo borovice, kúsok listu fikusu (*Ficus elastica*), súkvetia tráv, nezrelé zrná kukurice, svetložltý kvet nechtíka (zmení farbu na ružovú, oranžový kvet sa len rozjasní), kvet čakanky (svietia tyčinky), lastovičník (rozjasní sa oranžová šťava na čerstvo poranenom mieste), žltý lišajník na vetvičke - diskovník múrový (*Xanthoria parietina*), nahrubo mletá zelená káva. Zvoľte čo je práve dostupné.*

Vyskúšajte vopred 2-3 prírodniny, ktoré pod vašou UV lampou zmenia farbu a tie demonštrujte žiakom.

Farba po osvetlení ultrafialovým svetlom sa často zmení, inokedy len rozjasní. Veľa živých objektov je však v UV svetle tmavých, napríklad vetvičky väčšiny drevín, plody rajčiaka či rôzne druhy ovocia. Vyberte si niekoľko z vymenovaných prírodnín, ktoré sú práve dostupné a demonštrujte, že nie všetko prírodné fluoreskuje.



Obrázok 18 Fluorescencia prírodných látok

Lišajník *Xanthoria parietina* a pomletá zelená káva emitujú po osvetlení UV lampou svetlo rôznej vlnovej dĺžky (foto K. Kimáková)

V ultrafialovom svetle emituje žltý lišajník diskovník múrový (*Xanthoria parietina*), ktorým je obrastený konárik, cyklámenovo-ružové svetlo. Naľavo mu konkuruje iný lišajník, ktorý nejaví fluorescenciu. Rozsypaná zelená káva žiari bledomodro. Jav sa naplno rozvinie asi po minúte osvit, potom fluorescencia postupne vyhasína.

V následnej diskusii, prečo niektoré rastliny fluoreskujú a iné nie, môžu žiaci uviesť aj svoje postrehy o rôznej intenzite a farbách fluorescencie rastlín.

Rozdajte žiakom dvojicu farebných kvetov rovnakého druhu, ktoré nejavia fluorescenciu (napríklad kapucínka, starček). Biele kvety v UV svetle žiaria a nebolo by vidieť získanú fluorescenciu. Budú potrebovať zvýrazňovače, kadičky s vodou (stačí 50 ml), pinzetu.

Zadajte úlohu 2.

ÚLOHA 2 - NAVRHNITE

Dajú sa živé bunky, ktoré nejavia fluorescenciu, zafarbiť aby svietili?

Navrhňte dôkaz, ako by bolo možné preskúmať túto možnosť.

Nechajte žiakov, nech uvažujú a povedia svoje návrhy. Vyberte niektorý žiacky návrh alebo uskutočnite nasledujúce pozorovanie/demonštráciu:

Namočte do malého množstva vody náplň zo zvýrazňovača (vybrať z fixky). Obsahuje fluorescenčné farbivo rozpustné vo vode. Zasviette na roztok UV svetlom. Žiaci by mohli sami navrhnúť spôsob farbenia kvetov. Ak nezareagujú, pomôžte im:

- Určite poznáte trik, ako kvetinári farbia biele kvety napríklad na modro.
- Dajte do zafarbenej vody jeden z dvoch pripravených kvetov, zo stonky kúsok odtrhnite, aby nemala zaschnutý koniec. Kvet môžete ponoriť aj celý. Druhý kvet bude slúžiť ako kontrola. Nechajte roztok z pôsobiť minimálne 30 minút, radšej čím dlhšie.

K výsledku sa vráťte až vo fáze vysvetlenie.

Žiaci môžu urobiť fluoreskujúce roztoky z ďalších dostupných prírodnín a pozorovať ich fluorescenciu. Rozdeľte ich do skupín, každá skupina môže pripraviť niečo iné. Ak máte UV mikroskop, skúste rôzne vlnové dĺžky.

Vyberte si z nasledujúcich námetov.

- Povarte vo vode bez soli kúsky čerstvej kukurice na varenie, stačí jednu pre celú triedu. Vodu zlejte, ochlaďte a rozdeľte skupinám v malých sklenených kadičkách. Roztok v tme na čiernom pozadí fluoreskuje svetlozeleno. Voda v ktorej varte iba zrná kukurice (môžu byť aj mrazené) fluoreskuje žltlo.
- Vylúhujte vo vode kôru z vetvičiek jaseňa. Roztok má tmavomodrú fluorescenciu.
- Povarte krátko vo vode zelené listy napr. špenát alebo iná mladá rastlina. Rozdrvte v tretej miske s liehom (75 %) a scedte. Fluorescencia chlorofylu v roztoku je červená.
- Povarte listy čerstvej mäty a scedte. Roztok má zelenú fluorescenciu.
- Na staršom chlebe rozpoznáte, kde sa začínajú množiť plesne. Plesň hlavičkatá emituje tmavofialové svetlo.

Po pozorovaní prírodnín pokračujú žiaci pozorovaním videozáznamov z fluorescenčného mikroskopu. Je lepšie si ich spustiť na monitore, projekcia na veľkú plochu nebýva dosť kvalitná. Po vzhliadnutí videí referujú o svojich postrehoch.

ÚLOHA 3 - NAVRHNITE

Pozorne pozerajte film. **Poznačte si, ktoré životné deje buniek postrehnete z fluorescenčných videozáznamov.** <https://www.youtube.com/watch?v=XDcf6P9Fpvw>

Farbenie rôznych štruktúr bunky rôznofarebnými fluorescenčnými proteínmi ich pomáha lepšie odlíšiť <https://www.youtube.com/watch?v=Dzt4b0EQGww>

VYSVETLENIE (CCA 20 MIN.)

Zámer: Vysvetliť základný princíp fungovania fluorochrómov a porovnať zobrazenie fluorescenčného a konfokálneho mikroskopu.

Súčasný biologický výskum sa nezaobíde bez mikroskopov, ktoré využívajú jav fluorescencie. Žiakom stručne vysvetlite princíp zobrazovania:

Fluorescenčný mikroskop sa podobá na optický mikroskop, má však ďalší zdroj svetla, ktorý generuje UV žiarenie. UV svetlo prechádza cez excitačné filtre. Od ich konkrétnej kombinácie záleží, ktorá vlnová dĺžka žiarenia sa dostane k preparátu. Musí to byť tá, ktorá vyvolá fluorescenciu skúmaného objektu. Dôležitý je aj bariérový filter, ktorý odfiltruje škodlivé zložky UV svetla, aby sa nedostali k pozorovateľovi.

Konfokálny mikroskop využíva tiež jav fluorescencie, ale v porovnaní s fluorescenčným mikroskopom disponuje vysokou rozlišovacou schopnosťou. Zaostruje len v definovanej rovine preparátu, výkonný LASER osvetľuje bod po bode len túto rovinu. Následne pokračuje snímaním ďalších optických rovín. Skenovanie preparátu je automatizované a riadené počítačom. Počítač zo získaných dát zostaví výsledný obraz. Ten je veľmi ostrý a umožňuje presné merania.

Žiaci porovnávajú kvalitu záznamu z týchto zariadení.

Porovnanie záznamov črevičky (Paramecium):

Fluorescenčný mikroskop - https://www.youtube.com/watch?v=Uq75k_ovQzg

Konfokálny mikroskop - <https://www.youtube.com/watch?v=nQasNwerV6c>

Poznámka

Konfokálny mikroskop umožňuje trojrozmernú mikroskopickú analýzu a sledovanie dynamických zmien v čase v bunkách a tkanivách s možnosťou fluorescenčnej spektrálnej analýzy. Detekcia je založená na princípe fluorescencie, analýza je založená na štruktúrach s autofluorescenciou alebo značených pomocou rôznych fluorescenčných farbív. Medzi štandardné aplikácie konfokálneho mikroskopu patrí subcelulárna lokalizácia rôznych proteínov, odhalenie štruktúrnych zmien bunkových organel, meranie zmeny fyziologických parametrov bunky ako sú pH, mitochondriálny potenciál, hladina Ca^{2+} a pod. Zároveň je možné vykonávať aj sofistikovanejšie analýzy vzájomnej lokalizácie štruktúr.

Diskutujte so žiakmi o význame konfokálneho mikroskopu pre biologické vedy. Nech navrhnú, ktoré organely buniek takýmto mikroskopom radi pozorovali.

OTÁZKA

Usudzujte na základe pozorovania záznamu črievičiek.

Ktoré organely v bunkách sa vyznačujú autofluorescenciou?

Výsledok pokusu z úlohy 2

Už prešlo dostatok času, aby žiaci získali dôkaz, že biologický objekt (v našom prípade rastlina) sa dá zafarbiť fluorescenčnou látkou. Osvetlite UV svetlom rastlinu, ktorá bola v roztoku fluorescenčného farbiva v tmavej škatuli (najprv stonku zľahka osušte papierovým obrúskom). Ak máte tú možnosť použijete digitálny USB fluorescenčný stereomikroskop.

OTÁZKY

Zafarbujú sa pletivá rastliny fluoreskujúcou látkou rovnomerne? Prečo?

Dajú sa živé bunky, ktoré nejavia fluorescenciu, zafarbiť aby svietili?

Navrhните, ako by bolo možné preskúmať túto možnosť?

Ako sa to dá pri výskume pletív a tkanív využiť?

Pletivá sa nezafarbili rovnomerne, rôzne detaily kvetu svietia v UV svetle rôznou intenzitou a niektoré časti nesvietia vôbec. Obyčajne sa najviac zafarbí a začne fluoreskovať najskôr koniec stonky, stonka pozdĺžne – tu sú vodivé pletivá najviac koncentrované. Farbivá sa môžu aj špecificky viazať len na určité pletivá, napríklad pokožku. Žiaci môžu dedukovať, že podobne to bude aj v bunke, nie všetky štruktúry bunky budú zafarbené.

Fluorescenčné farbivá sa označujú pojmom fluorochrómy. Viažu sa len na určité štruktúry alebo molekuly v bunke, ktoré sa dajú potom mikroskopicky lokalizovať.

ROZPRACOVANIE (CCA 20 MIN.)

Zámer: Precvičiť meranie objektov, aplikovať postup na nevýraznú či fluoreskujúcu plochu.

Zadajte žiakom úlohu 4. Môžu sami navrhovať, čo chcú odmerať. V skupine pri fotení vzájomne asistujú. Na konci oznámia výsledok triede. Žiaci sami navrhujú a realizujú postup úlohy, ale môžete im aj radiť

ÚLOHA 4/A - PRECVIČTE

Odmerajte na vami zhotovenej fotografii dĺžku a šírku alebo plochu objektu ktorý fluoreskuje.

Postupujte napríklad takto:

- Pripravte na bielom papieri mierku, ktorá bude predstavovať 1 cm. Môže to byť papierové pravítko, milimetrový papier alebo ju narysujte.

- Zhotovte fotografiu fluoreskujúceho objektu a mierky v tmavej škatuli (stačí tablet alebo smartfón, bez blesku!) Odporúčame oprieť lakte na stôl.
- Otvorte fotografiu v aplikácii Fiji.
- Zistite veľkosť jednotky mierky na fotografii v pixeloch (označiť úsečkou, Analyze, measure).
- Nastavte v časti **Analyze, Set measurement** zvolenú jednotku (cm alebo mm) a zodpovedajúci počet pixelov.
- Nastavte úsečku na rozmer objektu, ktorý chcete odmerať a odmerajte ju (Analyze, measure).
- Výsledok sa má zobrazíť v jednotkách, ktoré ste zadali. Na vyzvanie učiteľa informujte ostatných čo ste odmerali, v akých jednotkách a koľko objekt meria.
- Otvorte fotografiu v aplikácii Fiji.
- Zistite veľkosť jednotky mierky na fotografii v pixeloch (označiť úsečkou, Analyze, measure).
- Nastavte v časti **Analyze, Set measurement** zvolenú jednotku (cm alebo mm) a zodpovedajúci počet pixelov.
- „Čarovnou paličkou“ vyznačte objekt (kurzor nastavte na jeho ľavý okraj kliknite).
- Odmerajte vyznačenú plochu (Analyze, measure).

Výsledok sa má zobrazíť v jednotkách, ktoré ste zadali. Na vyzvanie učiteľa informujte ostatných čo ste odmerali, v akých jednotkách a koľko objekt meria.

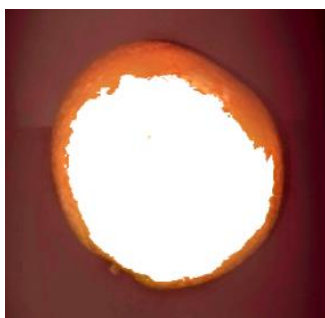
Poznámka

Skrátenou alternatívou je, ak žiaci nerobia vlastnú fotografiu, len aplikujú meranie na priloženej fotografii (Úloha 4/B, e-príloha pri metodike). V počítačovej učebni, môžu merať individuálne.

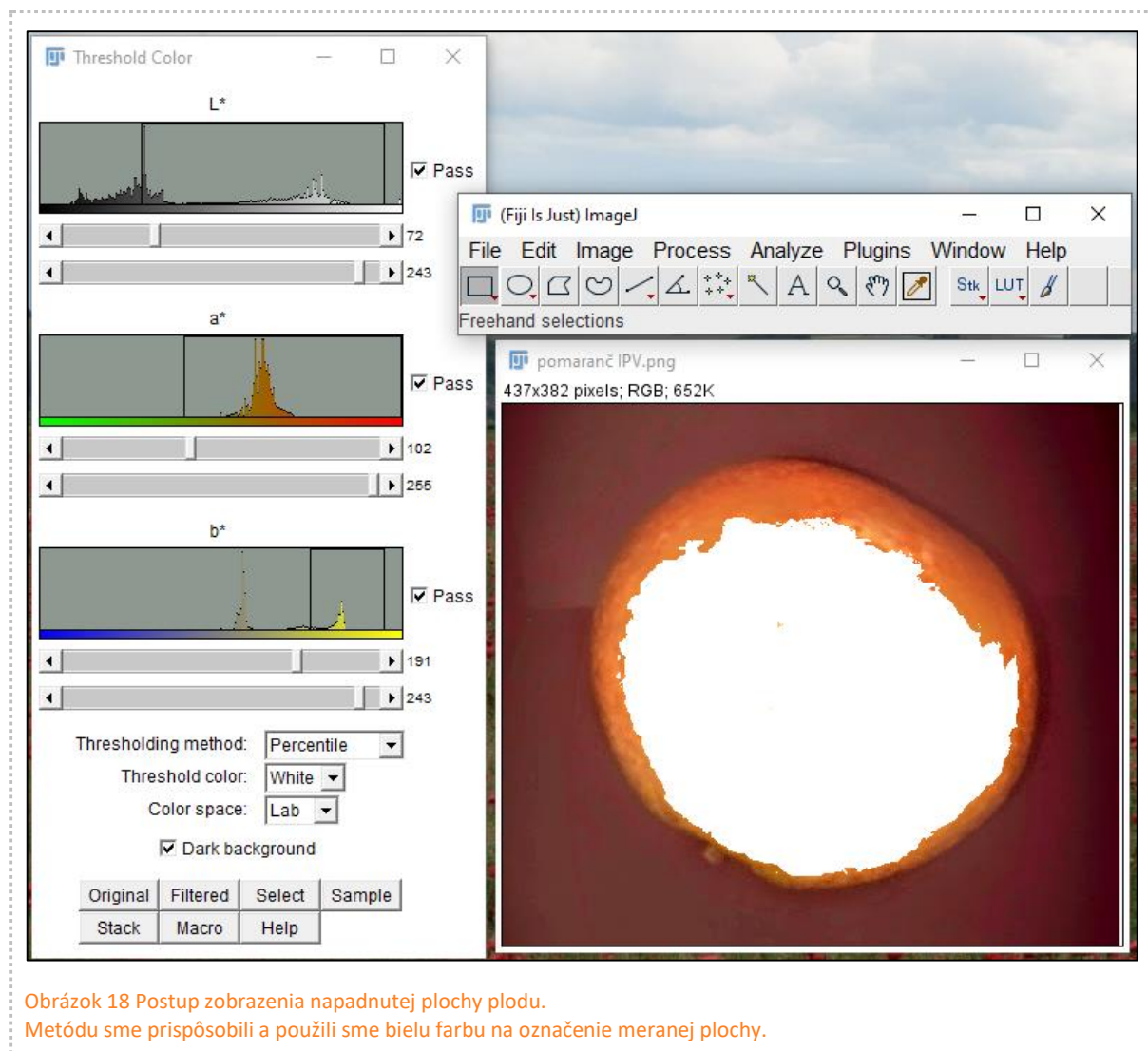
ÚLOHA 4/B - PRECVIČTE

Odmerajte na fotografii veľkosť plochy na povrchu pomaranča, ktorý je napadnutý hubou.

Pri dennom svetle je poškodenie nenápadné ale aplikácia farby rozpozná.



Zopakujú si tak prácu s aplikáciou Fiji z prvej lekcie (obr. 18).



HODNOTENIE (CCA 10 MIN.)

Záver: Spojenie všeobecných poznatkov o fluorescencii s fluorescenciou biologických objektov a úvaha o vedeckých a technologických možnostiach využitia biosluorescencie a fluorescenčného farbenia.

Veďte so žiakmi diskusiu, v ktorej môžu vyslovovať svoje nápady, aké informácie možno získať o živých bunkách prostredníctvom fluorescenčného a konfokálneho mikroskopu.

Návrh otázok na prechod do riadeného rozhovoru, ak diskusia viazne:

- Ktoré štruktúry bunky vidno lepšie fluorescenčným mikroskopom v porovnaní s bežným optickým mikroskopom?
- Aký je význam fluorochrómov pre vedu?
- Ako môžeme fluoreskujúce objekty merať?
- Aké podmienky má splniť objekt, aby meranie bolo čo najpresnejšie?
- Kto potrebuje informácie o bunkách, tkanivách a pletivách?

Možné odpovede:

- Vidno štruktúry, v ktorých sa tvoria alebo ukladajú autofluorescenčné látky.
- Fluorochrómy sú fluorescenčné farbivá, ktorými je možné zafarbiť určitú štruktúru, napríklad chromozómy. Rôzne štruktúry v bunke sa dajú farebne odlíšiť kombinovaním farbív, ktoré sa špecificky viažu iba na niektoré.
- Použitím softvéru, ktorý môže byť súčasťou vybavenia mikroskopu. Možno použiť Fiji/ImageJ, s ktorým sa pracuje v iných témach (Koľko vtákov letí v krdli? Ako vieme, koľko je v krvi krviniek?).
- Potrebujeme fotografiu s mierkou. Fotografia musí byť dostatočne kontrastná a ostrá, zosnímaná kvalitnou kamerou s vysokým rozlíšením. Lepšia je snímka z konfokálneho mikroskopu, než z fluorescenčného.
- Vedci (biológovia, biochemici), lekári – ak sa fluorochróm viaže len na rakovinové bunky, dajú sa rozpoznať od zdravých, poľnohospodári – niektoré mikroskopické huby a živočíšni škodcovia javia autofluorescenciu a dajú sa pomocou UV svetla v rastlinných pletivách rozpoznať. Využíva sa to pri detekcii kontaminácie potravín.

Na konci diskusie dostanú žiaci lístok pri odchode (e-príloha). Majú zhrnúť do troch bodov, čo sa naučili nové na tejto vyučovacej jednotke. Na záver si môžu pozrieť víťazné videá súťaže spoločnosti NIKON „Small world in motion“, aby si hlbšie uvedomili možnosti, ktoré digitálne technológie a ich rozvoj poskytujú výskumníkom v oblasti biológie.

Odporúčené videá:

- 1) <https://www.youtube.com/watch?v=XDcf6P9Fpvw/> (Scientific, 2014)
- 2) <https://www.youtube.com/watch?v=Dzt4b0EQGww/> (EMBL, 2011)
- 3) https://www.youtube.com/watch?v=Ug75k_ovQzg/Parametium/ (Zakar, 2015)
- 4) <https://www.youtube.com/watch?v=a4aZE5FQ284> (Smiths, 2010) (Smiths, 2010)
- 5) <https://www.nikonsmallworld.com/galleries/small-world-in-motion/> Víťazné videá súťaže Nikon

1.3.2 Doplnujúce informácie

Fluorescencia biologických látok

V jednom pohári máme tonik, v druhom minerálku. Dokážeme zistiť, v ktorom pohári je tonik, bez toho, aby sme museli jeden z nápojov ochutnať? Tonik obsahuje chinín, ktorý má tú vlastnosť, že pri osvetlení ultrafialovým (UV) svetlom vyžaruje svetlomodrú fluorescenciu. Chinín sa tvorí v kôre chinínovníka, no dá sa vyrobiť aj synteticky.

Fluorescencia je svetielkovanie vyvolané absorpciou fotónu. Dôsledkom je emisia iného fotónu s dlhšou vlnovou dĺžkou, než bola vlnová dĺžka pohlteneho fotónu. Rozdiel sa prejaví ako iná forma energie, napríklad ako teplo. Absorbovaný fotón má spravidla vlnovú dĺžku v UV oblasti a emitovaný fotón ju má vo viditeľnej oblasti. Názov javu pochádza z mineralógie. Minerál fluorit má túto vlastnosť a často slúži na jej demonštráciu.

- V rastlinných a živočíšnych bunkách sa často syntetizujú fluoreskujúce zlúčeniny. Najznámejšou látkou s touto schopnosťou je chlorofyl. Vďaka tejto vlastnosti je možná fotosyntéza. Chlorofyl vyžaruje v UV svetle červenú fluorescenciu. Podobne vo viditeľnom

svetle. Energetický rozdiel pohlteneho a emitovaného svetla sa mení pri fotosyntéze na energiu chemickej väzby.

- Ak pridáme trochu kôry pagaštanu do vody v skúmavke a necháme na ňu dopadnúť slnečné svetlo, pozorujeme oproti tmavému podkladu modrú fluorescenciu. Trvá iba chvíľu, pretože aesculín, ktorý ho spôsobuje je na svetle nestabilný.
- Fluoreskujú najmä niektoré fenolové zlúčeniny: flavonoidy, saponíny a taníny. Nachádzajú sa napríklad v pletivách hlohu a jaseňa.
- K fenolovým látkam patrí aj parietín. Obsahuje ho žltý lišajník diskovník múrový, ktorý sa často vyskytuje na kôre ovocných stromov. Jeho výluh v alkohole určenom na dezinfekciu žiari pri UV svetle zelenožlto.

Na princípe vyvolania fluorescence pracuje fluorescenčný mikroskop. Tento jav využívajú aj kriminalisti pri hľadaní biologických stôp. Stopy krvi fluoreskujú po nasprejovaní látkou luminol. Meranie vlnovej dĺžky svetla fluoreskujúcich zlúčenín sa používa vo fotochémii na ich identifikáciu.

Nemýľte si biofluorescenciu a bioluminescenciu!

Niektoré živočíchy, napríklad svätojánske mušky alebo hlbinné ryby svietia preto, lebo sa v ich tele tvorí látka luciferín, ktorý pri enzymatickej oxidácii vyžaruje svetlo. Zdroj energie svetla je chemický.

MODELOVANIE

2. MODELOVANIE BIOLOGICKÝCH A EKOLOGICKÝCH JAVOV

Modely
pomáhajú
prežiť

Pandémia, rakovina, lesný požiar a iné katastrofy. Ako sa s nimi vysporiadať? Vieme ich rozsah predvídať? Zapojíme logiku. Budeme sa snažiť pochopiť biologický jav a skúmať ho pomocou animovaného modelu. Vyvolávať zmenu situácie zmenou parametrov v modeli a hodnotiť dosah týchto zmien. Nakoniec v jednoduchej forme skúsime taký model naprogramovať. Vedomosti žiakov o pixeloch z prvej kapitoly Zobrazovacie metódy sa uplatnia pri práci s programom, ktorý simuluje rast nádoru.

Práca so softvérom Coach nevyžaduje zdrojový kód, žiaci sa v tomto prostredí učia zostavovať logickú schému modelu a zakomponovať do modelu faktory, ktoré vplývajú na správanie sa systému. Môžu však nahliadnuť „dovnútra“ tým, že si zobrazia príslušné matematické rovnice.

Nasledujúce tri témy sú už založené na skúsenosti žiakov z informatiky, na ich zručnostiach s programovaním v jazyku Python.

Ak žiaci nemajú dosť skúseností, aby samostatne zostavili program jednoduchého modelu v jazyku Python, v e-prílohe nájdu hotové programy, ktoré môžu na modelovanie použiť a simulovať procesy zmenou vstupných premenných.

Metodický postup však počíta aj s tým, že niektorí žiaci nemusia mať požadované zručnosti, ponúkame teda aj v týchto metodikách alternatívu v podobe animácií.

Riešené problémy:

- Určiť podmienky rovnováhy v populácii vo vzťahu dravec – korisť (Coach) a skonštruovať schému modelu.
- Definovať faktory prirodzenej obnovy lesa. Simulovať priebeh vývoja lesa a dynamiku klimaxu pomocou modelu. Zjednodušiť a zefektívniť model (v prílohe metodiky).
- Modelovať pomocou PixelArt priemet rastu sférického nádoru. Vylepšiť program, ktorý nájdete aj v prílohe metodiky k téme.
- Opísať šírenie infekcie v populácii pomocou modelu. Zistiť mieru efektívnej ochrany populácie vakcináciou modelovaním.

2.1 ZAJACE A LÍŠKY

<i>Tematický celok / Téma</i>	<i>ISCED / Odporúčaný ročník</i>
Modelovanie prírodných javov/ Model dravec – korisť Nadväznosť: ŠVP Človek a príroda, Biológia, Organizmus a prostredie	ISCED3/GY a SOŠ lesnícke, zdravotné a poľnohospodárske odbory Informatika v prírodných vedách a matematike 2 vyučovacie hodiny
<i>Ciele</i>	
<i>Žiakom osvojované vedomosti a zručnosti</i>	<i>Žiakom rozvíjané spôsobilosti</i>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Uviesť príklady organizmov vo vzťahu dravec a korisť ■ Vysvetliť na modeli vzťah medzi počtom líšok a zajacov ■ Diskutovať o význame zachovania prirodzenej rovnováhy ■ Vysvetliť dôsledky jej narušenia na ekosystém 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Modelovať proces ■ Formulovať hypotézu ■ Modelovať vzťahy medzi organizmami pomocou softvéru ■ Overiť hypotézu ■ Interpretovať dáta
<i>Požiadavky na vstupné vedomosti a zručnosti</i>	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Poznať princípy informatického modelovania ■ Mať skúsenosť s modelovaním v softvéri ■ Poznať jednoduchý deterministický model jednej populácie ■ Definovať pojem prirodzená rovnováha ■ Vysvetliť potravné vzťahy medzi organizmami 	
<i>Riešený didaktický problém</i>	
<p>Učenie pomocou modelu znázorňujúceho vzťah dravca a koristi umožňuje žiakom pochopiť súvislosti a príčinu cyklických zmien, ako aj ich dopady na ekosystém. Modelovanie pomocou softvéru Coach je názorné, simuluje v čase zmeny počtu organizmov, ktoré sa navzájom ovplyvňujú. Zmenou vstupných údajov sa rozvíjajú zručnosti žiakov ako práca s grafom a interpretačné schopnosti. Vytvorením vlastného modelu dravec – korisť sa prehĺbi logické uvažovanie žiakov. Uvedomia význam využitia digitálnych technológií a informatiky pre pochopenie biologických a ekologických problémov: dosiahnutie a udržanie biologickej rovnováhy, príčiny a dôsledky premnoženia určitého organizmu na ekosystém, dôsledok zavlečenia druhu do oblasti bez prirodzeného dravca/koristi na rovnováhu a možnosti pre nastolenie rovnováhy v ekosystéme.</p>	
<i>Dominantné vyučovacie metódy a formy</i>	<i>Príprava učiteľa a pomôcky</i>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Riadené bádanie 	Počítač, Coach alebo iný modelovací softvér
<i>Diagnostika splnenia vzdelávacích cieľov</i>	
<p>Žiacka diskusia</p> <p>Grafický výstup modelov (líšky/zajace, ďalší navrhnutý príklad dravca a koristi)</p>	

Autor: Anna Mišianiková

Téma nadväzuje obsah ŠVP Človek a príroda, Biológia, Organizmus a prostredie, Vzťah organizmu a prostredia a na informatickú časť predmetu - modelovanie jednodruhovej populácie. Budete potrebovať softvér Coach (CMA, 2020).

2.1.1 Model dravec - koristiť

Priebeh výučby

ZAPOJENIE (CCA 5 MIN.)

Zámer: Zistiť úroveň poznatkov žiakov o biologickej rovnováhe a vzťahov medzi organizmami a prostredím a medzi organizmami navzájom a zaujať žiakov úlohou, ktorá nadväzuje na ich vedomosti.

Začnite problémovou úlohou:

ÚLOHA 1 – ODHADNITE

Predstavte si, že v záhrade žije 10 myší.

Ako sa bude meniť počet myší v čase?

Načrtnite graf, ktorý vyjadruje zmeny počtu myší v čase.

Požiadajte žiakov, aby si do zošitov načrtli graf. Požiadajte niektorých žiakov, aby načrtli svoj predpokladaný graf na tabuľu. Zrejme sa grafy medzi spolužiakmi budú líšiť. Pýtajte sa ich, prečo je to tak a aké faktory ovplyvňujú správnosť grafu. Žiaci už zrejme v tejto časti hodiny povedia, že počet myší závisí od niekoľkých faktorov, a to od podmienok v záhrade, dostupnosti potravy, prítomnosti dravcov, možných ochorení a podobne. Nekomentujte odpovede žiakov, ale pokračujte modelovaním počtu myší v záhrade. Pre lepšiu predstavu žiakov o biologickej rovnováhe a vzťahoch medzi organizmami použite modelovanie v softvéri Coach (Coach 6 alebo Coach 7). Postup uvedený nižšie opisuje modely vytvorené v prostredí Coach6, môžete použiť tie isté, prípadne analogické.

Otvorte si softvér Coach a zadajte heslo. Kliknite na: [Súbor – Otvor – Modelovanie – Modelovanie z biológie – Nekontrolované množenie sa myší](#). Povedzte žiakom, že v tomto prostredí vidia predpripravený model. Model zahŕňa vstupné údaje podľa zadania. Riešte nasledujúcu úlohu pomocou modelovania v softvéri Coach.

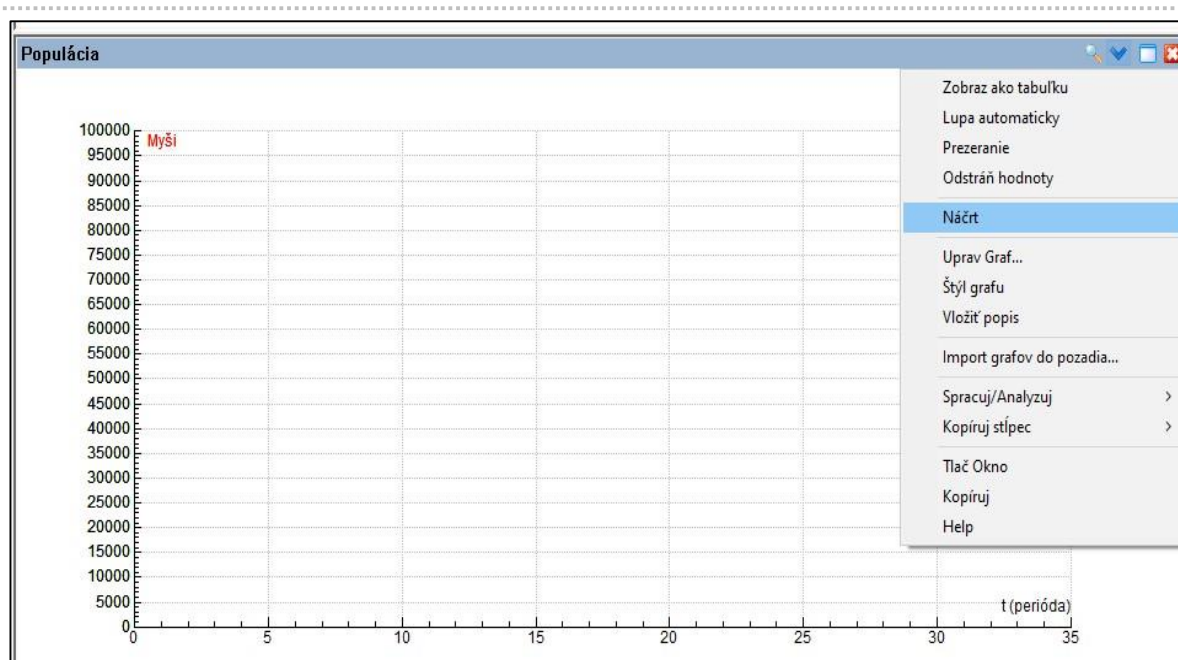
ÚLOHA 2 – HYPOTÉZA

V záhrade žije 10 myší. V jednej perióde rozmnožovania na každých 100 myší sa narodí ďalších 100 myší. V každom roku je 5 rozmnožovacích periód.

Kedy prekročí počet myší v záhrade akceptovateľnú úroveň?

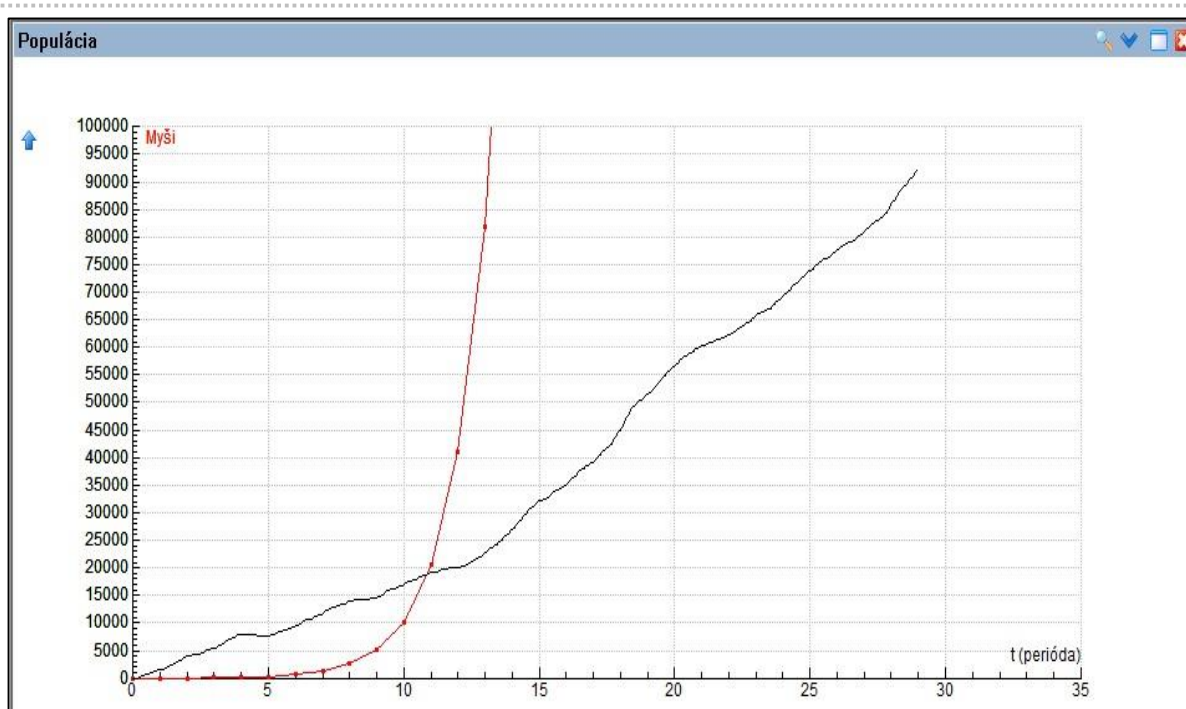
Ešte pred spustením zeleného tlačidla **Štart** na hornej lište povedzte žiakom, aby načrtli svoj predpoklad, ako bude rásť počet myší. Kliknite v dolnej časti prostredia s grafom na modrú šípku, zobrazí sa možnosť načrtnúť (obr. 19). Kliknite na načrtnúť, pričom sa zobrazí ceruzka. Požiadajte žiakov, aby

pomocou ceruzky zakreslili svoj predpoklad, ako sa bude meniť počet myši v čase. Pre ukončenie náčrtu stlačte pravé tlačidlo myši, zvolte náčrt stop.



Obrázok 19 Prázdny graf v prostredí softvéru Coach
Prostredie Coach funguje podobne intuitívne ako Fiji, výhodou je slovenský jazyk

Pre spustenie modelu stlačte tlačidlo Štart na hlavnej lište (zelená šípka). Zobrazí sa nám graf podľa údajov, ktoré obsahuje model (obr. 20).



Obrázok 20 Graf s predpoveďou
Nárast počtu myši v čase (náčrt, čierna farba) a závislosť podľa modelu (červená farba)

Pre zodpovedanie otázky v zadaní je nutné stlačiť pravé tlačidlo myši, zvoliť možnosť prezeranie. Týmto zobrazíme presnú hodnotu počtu myší v danom čase. Môžeme použiť aj lupu, tlačidlo vedľa modrej šípky na lište s grafom (obr. 20).

Pokračujte riešením ďalšej úlohy:

ÚLOHA 3 – MODELUJTE

Zistite, po akom čase prekročí počet myší počet 350.

Po akom čase prekročí počet myší pol milióna?

Pýtajte sa žiakov, prečo vyzerá graf množenie sa myší práve takto.

Spýtajte sa ich, či podľa nich graf množenia myší zobrazuje reálny stav.

OTÁZKA

Prečo sa myši v záhrade v našom modeli nekontrolovateľne množia?

Žiaci zrejme povedia, že model nezahŕňa úmrť myší vplyvom dravcov, chorôb a tiež predpokladá neobmedzené podmienky pre ich rozmnožovanie a rast. Takýto model nezodpovedá reálnym podmienkam.

Môžete so žiakmi pokračovať úlohou 4, kde žiaci doplnia do modelu pomer úmrtí. Môžete však tento krok vynechať a pokračovať návrhom reálneho modelu. Tomu predchádza vysvetlenie, ako sa tvoria modely pomocou softvéru Coach.

ÚLOHA 4 – MODELUJTE

Počas jednej periódy rozmnožovania z každých 100 myší 30 zahynie. Upravte počiatočné hodnoty podľa tejto informácie.

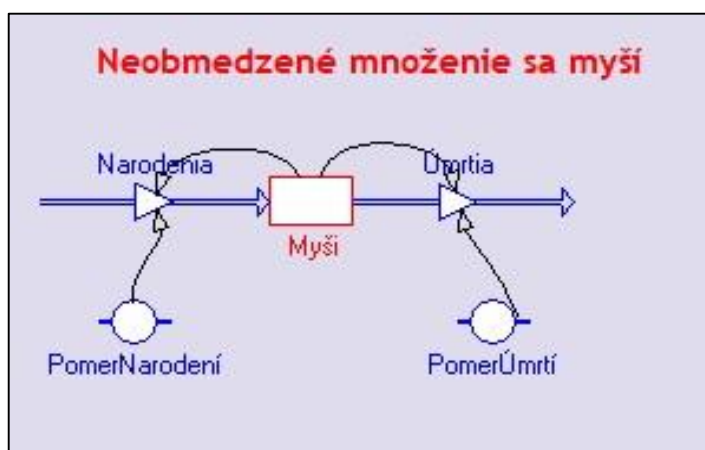
Prevýši počet myší číslo 350 aj v tomto prípade?

Zistite, po akom čase vyhynie populácia 500 myší, ak sa myši prestanú rozmnožovať?

Pre zodpovedanie otázok v úlohe 4 stačí kliknúť na ikonu *Pomer úmrtí* a prepísať pomer na 0.3 (uhynie 30 myší/100).

Môžete pokračovať modelom Kapacita prostredia (*Súbor – Otvor – Modelovanie – Modely z biológie – Kapacita prostredia*), kde vstupuje ako faktor regulujúci počet myší v záhrade kapacita prostredia.

Žiaci si uvedomia, že v takýchto modeloch je možné meniť parametre a riešiť rôzne biologické otázky vzťahov medzi organizmami a medzi organizmami a prostredím (obr. 21). Samozrejme, model nezobrazuje realitu, ale snaží sa ju napodobniť.



Obrázok 21 Zobrazenie vzťahov v grafe s predpoveďou množenia myší
Zahrnutie pomeru narodení a úmrtí (Coach 6)

Z diskusie so žiakmi by malo na základe nekontrolovateľného množenia sa myší v záhrade vyplynúť, že populácia myší nie je v rovnováhe. Pýtajte sa ich:

OTÁZKY

- Ako by ste definovali pojem biologická rovnováha? Uvedte príklad.
- Aké vzťahy medzi organizmami poznáte?
- Aké sú príčiny narušenia biologickej rovnováhy?
- Poznáte príklad narušenia biologickej rovnováhy vplyvom premnoženia určitého živočíšneho druhu?

Premietnite im obrázok králika divokého *Oryctolagus cuniculus* (obr. 22) a položte otázku na zamyslenie:

OTÁZKA

- V roku 1788 bol európsky králik divoký zavlečený prvými loďami do Austrálie.
- Čo si myslíte o dôsledkoch zavlečenia králika do Austrálie?

Ponechajte žiakom priestor na vyjadrenie svojich názorov a presvedčení. Neuspokojte sa s tvrdením, že dôjde k narušeniu biologickej rovnováhy, diskutujte so žiakmi v širších súvislostiach, smerujte ich otázkami ku konkrétnym dôsledkom, ku ktorým podľa nich viedlo zavlečenie králika do Austrálie. Cieľom je, aby si žiaci uvedomili, že králik divoký v Austrálii nemá svojho prirodzeného „nepriateľa“, teda predátora.

Pýtajte sa žiakov, akých predátorov má králik divoký v Európe. Žiaci by mali prísť na to, že jedným z predátorov sú aj líšky.

Poznámka

Informácie o vplyve zavlečenia králika divokého do Austrálie, ako aj snáhach o nastolenie rovnováhy, sú podrobne popísané v závere metodiky, v časti Pomôcka pre učiteľa.



Obrázok 22 Králik divoký (*Oryctolagus cuniculus*)

Ilustračné foto,

Zdroj: Wikipedia

OTÁZKY

Aký je vzťah medzi zajacmi (králikmi) a líškami?

Akým spôsobom sa navzájom ovplyvňujú ?

Nechajte žiakom možnosť vyjadriť svoj názor na uvedený problém a diskusiu smerujte k výskumnej otázke.

OTÁZKA:

Ako bude vyzeráť graf znázorňujúci vzťah medzi zajacmi (králikmi) a líškami ?

Rozvíjajte so žiakmi diskusiu.

Žiaci zrejme nebudú vedieť zakresliť graf znázorňujúci vzťah líšok a zajacov v čase, ale vhodné je, aby sa o to aspoň pokúsili a zamysleli nad problematikou. Nechajte žiakom určitý čas na to, aby navrhli graf a tiež schematicky načrtli na základe predchádzajúcich modelov faktory, ktoré ovplyvňujú počet zajacov a líšok a aké vzťahy je potrebné brať pri modelovaní do úvahy.

Princíp vytvárania modelu pomocou softvéru Coach a presný postup vysvetľujte žiakom počas ďalšej fázy vyučovania, majú postupovať súčasne s vami.

SKÚMANIE (CCA 20 MIN.)

Zámer: Osvojiť si princíp modelovania pomocou softvéru Coach. Použiť softvér Coach pre modelovanie vzťahu líšok a zajacov.

Pre pochopenie vytvárania modelu v softvéri Coach použite na ukážku modelu vane, kde to žiaci na jednoduchom princípe pochopia. Žiakom v tejto časti tiež vysvetlite význam modelovania. Mnohé

vzťahy v biológii, ale aj iných prírodných vedách sú natoľko komplikované, že pri ich riešení by sme museli použiť diferenciálne rovnice, a tiež poznať a do modelovania zahrnúť všetky faktory ovplyvňujúce model a aj vzťahy medzi organizmami.

V softvéri Coach si otvorte [Úvod do modelovania – Tvorba modelu graficky – Vaňa \(Príloha\)](#). Riešte jednotlivé úlohy, ktoré naučia žiakov vytvárať grafický model a chápať princípu pri takomto spôsobe modelovania.

Ak už žiaci vedia, ako sa vytvára model, prezrite si s nimi ešte raz predchádzajúce modely, prípadne ďalšie modely z biológie, ktoré sú k dispozícii, okrem modelu Zajace a líšky.

Požiadajte žiakov, aby na základe práce s modelmi upravili graf vzťahu zajacov a líšok a vytvorili graf v softvéri Coach, alebo ho aspoň schematicky načrtli.

Zadané úlohy si spolu so žiakmi prejdite v ďalšej fáze hodiny (vysvetlenie).

VYSVETLENIE (CCA 20 MIN.)

Zámer: Vysvetliť vzťah arktických líšok a zajacov pomocou modelu a schémy v softvéri Coach. Zamyslieť sa nad príkladmi iných organizmov vo vzťahu koristi/dravec a modelom znázorňujúcim ich vzťah.

Pokračujte spustením žiakmi vytvoreného modelu. Ak s tým majú problém, spustite už pripravený model Zajace a líšky a analyzujte ho. Ak sa pozrieme na populácie arktických líšok a zajacov, ktoré tento model zobrazuje, bude nám zrejmé, že zajace slúžia ako zdroj potravy pre líšky, inak povedané, že líška je predátor a zajac je korisť (obr. 23).



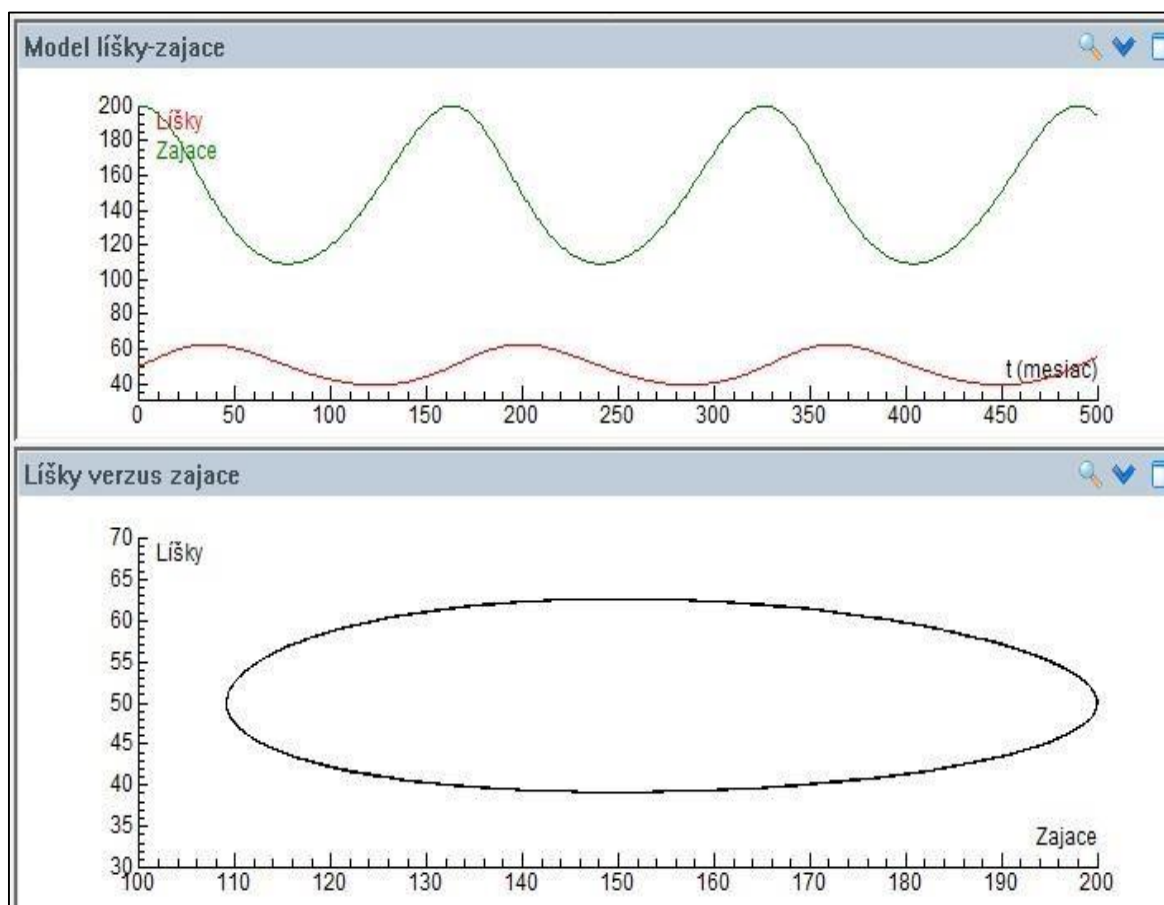
Obrázok 23 Ilustračné foto koristi a predátora
Arktický zajac (vľavo) a arktická líška (vpravo) Zdroj: Wikipedia

Model je nastavený tak, aby žiaci už nemuseli vkladať žiadne vstupné údaje. Žiakom sa zobrazí model znázorňujúci vzťah líšok a zajacov (obr. 24).

Spolu so žiakmi diskutujte o vysvetlení modelu, ktorý znázorňuje vzťah medzi počtom líšok a zajacov, vedte ich k pochopeniu vzťahov v modeli aj s pomocou obr. 25, ktorý znázorňuje vzťahy pomocou schémy.

Počet zajacov a počet líšok v populácii od seba navzájom závisia. Ak na určitom území žije veľa zajacov, je tam dostatok potravy pre líšky. Výsledkom bude zvýšenie počtu líšok. Viac líšok automaticky znamená, že bude zjedených viac zajacov. Teda počet zajacov výrazne klesne a následkom bude hlad

líšok kvôli nedostatku potravy. Ak je líšok málo, zajace majú málo prirodzených nepriateľov a ich počet stúpa. Pokiaľ žiaden iný faktor neovplyvní tento dej, tento cyklus sa bude neustále opakovať.



Obrázok 24 Model znázorňujúci vzťah arktických líšok a zajacov (Coach 6)
Grafické znázornenie kolísania početnosti populácie

Zadajte žiakom úlohu, ktorá je zameraná na zisťovanie údajov z grafu.

ÚLOHA 5 – MODELUJTE

Aké veľké sú populácie líšok a zajacov po:

15 mesiacoch,

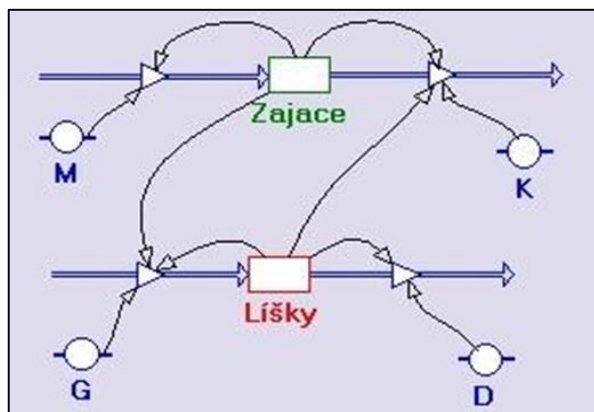
22 mesiacoch

31 mesiacoch?

Vysvetlite vzájomný vzťah medzi počtom líšok a zajacov od času.

Vysvetlite graf závislosti počtu líšok od počtu zajacov.

Diskutujte so žiakmi o ďalších príkladoch, ktoré znázorňujú vzťah koristi a dravca a ako by podľa nich vyzeral model znázorňujúci tento vzťah – aké by boli rozdiely v porovnaní s modelom líšok a zajacov a prečo.



Konštanty v modeli predstavujú súhrn všetkých ďalších vplyvov na:

M — množenie zajacov

K — úhyn zajacov

G — množenie líšok

D — úhyn líšok

Obrázok 25 Grafický model vzťahu líšok a zajacov (Coach 6)
Súhrn faktorov vplývajúcich na nárast (M, G) a na pokles (K, D)
populácií zajacov a líšok, v modeli predstavujú konštanty.

Môžete použiť model v softvéri Coach 6 „Lasice chytajú myši“, prípadne iné vhodné príklady (obr. 26).
Môžete vytvoriť aj vlastný model.



Obrázok 26 Ďalší námet modelovania vzťahu predátor – korisť.
Bocian biely (vľavo) a ropucha obyčajná (vpravo)

Diskutujte so žiakmi o využití modelovania pre riešenie jednotlivých úloh a problémov. Porovnajte výhody modelovania pomocou softvéru a riešenia úloh programovaním.

ROZPRACOVANIE (CCA 10 MIN.)

Zámer: Zopakovať Gaussovu krivku ekologickej valencie a dať do súvislosti vzťah dravec – korisť aj s prostredím v ktorom živočíchy žijú.

Pýtajte sa na príklady konkrétnych faktorov, ktoré ovplyvňujú život organizmov.

Veďte diskusiu k vysvetleniu optimálnych podmienok pre organizmy, ale aj suboptimálnych a pojmu pesimum (obr. 27).

Príkladom môže byť napríklad množstvo zrážok, nedostatok ale aj nadbytok predstavuje suboptimálne podmienky až pesimum. Uveďte ďalšie príklady.

OTÁZKY

Aké faktory ovplyvňujú vzťahy medzi predátorom a korisťou?

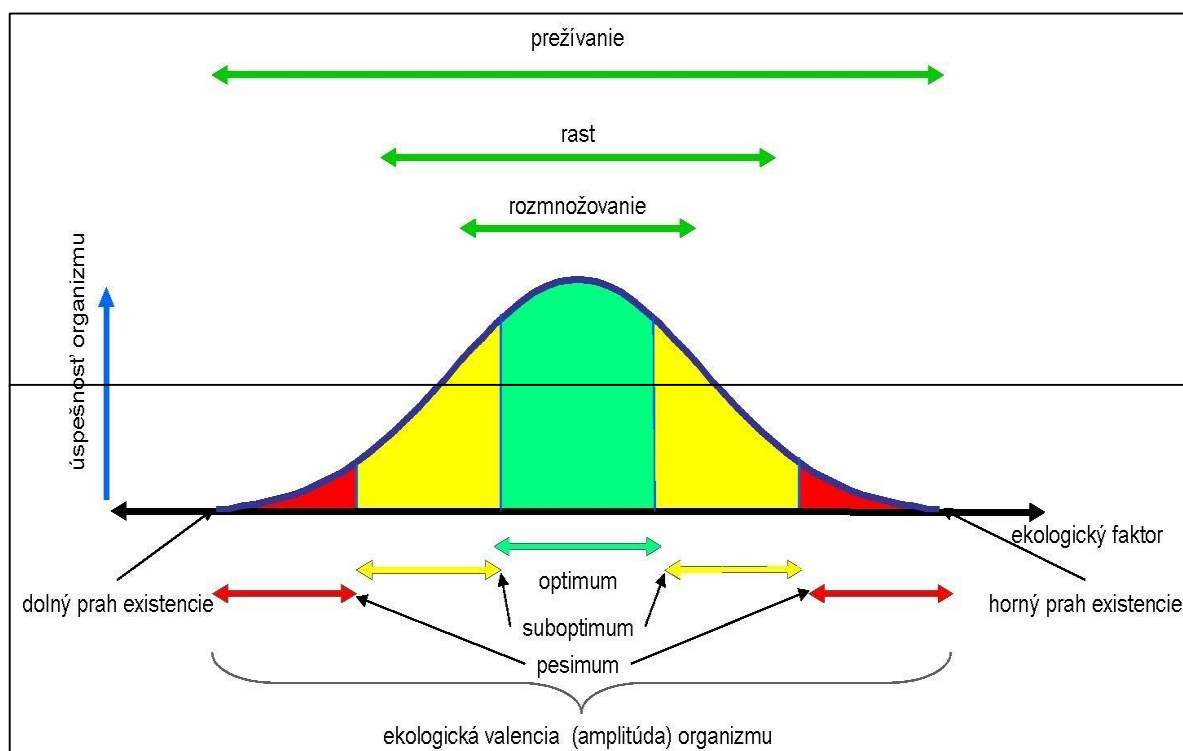
Ktoré faktory ovplyvňujú vzťahy medzi organizmami?

Aké faktory ovplyvňujú vzťah líšok a zajacov vychádzajúc z príkladu zavlečeného králika divokého do Austrálie?

Čo si myslíte o dôsledkoch zavlečenia invázneho slizovca iberského (obr. 28) do Európy a na Slovensko?

Čo usudzujete o dôsledkoch?

Aký postup by ste navrhli pre udržanie/nastolenie rovnováhy?



Obrázok 27 Gaussova krivka ekologickej valencie

Dolný a horný prah existencie, v strede je pásмо optima. Zdroj: Učebnica biológie

Uviesť príklady faktorov ovplyvňujúcich organizmy a vzťahy medzi nimi.

HODNOTENIE (CCA 5 MIN.)

Zámer: Upevniť poznatky žiakov o vzájomných vzťahoch medzi organizmami, organizmami a prostredím a diskutovať o dôsledkoch narušenej rovnováhy a spôsoboch riešenia problému.

Plynule nadväzujte na tému a pýtajte sa žiakov, ako pomohlo modelovanie odpovedať na otázky. Vráťte sa k žiackym výstupom modelovania, zisťujte porozumenie a slovné komentujte žiacke výstupy.



Obrázok 28 Slizovec iberský (*Arion lusitanicus*)
Ilustračná fotografia

Zdroj: http://www.sopsr.sk/invazne-web/?page_id=128

Poznámka

Slizovec iberský (*Arion lusitanicus*) sa začal rozširovať po Európe z Pyrenejského polostrova asi pred 30 rokmi, „cestujúc“ vo forme vajíčok v pôde rastlín v kvetináči. Tento spôsob je dodnes hlavným zdrojom zavlečenia. Vyskytuje sa na celom území Slovenska, kde nemá prirodzeného nepriateľa, preto sa rýchlo množí a dokáže sa veľmi rýchlo šíriť. Ide o všežravého mäkkýša, ktorý je aresívnejší ako slovenské slizovce, ktoré napáda a žerie. V záhrade sa vo veľkej miere podieľajú na likvidácii zelených listov a rastlín a ich plodov, čím spôsobujú straty na úrode.

2.1.2 Doplnujúce informácie

Dôsledky zavlečenia kráľika divokého do Austrálie

Hoci je králik divoký (*Oryctolagus cuniculus*) vo svojej pôvodnej domovine v južnej Európe v niektorých oblastiach dokonca na pokraji vyhynutia, mimo Európy sa považuje za invázny druh. V Austrálii je radený medzi najnebezpečnejšie invázne druhy vôbec, jeho premnožená populácia spôsobuje obrovské škody a kontrola jeho populácie si vyžaduje pravidelne veľké finančné prostriedky zo štátneho rozpočtu. Viac ako 200 rokov trvajúca invázia je klasickou ilustráciou živočíšnej invázie, jej deštruktívneho vplyvu na pôvodné ekosystémy a tiež toho, ako s ňou človek má (aj nemá) bojovať. Európsky králik divoký sa dostal do Austrálie s prvými loďami v roku 1788 a potom bol zavlečený do Tasmánie. Prvé divoko žijúce populácie boli zaznamenané v roku 1827 v juhovýchodnej Tasmánii. Rápidny rast králikov divokých však začal až v roku 1859, keď austrálsky farmár Thomas Austin priviezol 24 králikov a 5 zajacov a na Vianoce ich vypustil na svoj pozemok vo Viktórii. Z tohto parku sa králiky postupne rozšírili na sever a na západ a v roku 1866 boli objavené v Kapundii v južnej Austrálii. V priebehu 15 rokov sa rozšírili do Nového Južného Walesu a ich populácia vzrástla na odhadom 2 milióny jedincov. Už v roku 1890 dosiahli populácie králikov niektorých oblastiach taký kritický počet, že nimi spôsobené škody začali dosahovať obrovské rozmery a ľudia pochopili, že je potrebné zasiahnuť. Bola už však neskoro a situácia sa vymkla kontrole.

Početné populácie králikov pre svoje prežitie spotrebujú enormné množstvo vegetácie, čo pripravuje dobytok a pôvodné bylinožravce o potravu. Dochádza tiež k rozsiahlej erózii a zosuvu úrodnej pôdy. Celkové finančné škody sa pre poľnohospodárov vyčísľujú na viac ako pol miliardy eur ročne. Katastrofálny je vplyv premnožených králikov na domácu faunu, ktorá nemá šancu v takejto konkurencii, ktorá jej likviduje potravu, obstáť. Králikom sa pripisuje omnoho väčší podiel na vymiznutí takmer 1/8 všetkých pôvodných druhov cicavcov v Austrálii (ku ktorému došlo v priebehu 20. storočia), teda väčší podiel ako všetkých zavlečených predátorov dohromady.

Prvotné pokusy o zníženie počtu králikov sa zameriavali na využitie prirodzenej konkurencie malých klokanov wallaby a pôvodných dravcov, ktorí mali králikov považovať za korisť. Tieto predpoklady však boli mylné a neuspeli ani pokusy s jedmi, pascami a cieleným lovom. Nasledoval zdanlivo logický krok so snahou nastoliť rovnováhu, a to redukcia počtu králikov cez prirodzených predátorov. Neuvážené nasadenie líšok a mačiek je považované za jeden z najhorších prípadov, kedy sa snaha napraviť predchádzajúce chyby zvrhla vďaka ďalším chybám v znásobení katastrofy. Oba druhy sa tiež enormne premnožili a rozšírili zoznam najnebezpečnejších inváznych druhov. Líšky a mačky síce lovia králiky aj v austrálskych podmienkach, ale uprednostňujú konzumáciu pôvodných drobných vačkovcov (napr. malých klokanov a pod.) a vtákov, ktoré sú ľahšou korisťou ako rýchly králik. Niektoré druhy drobných vačkovcov boli v dôsledku invázie líšok a mačiek ohrozené vyhynutím. Nasledoval pokus o zastavenie rozširovania oblasti zamorenej králikmi pomocou plotu. V roku 1907 západo-austrálska vláda dokončila najdlhší plot proti králikom na svete, dlhý 1833 kilometrov. V dobe, keď bol plot dokončený, však bolo na druhej strane toľko králikov, že nemal žiadny význam. Boj s králikmi prešiel do ďalšieho štádia.

V 50-tych rokoch 20. storočia bol v Austrálii vysadený vírus myxomatózy. Hoci sa populácia králikov pôsobením vírusu znižovala, bolo jeho ďalšie použitie zamietnuté pre neúčelnosť. Neskôr však bolo prehodnotené opätovné použitie tohto vírusu. Skúšobné verzie sa testovali v Británii, Dánsku, Švédsku a južnej Austrálii. Tie však boli neúspešné a neskôr bol vyvinutý vírus, ktorý mal byť efektívny iba na určité živočíšne druhy. *Myxoma* vírus bol nakoniec uvoľnený na piatich rôznych miestach v údolí rieky Murray v južnej časti Nového Južného Walesu. Na začiatku bol veľmi účinný a až 99,9% nakazených králikov zahynulo a celková populácia králikov klesla zo 600 na 100 miliónov. Vírus však podliehal náhodným mutáciám. Králiky nakazené účinnejšou variant hynuli a s nimi aj vírus. Menej účinné varianty sa šírili ľahšie a imunizovali proti tým nebezpečnejším. Okrem toho sa prirodzeným výberom vyseletovali iba tie odolnejšie králiky. Nakoniec zostal iba variant vírusu s účinnosťou necelých 40%. Králiky sa uzdravili a po určitej dobe začali ich počty opäť narastať. (Pozn.: Toto je obecný princíp, ako takéto prirodzené alebo umelo vyvolané epidémie fungujú a predpoklad, že by to niekedy mohlo byť inak, je dosť pochybný a je možné očakávať maximálne iba dočasné zníženie populácie králikov.) V roku 1957 bola v Austrálii vypustená európska kráľčica blcha a v roku 1966 znovu vírus myxomatózy. Výsledok bol tentokrát podstatne menej viditeľný a krátkodobý. V roku 1995 bol vypustený calicivírus, ktorý síce znížil populáciu králikov (na niektorých územiach usmrtil až 80% králikov), ale po určitej dobe sa stavy opäť obnovili. Posledné snahy sa zameriavajú na vývoj imuno-antikoncepčného vírusu, ktorý by mohol byť úspešnejší.

Upravené podľa:

https://cs.wikipedia.org/wiki/Invaze_kr%C3%A1l%C3%ADka_divok%C3%A9ho_v_Austr%C3%A1lii

Podrobnejšie vysvetlenie vytvoreného modelu v softvéri COACH, ktorý znázorňuje vzťah líšok a zajacov, je uvedené v osobitnej prílohe k metodike a tiež na stránke:

https://globalchange.umich.edu/globalchange1/current/labs/Lab7_PredatorPrey/Pred_Prey.htm

Zdroje obrázkov:

https://cs.wikipedia.org/wiki/Invaze_kr%C3%A1l%C3%ADka_divok%C3%A9ho_v_Austr%C3%A1lii#/media/File:Wild_rabbit.jpg

https://cs.wikipedia.org/wiki/Zaj%C3%ADc_pol%C3%A1rn%C3%AD#/media/File:Arctic_Hare.jpg

https://cs.wikipedia.org/wiki/Li%C5%A1ka_pol%C3%A1rn%C3%AD#/media/File:Terianniq-Qaqortaq-arctic-fox.jpg

https://cs.wikipedia.org/wiki/Souboj_Bocian.jpg

https://cs.wikipedia.org/wiki/Ropucha_obecn%C3%A1#/media/File:Bufo_bufo_-_Erdkr%C3%B6te.jpg

2.2 KEDY JE LES ZDRAVÝ

<i>Tematický celok / Téma</i>	<i>ISCED / Odporúčaný ročník</i>
Modelovanie/Model vývoja lesa Nadväznosť: ŠVP Človek a príroda, Biológia, Organizmus a prostredie	ISCED3/1. ročník GY – SOŠ/lesnícke a poľnohospodárske odbory Informatika v prírodných vedách a matematike 2 vyučovacie hodiny
Ciele	
Žiakom osvojované vedomosti a zručnosti	Žiakom rozvíjané spôsobilosti
<ul style="list-style-type: none"> ■ Uviesť predpoklady vzniku a šírenia lesa ■ Rozpoznať na v modeli fázy vývinu lesa ■ Vysvetliť pojmy ekologická sukcesia a klimax ■ Vysvetliť potravné vzťahy medzi živočíchmi v lesnom ekotope ■ Diskutovať o význame zachovania prirodzenej rovnováhy v ekosystémoch 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Modelovať v programe ■ Formulovať hypotézy ■ Naprogramovať v jazyku Python model na overenie hypotéz ■ Modelovať vzťahy v lese pomocou softvéru Coach.
Požiadavky na vstupné vedomosti a zručnosti	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Poznať princípy informatického modelovania ■ Mať skúsenosť s modelovaním v danom softvéri ■ Poznať jednoduchý deterministický model jednej populácie ■ Definovať pojem prirodzená rovnováha ■ Uviesť príklady dôsledkov narušenia alebo výraznej redukcie lesného porastu 	
Riešený didaktický problém	
<p>Získať predstavu o dynamike vývoja a nastolení rovnováhy je dôležité, ak fungovaniu živých systémov počnúc metabolizmom bunky až po biosféru chceme skutočne porozumieť. Ak sa žiaci učia pozorovať javy len na základe opisu postupných krokov, môže byť pre nich ťažké pochopiť, ako dochádza k zmene systému z jedného stavu do druhého. Simulácia približuje dej kontinuálne a je názorná. Porozumenie sa ešte viac prehĺbi, ak žiaci naprogramujú vlastný model na základe podmienok, ktoré sami navrhnu. Zároveň vidia príklad uplatnenia digitálnych technológií a informatiky pri riešení biologického či ekologického problému: ako dlho bude trvať konkrétnym drevinám, kým vytvoria les, kedy sa poruší rovnováha v potravnom reťazci a pod.</p>	
Dominantné vyučovacie metódy a formy	Príprava učiteľa a pomôcky
<ul style="list-style-type: none"> ■ Riadené bádanie 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Počítač, inštalovaný Python, ■ softvér Coach (Coach 6 alebo Coach 7)
Diagnostika splnenia vzdelávacích cieľov	
Žiacka diskusia, Grafický výstup modelov.	

Autori: Katarína Kimáková, Anna Mišianiková

Metodika nadväzuje na tému „Zajace a líšky“, kde sa modeluje vzťah dravec – korisť pomocou softvéru Coach 6, v ktorom sú pripravené aj ďalšie modeli súvisiace s touto témou.

2.2.1 Model vývoja lesa

Priebeh výučby

ZAPOJENIE (CCA 5 MIN.)

Zámer: evokácia poznatkov o zdravom lesnom ekosystéme miešaného lesa v miernom pásme, typického aj pre územie Slovenska, diskusia smerujúca k výskumnej otázke.

Začnite premietnutím obrázkov (obr. 29) a iniciáciou diskusie:

OTÁZKA

Vo vysokých Tatrách ničí lesy silný vietor a vyskytol sa aj lesný požiar.

Čo usudzujete o príčinách týchto kalamít?



Obrázok 29 Kalamita a lesný požiar vo Vysokých tatrách
Ilustračné zábery

Nechajte žiakom možnosť vyjadriť svoj názor na uvedený problém a diskusiu smerujte k výskumným otázkam.

VÝSKUMNÉ OTÁZKY

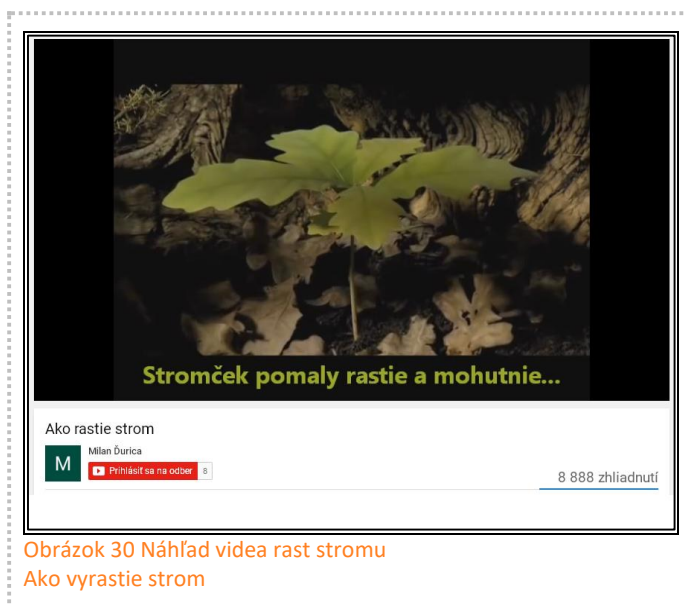
Ak by sme nechali les, aby sa obnovil sám a aký priebeh by mala jeho obnova?

Ako dlho by trvalo, kým by sa ustálila rovnováha v stave klimaxu?

SKÚMANIE (CCA 25 MIN.)

Zámer: Modelovať sukcesiu lesa s cieľom uvedomiť si, koľko času vyžaduje, kým nastane fáza klimaxu.

Premietnite žiakom video Ako vyrastie strom ([Ďurica, 2013](#)) (obr. 30).



Nech žiaci opíšu vlastnými slovami, čo na snímku videli. otázkami podporujte diskusiu.

OTÁZKY

- Čo je podmienkou, aby vyrástol zo semena malý stromček bez zásahu človeka?
- Prečo neprežijú okolo stromu všetky vyklíčené malé stromčeky?
- Ako dlho žijú stromy?
- Ak rastú v lese stromy rôznych druhov, ako to ovplyvňuje vývin lesa?
- Čo rastie v lese okrem stromov?

Vývin lesa budeme modelovať na príklade rastu stromov, nebudeme brať do úvahy krovitú a bylinnú etáž. Najprv si pozrite model animovaný model vývoja lesa (obr. 31):

<https://www.youtube.com/watch?v=axAJq2VL3UA> (Campillo, 2012)

Demonštrujte simuláciu žiakom a nech formulujú hypotézy, čo sa deje po požiari, ako sa začína regenerácia zhorieniska lesa.

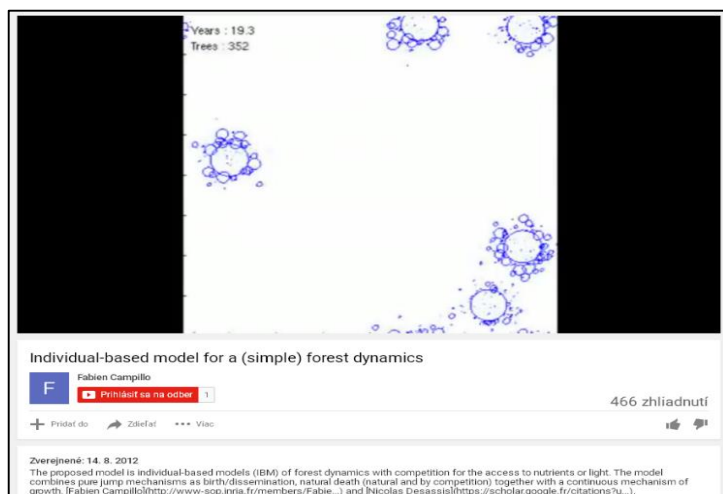
Niektoré semená v pôde mohli prežiť klíčia. Sami začnú tvoriť semená, ktoré vyklíčia v ich okolí. Koruny stromov navzájom konkurujú, zatienené stromčeky zaniknú. Rastú len tie, ktoré majú dostatok miesta a svetla. Po určitej dobe nastane dynamická rovnováha. Väčšina semenáčov zanikne, nové stromčeky rastú na mieste starých zaniknutých stromov.

ÚLOHA 1 – HYPOTÉZA

Formulujte hypotézu o vzniku a fázach vývoja lesa v prírodných podmienkach.

Akými etapami musí prejsť les, kým prirodzeným spôsobom narastie?

Navrhňte, čo všetko by mal brať model do úvahy.



Obrázok 31 Vizualizácia vývoja lesa
Model jednej populácie

Nakoniec môže byť v dialógu so žiakmi sformulovaná hypotéza o fázach vývoja lesa, napríklad:

1. fáza – klíčenie semien drevín (ktoré prežili požiar alebo ich preniesli na zhorenisko živočíchov),
2. fáza – rast prvých stromov (do veku tvorby semien),
3. fáza – zahusťovanie lesa (rast klíčenie nových stromov zo semien každý rok, prežijú tam, kde majú priestor),
4. fáza – rovnováha (staré stromy odumierajú a nahrádzujú ich mladšie).

Ďalším cieľom je v diskusii so žiakmi určiť podmienky, ktoré budú slúžiť ako podklad pre model.

Napríklad:

- 1) Pôjde o les z jedného druhu stromov.
- 2) Semenáčik vyklíči na nasledujúci rok po roku, keď sa semeno dostalo do zeme.
- 3) Strom začne tvoriť semená po 6.-tom roku svojho života. Každé zo semien má šancu nevyklíčiť (šanca nastavená na 33 %).
- 4) Vyklíčené semeno môže rásť maximálne 35 metrov (pixelov) od centra rodičovského stromu.
- 5) Strom žije 30 rokov, na jeho mieste vyklíči a vyrastie nový strom (strom môže nahradiť druhý, žiadne nastavenie nie je potrebné).
- 6) Každý strom starší ako 15 rokov má 25 % -nú šancu zaniknúť.
- 7) Priemer koruny rastie lineárne.
- 8) Jeden rok bude v našom modeli trvať 1 sekundu.
- 9) Každý rok padajú semená, z nich vyklíči okolo každého stromu toľko semien, koľko má strom rokov.

Nemusíte brať do úvahy všetky žiakmi navrhnuté podmienky, dohodnite sa podľa zručností žiakov, čo je podstatné pre model a čo sami navrhnu, že dokážu naprogramovať:

1. *parameter – počet stromov na začiatku – xls súbor – trees_stats.xls* – predstavuje graf súčasnej simulácie rastu a vývinu lesa (potreba zdrojových dát súboru trees_stat.csv)...

Ale nemusia program na hodine tvoriť.

Sprístupnite žiakom vopred vytvorený program pre znázornenie modelu vzniku a vývoja lesa v programovacom jazyku Python (e-príloha).

Program nielen vizualizuje model lesa, ale tiež vytvára graf súčasnej simulácie v MS Excell. Program môžu teda žiaci nielen modifikovať a všímať si výsledný efekt na model, ale aj analyzovať a interpretovať graf vo vzťahu k problematike vzniku a vývoja lesa.

Odporúčame si v Pycharme (konzola pre Python) vytvoriť nový projekt a otvoriť program. Do príkazového riadku je potrebné napísať: „**les.py číslo, kde číslo = konkrétne číslo**“ udávajúce počiatočný počet stromov, ktoré sa v lese zachovali po požiari. Príkaz teda bude vyzeráť napr.:

LES.PY 2; LES.PY 5; LES.PY 15.

ÚLOHA 2 – MODELUJTE V PROGRAME

Modifikujte podmienky modelu vzniku a vývoja lesa v programovacom jazyku Python, aký sme demonštrovali.

Ako by sa dal model zjednodušiť tak, aby zostalo to podstatné?

Dobré je zadať rozdielny počet stromov na začiatku a modelovať tak vývin lesa v prípade zachovania menšieho aj väčšieho počtu stromov. Tiež je vhodné, aby si žiaci pustili program viackrát a sledovali, ako sa v modeli zobrazujú zadané podmienky.

Pri vytvorení programu boli použité iba základné knižnice, nie je nutná externá inštalácia.

Diskutujte so žiakmi ako by zjednodušili model vytvorený v jazyku Python. Možno navrhnuť vynechanie niektorých krokov. Pýtajte sa, ako by sa tieto zmeny prejavili danom modeli.

Ktoré podmienky sú pre modelovanie najdôležitejšie a ktoré by sme mohli zanedbať?

Model je síce náročnejší, ale zohľadňuje čo najviac premenných, ktoré ovplyvňujú mieru, akou sa model podobá reálnemu stavu v lese. Samozrejme, žiaci možno navrhnuť aj ďalšie podmienky, ktoré model nezohľadňuje a môžete o nich so žiakmi diskutovať.

Program vzniku a vývinu lesa v programovacom jazyku Python zohľadňuje vyššie popísané podmienky:

```
FROM __FUTURE__ IMPORT DIVISION
IMPORT TKINTER AS TK
FROM TKINTER IMPORT *
IMPORT TIME
IMPORT SYS
IMPORT LOGGING
FROM RANDOM IMPORT RANDINT
IMPORT RANDOM

DEF REMOVE_TREE(DICT_TREES, KEY):
    R = DICT(DICT_TREES)
```

```

DEL R[KEY]
RETURN R

DEF FIND_NEW_SEED_LOCATION(X, Y, SIDE_INPUT):
    # ADDING NEW TREES AROUND TREE
    # SELECTING POSSIBLE AREA FOR NEW SEED LOCATION

    IF SIDE_INPUT == "RIGHT":
        SEED_COURSE = ["RIGHT"]
    ELIF SIDE_INPUT == "LEFT":
        SEED_COURSE = ["LEFT"]
    ELIF SIDE_INPUT == "UP":
        SEED_COURSE = ["UP"]
    ELIF SIDE_INPUT == "DOWN":
        SEED_COURSE = ["DOWN"]

    SIDE = RANDOM.CHOICE(SEED_COURSE)
    # UP
    IF SIDE == "UP":
        X = RANDINT(X-15, X+15)
        Y = RANDINT(Y + 30, Y + 35)
    # DOWN
    ELIF SIDE == "DOWN":
        X = RANDINT(X - 15, X + 15)
        Y = RANDINT(Y - 35, Y - 30)
    # RIGHT
    ELIF SIDE == "RIGHT":
        X = RANDINT(X - 35, X - 30)
        Y = RANDINT(Y - 15, Y + 15)
    # LEFT
    ELIF SIDE == "LEFT":
        X = RANDINT(X + 30, X + 35)
        Y = RANDINT(Y - 15, Y + 15)

    RETURN X, Y, SIDE

DEF REDRAW_FOREST():
    """
    :PARAM TREES: TREES DICTIONARY
    """
    GLOBAL CANVAS
    GLOBAL TREES
    GLOBAL TREE_ID
    GLOBAL NUMBER_OF_ALL_TREES

    BASIC_R_24 = "NO"

    FOR KEY IN LIST(TREES):
        X = TREES[KEY][0]
        Y = TREES[KEY][1]
        R = TREES[KEY][2]
        SIDE = TREES[KEY][3]
        NEW_TREE = "NO"

```

```

IF R > 30:
    TREES = REMOVE_TREE(TREES, KEY)
    TREES[KEY] = [X, Y, 1, "NO_SEEDS"]
    CONTINUE

CANVAS.CREATE_CIRCLE(X, Y, R, FILL="", OUTLINE="GREEN")
TREES[KEY] = [X, Y, R + 1, SIDE]

IF R >= 6:
    # AFTER 5 YEARS TREE START TO SPAWN SEEDS, ADDING ANOTHER SEEDS EACH YEAR
    IF SIDE == "CENTER":
        IF R == 8:
            NEW_TREE = "YES"
            SIDE = "UP"
        ELIF R == 16:
            NEW_TREE = "YES"
            SIDE = "DOWN"
        ELIF R == 24:
            BASIC_R_24 = "YES"
            NEW_TREE = "YES"
            SIDE = "RIGHT"
            SIDE2 = "LEFT"
        ELIF SIDE == "NO_SEEDS":
            PASS
        ELSE:
            IF R == 10:
                NEW_TREE = "YES"
            IF R == 20:
                NEW_TREE = "YES"
                IF SIDE == "DOWN":
                    SIDE = "RIGHT"
                ELIF SIDE == "RIGHT":
                    SIDE = "UP"
                ELIF SIDE == "UP":
                    SIDE = "LEFT"
                ELIF SIDE == "LEFT":
                    SIDE = "DOWN"
            IF NEW_TREE == "YES":
                NEW_TREE_X, NEW_TREE_Y, NEW_SIDE = FIND_NEW_SEED_LOCATION(INT(X),
INT(Y), SIDE)

                NEW_R = 1
                TREE_ID += 1
                TREES[TREE_ID] = [NEW_TREE_X, NEW_TREE_Y, NEW_R, NEW_SIDE]
                CANVAS.CREATE_CIRCLE(NEW_TREE_X, NEW_TREE_Y, NEW_R, FILL="",
OUTLINE="GREEN")

                NUMBER_OF_ALL_TREES += 1
                IF BASIC_R_24 == "YES":
                    NEW_TREE_X, NEW_TREE_Y, NEW_SIDE = FIND_NEW_SEED_LOCATION(INT(X),
INT(Y), SIDE2)

                    NEW_R = 1
                    TREE_ID += 1
                    TREES[TREE_ID] = [NEW_TREE_X, NEW_TREE_Y, NEW_R, NEW_SIDE]

```

```

CANVAS.CREATE_CIRCLE(NEW_TREE_X, NEW_TREE_Y, NEW_R, FILL="",
OUTLINE="GREEN")

BASIC_R_24 = "NO"
NUMBER_OF_ALL_TREES += 1

ELSE:
    PASS
IF R > 15:
    LIFE_OR_DEATH = RANDINT(0, 4)
    IF LIFE_OR_DEATH == 0:
        TREES = REMOVE_TREE(TREES, KEY)
        NUMBER_OF_ALL_TREES = NUMBER_OF_ALL_TREES - 1

DEF _CREATE_CIRCLE(SELF, X, Y, R, **KWARGS):
    """
    FUNCTION REPLACE CREATE_CAOL FUNCTION AND RETURNS CIRCLE, WITH
    X Y GIVES VALUS OD CENTER AND RADIUS
    :PARAM SELF:
    :PARAM X: X AXIS
    :PARAM Y: Y AXIS
    :PARAM R: RADIUS
    :PARAM KWARGS: ADDITIONAL PARAMETERS
    :RETURN: CIRCLE OBJECT
    """
    RETURN SELF.CREATE_OVAL(X - R, Y - R, X + R, Y + R, **KWARGS)

DEF MAIN(NUMBER_OF_TREES):
    TRY:
        NUMBER_OF_TREES = INT(NUMBER_OF_TREES)
    EXCEPT VALUEERROR:
        LOGGING.ERROR("{0}" IS NOT AN INTEGER, PLEASE INPUT INTEGERS ONLY AS PROGRAM
        ARGUMENT!!!".FORMAT(NUMBER_OF_TREES))
        LOGGING.ERROR("ENDING PROGRAM")
        SYS.EXIT(1)

GLOBAL CANVAS
GLOBAL TREES
GLOBAL TREE_ID
GLOBAL YEAR
GLOBAL NUMBER_OF_ALL_TREES

# CSV FILE WHICH HOLD STATISTICS
F = OPEN('TREES_STAT.CSV', 'W')
NUMBER_OF_ALL_TREES = NUMBER_OF_TREES
TREE_ID = NUMBER_OF_TREES + 1
# DISCTIONARY HOLDS ALL TREES RECORDS
TREES = {}

# IMPLEMENTING FIRST TREES INTO FOREST
FOR ITEM IN RANGE(1, NUMBER_OF_TREES + 1):
    X = RANDINT(100, 700)
    Y = RANDINT(100, 700)
    TREES[ITEM] = [X, Y, 1, "CENTER"]

```

```

# DEFINITION OF CANVAS
ROOT = TK.TK()

# SETTING CANVAS AS GLOBAL FOR FUTHER MANIPULATION INSIDE FUNCION CALCULATING ALL
TREES POSITIONS AND SIZE
CANVAS = TK.CANVAS(ROOT, WIDTH=800, HEIGHT=800, BORDERWIDTH=0,
HIGHLIGHTTHICKNESS=0, BG="WHITE")
CANVAS.PACK()

TK.CANVAS.CREATE_CIRCLE = _CREATE_CIRCLE

# FIRST YEAR
YEAR = 1

# DRAWING FIRST TREES

REDRAW_FOREST()
CANVAS.UPDATE()

FOR X IN RANGE(150):
    Y = X = 5
    TIME.SLEEP(0.1)
    IF X > 0 AND X % 1 == 0:
        YEAR += 1
        CANVAS.DELETE("ALL")
        REDRAW_FOREST()
        CANVAS.UPDATE()
        MY_LABEL1 = LABEL(TEXT="YEAR: {0}".FORMAT(YEAR - 1), BG="WHITE").PLACE(X=20,
Y=20)
        MY_LABEL2 = LABEL(TEXT="TREES: {0}".FORMAT(NUMBER_OF_ALL_TREES),
BG="WHITE").PLACE(X=20, Y=40)
        CANVAS.UPDATE()
        F.WRITE("{0};{1}\n".FORMAT((YEAR - 1), NUMBER_OF_ALL_TREES))
        BUTTON1 = BUTTON(TEXT="CLOSE", BG='GRAY', COMMAND=ROOT.DESTROY).PLACE(X=20, Y=750)
        CANVAS.UPDATE()
        ROOT.MAINLOOP()

        LOGGING.INFO("ENDING PROGRAM ...")
        SYS.EXIT(0)

IF __NAME__ == "__MAIN__":
    LOGGING.BASICCONFIG(LEVEL=LOGGING.DEBUG)
    LOGGING.INFO("STARTING PROGRAM ...")
    LOGGING.INFO("RUNNING PROGRAM WITH PARAMETER: {0} ... ".FORMAT(SYS.ARGV[1]))
    MAIN(SYS.ARGV[1])

```

Nechajte žiakom čas na prácu s programom. Môžu pracovať aj vo dvojiciach. Podľa úrovne svojich schopností program modifikujú alebo tvoria nový.

VYSVETLENIE (CCA 5 MIN.)

Zámer: Prezentať žiacke simulácie, nájsť odpoveď na hypotézu o vývine lesa, sprístupniť pojmy sukcesia a klimax.

Trieda sleduje jednotlivé žiacke simulácie alebo modifikácie – zjednodušenie už hotového programu, ktoré ich tvorcovia komentujú. Úlohou je rozpoznať na modeloch jednotlivé fázy, ktoré navrhli vo svojich hypotézach. Diskutujú a navrhujú vylepšenia. Porovnávajú vizuálnu podobu modelu a graf v MS Excell, diskutujú o výhodách a nevýhodách. Pýtajte sa žiakov na najdôležitejšie parametre pre vytvorenie modelu a čo je zanedbateľný detail.

Ekologické závery

Formou dialógu vysvetlite, že na požiarom uvoľnenej ploche nerastú len stromy, ktoré neskôr vytvoria les. Najprv sa darí rastlinám, ktorým vyhovuje veľa svetla a podmienky, ktoré tam sú. Postupne, ako rastú prvé stromy, sa miesto stane menej vhodné pre rastliny, ktoré tam práve rastú a stane sa vhodnejšie pre rastliny s odlišnými požiadavkami. Celé spoločenstvo sa postupne mení. Nakoniec prevládne úplne nová skupina rastlín, ktoré zvíťazili v boji o svetlo, vodu a živiny. V našom prípade sú to nakoniec stromy, môže to byť napríklad buk. Tento proces sa označuje pojmom **sukcesia**. Slovenský význam slova je následníctvo. Klimax je ustálené spoločenstvo, ktoré sa neustále samo **obnovuje**.

ROZPRACOVANIE (CCA 25 MIN.)

Zámer: Uvedomiť si, že organizmus žije v spoločenstve iných druhov. Modelovať v softvéri Coach.

ÚLOHA 3 – ROZŠÍRTE PROGRAM

Predstavte si, že v lese sa rozšíril škodca. Šíri sa kontaktom medzi stromami vo veku 20 rokov. Ak sa koruna stromu dostane v tomto veku do kontaktu s korunou nakazeného stromu, strom ochorie a vyschne.

Ako by vyzerala simulácia po doplnení tohto škodcu?

Diskutujte so žiakmi nad riešením úlohy, niektorí žiaci môžu mať záujem doplniť program. Priebežne kontrolujte, ako sa im darí riešenie úlohy. V programe môžu nastaviť napr. kratší čas života stromov a pod. V tejto časti môžete žiakom, ktorí nie sú zruční v jazyku Python, ukázať model v softvéri Coach, ktorý ponúka vopred pripravené simulácie pre rôzne predmety, vrátane biológie.

Cesta k interaktívnym simuláciám v softvéri Coach 6 alebo Coach 7:

Súbor – Otvor – Modelovanie – Modely z biológie.

Môžete doplniť modelovanie vývinu lesa o modely súvisiace s lesom:

1. Zmeny počtu stromov v čase, ak sa stromy v priebehu jeho rastu každoročne vyrúbavajú (*Modelovanie v softvéri Coach 6: Modely z biológie — Stromy*)
2. Zmeny počtu lariev mory (*Modelovanie v softvéri Coach 6: Modely z biológie — Larvy*).

Diskutujte so žiakmi o faktoroch, ktoré narušujú rovnováhu lesa a organizmov v lese a o tom, ako by bolo možné prispieť k nastoleniu rovnováhy.

Podobne môžeme modelovať aj vzťah medzi živočíchmi v potravnom reťazci, viď Poznámka. Vhodný je aj model zobrazujúci vzťah medzi organizmami a prostredím (*napr. model: „Kapacita prostredia“*), ktorý vykresľuje reguláciu počtu myší pri limitujúcich podmienkach prostredia). Na základe porovnania vytvorených simulácií by mali žiaci zhodnotiť, ako sa správa organizmus, ktorý má neobmedzené podmienky pre rast a organizmus, ktorý závisí od dostupnosti potravy alebo je inak limitovaný. Žiaci by mali tiež vysloviť záver o tom, aký je vzťah medzi organizmami a lesom a aké sú dôsledky narušenia rovnováhy.

HODNOTENIE (CCA 10 MIN.)

Zámer: Žiaci majú hodnotiť, ako a čím im pomohli program modelu lesa a simulácia v Coach pri pochopení vzťahov v ekosystéme lesa. Zhrnúť odpovede na výskumné otázky.

Začnite zhrňujúcu diskusiu v ktorej si uvedomia význam modelovania. Môžu napríklad vyjadriť postreh, že keď model vývoja lesa sami vytvárali, museli viac premýšľať o detailnom členení procesu, kým pri vzhliadnutí simulácie vnímali hlavne sukcesiu (stromy sa šírili a zapájali do súvislých celkov) a klimax (les bol všade, ale stále bol dynamický).

OTÁZKY

- Ktorými fázami prechádza spoločenstvo lesa počas svojho vývoja?
- Ako sú v lese previazané rastliny a živočíchy?
- Vyjadrite rozdiel vo vnímaní fáz vývoja lesa keď ste videli hotovú simuláciu a keď ste ju mali sami vytvoriť.
- Čo môže narušiť rovnováhu medzi dravcom a jeho korisťou?
- Aké praktické uplatnenie by mohol mať model šírenia škodcov stromov v lese?

Vráťte sa k výskumným otázkam, zapíšte odpovede, ktoré žiaci navrhnu.

2.2.2 Doplnujúce informácie

Zdravie lesa

Pojem zdravie lesa označuje produktivitu lesných ekosystémov a ich schopnosť zotaviť sa z prírodných a človekom vyvolaných stresov. Význam lesov nemožno podceňovať. Naše prežitie závisí od lesov, od vzduchu, ktorý dýchame, až po drevo, ktoré používame. Okrem poskytovania životného priestoru pre zvieratá a osohu pre ľudí lesy zadržujú vodu chránia pred povodňami, zabraňujú erózii pôdy a zmierňujú zmeny podnebia. Je možné znížiť riziko katastrofického požiaru, ak dodržíme, že v lese sa nesmie klásť oheň. Zdravý les poznáme zvukom. Mali by ho obývať živočíchy, ktoré vydávajú zvuky rôznych frekvencií, čo môže znieť ako symfónia s mnohých rôznych hudobných nástrojov. V nezdravom lese je málo zvierat a je tichý.

V databáze v podobe webovej stránky <http://www.globalforestwatch.org/> (Forest Monitoring Designed for Action, 2020) je možné sledovať lesy vo svete, rozlohu, ich stav a ich využitie vo vzťahu ku krajine. Na túto stránku odkazujeme aj v metodike Kam letia sťahovavé vtáky v časti Biologické databázy, ale možno ju využiť aj tu, napríklad namiesto simulácie v Coach 6, ak ho nemáte k dispozícii. Žiaci v nej môžu hľadať rôzne informácie a grafické výstupy o lesoch na celom svete.

2.3 KEDY MÁ CHIRURG PRÁCU

<i>Tematický celok / Téma</i>	<i>ISCED</i>
Modelovanie/Model rastu bunkovej populácie Nadväznosť: ŠVP Človek a príroda, Biológia, Rozmnožovanie buniek	ISCED3/GY a SOŠ lesnícke, zdravotné a poľnohospodárske odbory Informatika v prírodných vedách a matematike 2 vyučovacie hodiny
Ciele	
<i>Žiakom osvojované vedomosti a zručnosti</i>	<i>Žiakom rozvíjané spôsobilosti</i>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Vysvetliť biologickú podstatu rastu nádoru ■ Porovnať rast ohraničeného plochého a sféroidného nádoru ■ Uviesť optimálne predpoklady a limity rastu bunkovej kultúry ■ Argumentovať v prospech preventívnych prehliadok na základe modelovania 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Formulovať hypotézu ■ Navrhnuť alebo optimalizovať model ■ Prezentovať výsledky
Požiadavky na vstupné vedomosti a zručnosti	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Poznať princípy informatického modelovania ■ Mať skúsenosť s modelovaním v jazyku Python ■ Načrtnúť schému mitózy ■ Popísať rastovú krivku populácie 	
Riešený didaktický problém	
<p>Žiaci už majú predstavu, že rast populácií organizmov ale aj buniek a živých štruktúr z nich nie je lineárny, ale zodpovedá rastovej krivke s lag fázou, exponenciálnou fázou a stacionárnou fázou. Najprv zisťujú, prečo je sférický nádor nebezpečnejší, než plochý. Žiaci upravujú vstupné premenné modelu v programe, aby videli, aké zmeny nastanú v raste modelovaného nádoru. Počítačový model, ktorý môžu modifikovať, pomôže žiakom utvoriť si názornú predstavu o rýchlosti rastu nádorov a uvedomiť si význam preventívnych prehliadok a vyšetrení.</p>	
<i>Dominantné vyučovacie metódy a formy</i>	<i>Príprava učiteľa a pomôcky</i>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Riadené bádanie 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Počítač s nainštalovaným prostredím Python, PhyCharm a pripojením na internet ■ Súbor s programom
Diagnostika splnenia vzdelávacích cieľov	
Grafický výstup modelov Žiacka diskusia	

Autori: Katarína Kimáková, Gabriela Andrejková

Metodika súvisí s ostatnými modelmi, aj tu sa jedná o simuláciu rastu a môžu sa zakomponovať do modelu aj ďalšie faktory.

2.3.1 Model rastu bunkovej populácie

ZAPOJENIE (CCA 5 MIN.)

Zámer: Oboznámenie žiakov s výskumnou otázkou, na ktorú môžu žiaci získať odpoveď modelovaním rastu živých štruktúr.

Začnite premietnutím ultrasonografického obrázku nádoru a oboznámte žiakov s problémom.



Obrázok 32 Ultrasonografický obraz nádoru v tkanive
Anonym

Rozvíjajte problém otázkami smerom k potrebe modelovať a porovnať rast plochého a rast trojrozmerného nádoru (obr. 32).

VÝSKUMNÁ OTÁZKA

Na preventívnej prehliadke zistil lekár pacientke ultrasonografickým vyšetrením dva malé ohraničené nádory. Jeden mal na snímku priemer 2 mm, druhý 5 mm. Označil ich ako benígne a pacientku predvolal o rok na kontrolu. Ukázalo sa, že obidva nádory zväčšili svoj priemer dvojnásobne: prvý na 4, druhý na 10 mm. Pacientku poslal na ďalšie vyšetrenie s poznámkou, že väčší nádor bude potrebné chirurgicky odstrániť.

Prečo s operáciou tak nesúril aj v prípade menšieho nádoru, ktorého priemer sa zväčšil tiež dvakrát?

Očakáva sa, že žiaci budú vyslovovať rôzne domnienky a predpoklady o tom, ako nádor rastie a kedy je už nebezpečný. Rozhovor vedzte tak, aby začali uvažovať o tvare nádorov, či je plochý alebo sféroidný. Niektoré nádory, napríklad niektoré typy kožných melanómov rastú na začiatku do plochy na povrchu kože, iné typy hneď do hĺbky a rýchlo metastázujú. V rôznych orgánoch môžu vzniknúť sféroidné nádory, ktoré zväčšujú svoj objem podobne ako rastúca guľa. Iné nádory majú nepravidelný tvar. Pre jednoduchosť modelovania budeme uvažovať o plochých nádoroch z jednej vrstvy buniek a o nádoroch v tvare gule, ktoré netvoria cievné elementy.

OTÁZKA

Usudzujte na základe svojich vedomostí o delení buniek.

Ktorý nádor rastie rýchlejšie, plochý alebo sféroidný? Zdôvodnite.

Doprajte žiakom na diskusiu o nádoroch čas.

SKÚMANIE (CCA 25 MIN.)

Zámer: Žiaci si majú uvedomiť ako sa množia bunky v kultúre a ako rastie nádor. Dohodnúť pravidlá, ktorými sa model rastu nádorov bude riadiť a modelovať rast pomocou agentov.

Pre lepšiu predstavu najprv spolu so žiakmi analyzujte, ako sa rozmnožujú v kultúre zdravé bunky.

OTÁZKA

Popíšte rastovú krivku.

Čo sa deje s bunkovou kultúrou v jednotlivých fázach vývoja kultúry?

V prípade, že žiaci nemajú vedomosti o raste populácie (ľudskej, živočíšnej) a nevedia sami rastovú krivku charakterizovať, môžeme urobiť krátky výklad:

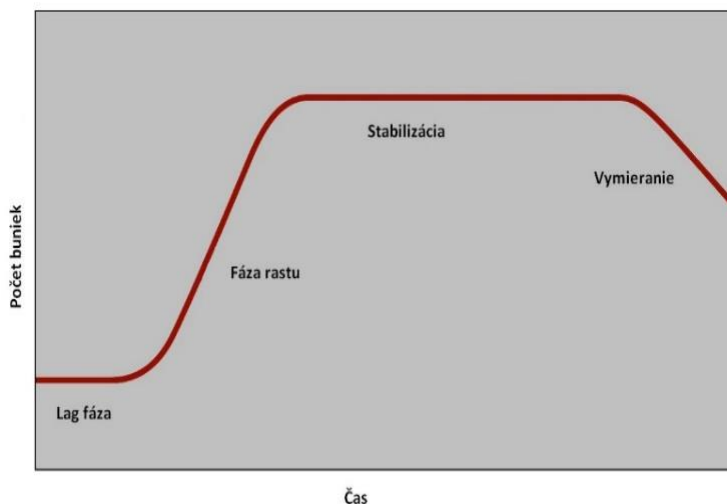
Predstavme si, že bunky – môžu to byť baktérie, alebo aj rastlinné bunky – umiestnime do tekutého živného média s optimálnym zložením. Najprv sa nemnožia, musia sa prispôbiť novým podmienkam. Je to lag fáza, obdobie, kedy sa bunky udomáčňujú v inom prostredí v porovnaní s tým, z akého boli odobraté. Potom sa bunky začnú vďaka dostatku živín, ktoré ich obklopuje, rýchlo množiť. Nastane exponenciálny rast (obr. 33).

Živiny v nádobe sa však vyčerpávajú. Čoskoro odumiera rovnaký počet buniek ako vznikne nových. Populácia je istý čas stabilizovaná. Bunky však potrebujú nové živiny, inak sa pomer obráti, počet odumierajúcich buniek bude rásť a populácia postupne vymiera.



A)

B)



Obrázok 33 Rast bunkovej kultúry rastliny

A) Bunková kultúra v kvapalnom médiu (foto K. Kimáková) B) Rastová krivka

Nádorové bunky bez vlastného zásobovania cievami čerpajú živiny z okolitého zdravého tkaniva, preto sa rýchlo množia na okraji nádoru a v strede odumierajú.

Spoločne so žiakmi dohodnite pravidlá ako základ pre model rastu nádorov.

Pravidlá pre model rastu nádoru:

- 1) Všetky bunky nádoru sú rovnako veľké.
- 2) Bunky sa delia mitoticky, materské bunky sa delia na dcérske bunky.
- 3) Bunky zostávajú spojené s nádorom, t. j. nádor nemetastázuje.
- 4) Každá bunka, ktorá nemá väzbu zo všetkých strán s inými nádorovými bunkami, dáva vznik dvom novým bunkám.



Obrázok 34 Rast bunkovej kultúry baktérií
Mliečne baktérie tvoria na povrchu pevného média kruhové kolónie
Zdroj: Anonym

Rast plochého nádoru sa deje podobne, ako keď kultivujeme bunky rastúce na v Petriho miske na povrchu živného média stuženého agarom (obr. 34). V tomto prípade je experimentálne prítomný lineárny rast. Kultúra rastie do kruhu. Plochý nádor sa šíri delením okrajových buniek plochy. Aj sféroidný nádor rastie delením okrajových buniek, ale šíri sa v tkanive do priestoru. Stred nádoru, kde bunky nemajú prístup k živinám, odumiera. Vnútorne bunky zostávajú živé len v prípade tých nádorov, v ktorých sa diferencujú cievy.

Žiaci pravdepodobne vlastnou úvahou prídu nato, že rýchlejšie budú pribúdať bunky sféroidného nádoru, pretože na povrch gule sa zmestí omnoho viac buniek, než na obvod kruhu s rovnakým priemerom. Preto pravdepodobne **vysslovia hypotézu, že sféroidný nádor rastie rýchlejšie.**

Žiakom zadajte prvú úlohu. Môžu ju riešiť individuálne alebo v dvojiciach. Príklad modelu je v e-prílohe metodiky. Žiaci ho už poznajú z informatickej časti predmetu. Môžu si ho otvoriť v programe PyCharm a vylepšovať ho.

ÚLOHA 1 – OPTIMALIZUJ MODEL

Modelujte rast plochého nádoru zmenou parametrov v sprístupnenom programe.

Žiaci môžu zobrazíť zdrojový kód alebo ho prekopírovať do PyCharm, meniť premenné a sledovať zmeny v grafickom zobrazení priemetu nádoru.

Poznámka

V skutočnosti záleží na tom, čo sledujeme. Ak budeme merať priemer nádoru, v rýchlosti rastu priemeru medzi plochým a sféroidným nádorom nebude nijaký rozdiel. Situácia sa však zmení, ak budeme sledovať objem alebo hmotnosť nádoru.

Nechajte na úsudok žiakov, čo použijú v modeli. Pri prezentácii modelu, ak niektorí sledovali priemer, iní objem, ďalší počet buniek na povrchu alebo na obvode nádoru, odhalia rozdiely aj samostatne. Výhodou práce v dvojiciach je možnosť priebežne spolu konzultovať riešenie, čím sa rozvíja schopnosť žiakov spolupracovať. Je menej riešení, ktoré je potrebné prezentovať alebo kontrolovať učiteľom. Nevýhodou môže byť zvýšený šum v triede.

VYSVETLENIE (CCA 22 MIN.)

Záver: Prezentácia optimalizovaných modelov a vyslovenie predbežného záveru k hypotéze.

Žiaci predstavia svoj model rastu nádoru do plochy a model rastu sféroidného nádoru. Mali by prísť nato, že bunky na obvode plochy pribúdajú rovnomerne, rast nádoru je teda lineárny. Rovnako to však platí aj o ploche povrchu gule. Napriek tomu je veľký rozdiel v počte mitoticky aktívnych buniek. Na obvode plochého nádoru je ich len zlomok, v porovnaní so sférickým nádorom. Pravdepodobne aj bez vyzvania sami prídu na toto riešenie výskumnej otázky a navrhnu vypočítať, povrch nádorov, resp., koľko buniek tvorí ich povrch. Druhá možnosť je, že navrhnu porovnať ich objem. Bežné ultrasonografické prístroje zobrazujú dvojdimenzionálny priemet nádoru.

Rast sféroidného nádoru a jeho priemet žiakom demonštrujete pomocou nasledujúceho modelu.

<https://www.youtube.com/watch?v=G9kd7ZEu494> (Macklin, 2012)

Poznamenajte, že model vytvoril profesionál a mal nato omnoho viac času, než oni na hodine. Použil agentovo orientované programovanie.

ROZPRACOVANIE (CCA 10 MIN.)

Záver: Potvrdiť odôvodnenosť rozhodnutia lekára.

Žiaci sa majú zamyslieť a v diskusii argumentovať, prečo vyžaduje väčší nádor urgentný zásah. Dôvodom je, že ak sa guľa zväčšuje, najviac rastie jej objem, menej povrch a najmenej polomer.

ÚLOHA 2 – OVER PREDPOKLAD

Vráťme sa k výskumnej otázke.

Lekár zistil pri vyšetrení priemer priemetu sférických nádorov 2 mm a 5 mm. Vypočítajte (pomocou on-line kalkulátora nájdeného na internete) a porovnajte povrch týchto nádorov.

Pri odpovedi na výskumnú otázku si žiaci musia uvedomiť, že lekár meral priemer nádorov a nie polomer, ktorý sa zadáva do výpočtu. Preto v grafe, ktorý použijú na formulovanie záveru, si musia uvedomiť, že aktuálny stav veľkosti väčšieho nádoru je pri hodnote $r = 5$ cm.

Výsledok je v tab. 3.

Polomer	Obvod	Povrch	Objem
r = 2 mm	C = 12,57 mm	S = 50,27 mm ²	V = 33,51 mm ³
r = 4 mm	C = 25,13 mm	S = 201,10 mm ²	V = 268,10 mm ³
r = 5 mm	C = 31,42 mm	S = 314,15 mm ²	V = 523,60 mm ³
r = 10 mm	C = 62,83 mm	S = 1265,64 mm ²	V = 4188,79 mm ³

Tabuľka 3 Porovnanie rozmerov nádoru

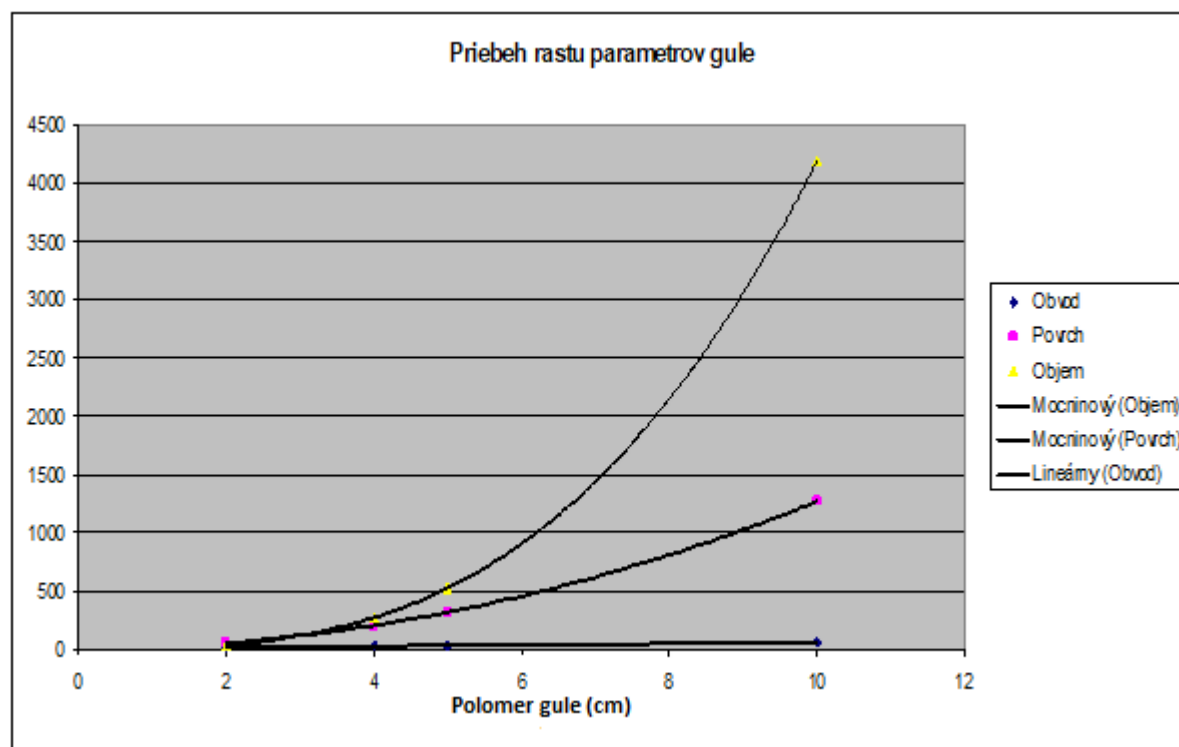
Obvod (C), povrch (S) a objem (V) sféroidného nádoru s polomerom r

Údaje nech žiaci transformujú žiaci do grafu (obr. 35).

ÚLOHA 3 – NAKRESLI GRAF

Pre porovnanie a názornosť nakreslite x-y závislosť (napr. v programe MS Excell) polomeru a povrchu gule (najbližšie k modelu sférického nádoru).

Skúste prekladať cez body jednotlivých radov rôzne trendové čiary. Ktorá zodpovedá vypočítaným parametrom rastu gule?



Obrázok 35 Grafické porovnanie rozmerov objemu, povrchu a obvodu gule
Nádor s priemerom 10 cm zodpovedá polomeru 5 cm

HODNOTENIE (CCA 20 MIN.)

Zámer: Zodpovedanie výskumnej otázky a hodnotenie vytvorených modelov.

Žiaci v diskusii, ktorú moderuje učiteľ, odvodí odpoveď na výskumnú otázku.

Rast povrchu a objemu sféroidného nádoru charakterizuje mocninová trendová čiara. Tá po miernom začiatku rastu prudko stúpa hore, kým polomer a obvod rastú lineárne. To vysvetľuje indikáciu chirurgického zásahu pri zistení zväčšenia priemeru nádoru na 10 mm. Objem nádorov s priemerom nad 5 mm, v prípade ak rastú, sa začína rýchlo zväčšovať. Preto je potrebné, aby ich lekár sledoval, a to aj tie, ktoré zatiaľ nemajú tendenciu rásť.

Oporné otázky do diskusie:

OTÁZKY

- Aká je odpoveď sa núka na úvodnú otázku po zvážení výsledkov modelovania rastu nádorov?
- Prečo lekár odporučil pacientke odstrániť nádor čo najskôr operáciou?
- Čo by sa dialo s nádorom ďalej, keby pacientka operáciu odmietla?
- Aký je význam včasných preventívnych prehliadok pre diagnostiku a liečbu nádorových ochorení?

Žiaci diskutujú o význame pravidelných preventívnych prehliadok u obvodného lekára a ak je to potrebné, aj u odborného lekára, pre zvýšenie úspešnosti liečby nádorových ochorení. Na záver nech žiaci vyhodnotia, ktorý z vytvorených modelov im najlepšie pomohol porozumieť rastu nádorov a získať odpoveď na otázku v úvode.

2.3.2 Doplnujúce informácie

Čím sa odlišuje nádorová bunka od zdravej?

Nádorové bunky vznikajú aj v zdravom organizme. Ak sa bunky množia v tkanive tak, že vznikajúci novotvar je presne ohraničený, hovoríme o benígnom, čiže nezhubnom nádore. Nebezpečný môže byť predovšetkým ak tlačí na niektorú životne dôležitú oblasť, napríklad v mozgu. Naopak ak nádor nie je presne ohraničený a bunky, z ktorých je vytvorený, majú sklon uvoľňovať sa z neho, označujeme ho ako malígny alebo zhubný nádor. Za normálnych okolností bunky v tkanive navzájom komunikujú, prebieha medzi nimi tok informácií aj látok. Ak je zdravá bunka obkolesená normálnymi bunkami, bunka nie je stimulovaná k deleniu. V prípade, že tkanivo stratí časť buniek, napríklad v dôsledku poranenia, bunky nedostávajú signál na zastavenie rastu od susedných buniek, čo vedie k ich deleniu. Akonáhle však nové bunky nahradia chýbajúce, obnoví sa komunikácia medzi nimi a bunky sa prestanú množiť. Kontaktná inhibícia zabezpečuje konštantný počet buniek v tkanive. Najvýznamnejšou vlastnosťou malígnych nádorových buniek je ich schopnosť rásť, množiť sa, a hlavne prerastať tkanivo, v ktorom vznikli. Využívajú na to špecifické látky, ktoré ničia pevné väzby medzi bunkami. Takto vstupujú aj do krvného obehu a lymfatického systému, ktorými sa dostanú do iných orgánov v tele, a tam sú schopné ďalej rásť a množiť sa. Takto vznikajú metastázy. Väčšinu nádorových buniek v tele včas odhalí a zničí imunitný systém. Ako sa však niektorým nádorovým bunkám podarí oklamať túto kontrolu a vyhnúť sa zničeniu, doteraz nie je dostatočne objasnené (Tomka, 2003).

2.4 DÁTE SA ZAOČKOVAT?

<i>Tematický celok / Téma</i>	<i>ISCED</i>
Modelovanie/ Model šírenia infekcie Nadväznosť: ŠVP Človek a príroda, Biológia, Mikrosvet: virológia, bakteriológia, profylaxia	ISCED3/GY a SOŠ lesnícke, zdravotné a poľnohospodárske odbory Informatika v prírodných vedách a matematike 2 vyučovacie hodiny
<i>Ciele</i>	
<i>Žiakom osvojované vedomosti a zručnosti</i>	<i>Žiakom rozvíjané spôsobilosti</i>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Uviesť podmienky šírenia infekčnej nemoci ■ Definovať pojmy inkubačná doba a epidémia ■ Vysvetliť princíp vzniku rezistencie ■ Diskutovať o význame vakcinácie 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Formulovať hypotézu ■ Navrhnuť model na overenie hypotézy ■ Konštruovať/optimalizovať model ■ Formulovať záver vo forme argumentu
<i>Požiadavky na vstupné vedomosti a zručnosti</i>	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Poznať princípy informatického modelovania ■ Poznať jednoduchý deterministický model jednej populácie ■ Definovať vakcináciu ako súčasť profylaxie ■ Uviesť príklady ochorení, ktorým sa predchádza v SR povinnou alebo dobrovoľnou vakcináciou 	
<i>Riešený didaktický problém</i>	
<p>V súčasnosti rastie trend odmietať povinné očkovanie detí a podceňovať následky nebezpečných ochorení. Vzniká ilúzia, že ak sa nemoc niekoľko rokov u nás nevyskytla, celkom vymizla a nie je potrebné chrániť sa pred ňou očkovaním. Modelovaním šírenia infekcie pred a po zásahu vakcináciou získajú žiaci predstavu, ako sa epidémia správa. Model ako názorný príklad účinnej miery ochrany populácie vakcináciou môže ovplyvniť ich postoje k povinnému očkovaniu.</p> <p>Model šírenia infekcie nadobudol na svojom význame pandémiou nového koronavírusu spôsobujúceho ochorenie COVID-19.</p>	
<i>Dominantné vyučovacie metódy a formy</i>	<i>Príprava učiteľa a pomôcky</i>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Riadené bádanie ■ Diskusia 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Počítač s nainštalovaným prostredím Python/PyCharm a pripojením na internet ■ Súbor s programom
<i>Diagnostika splnenia vzdelávacích cieľov</i>	
<p>Grafický výstup modelov</p> <p>Závery žiackej diskusie</p>	

Autori: Katarína Kimáková, Anna Mišianiková

Žiaci sa v informatickej časti predmetu už stretli s modelom jednodruhovej populácie, ktorý je základom epidemiologického modelu SIR. Metodika tiež súvisí s nasledujúcou témou „Nie je vírus ako vírus“ v časti Biologické databázy, ale jedna nepodmieňuje druhú.

2.4.1 Model šírenia infekcie

Priebeh výučby

ZAPOJENIE (CCA 5 MIN.)

Zámer: Zistenie stavu poznatkov žiakov o pôvodcoch a šírení infekčných ochorení prostredníctvom diskusie o probléme.

VÝSKUMNÁ OTÁZKA

V SR existuje systém povinných očkovaní ako prevencia epidémie nebezpečných infekčných ochorení. Čoraz viac rodičov malých detí, a to nielen u nás, ale aj v okolitých krajinách, očkovanie odmieta. Často argumentujú tým, že ak sa ochorenie už niekoľko rokov nevyskytlo, je zbytočné riskovať zdravotné komplikácie, ktoré sa v zriedkavých prípadoch môžu u detí po vakcinácii objaviť.

Majú pravdu?

Najprv nechajte žiakom možnosť vyjadriť svoj názor na uvedený problém, ale nenechávajte ich dlho diskutovať. Pozornosť a úvahy žiakov smerujte k infekčným ochoreniam, ktoré sa šíria z človeka priamo na človeka a majú závažný až život ohrozujúci priebeh.

V súčasnosti je v popredí pandémie COVID-19, no môžu odznieť aj poznámky týkajúce sa nepovinného očkovania proti chrípke. Možno žiaci spomenú aj očkovanie proti kliešťovej encefalitíde. Povedzte žiakom, že aj táto prevencia má veľký význam, ale že dnešná téma bude zameraná len na ochorenia, ktoré nepotrebujú prenášača (v uvedenom prípade je ním kliešť), ale šíria sa priamym kontaktom ľudí a to nielen dotykom, ale aj prostredníctvom predmetov či vzduchu.

OTÁZKY

- Čo vlastne očkovanie, iným slovom **vakcinácia**, je?
- Proti ktorým ochoreniam sa deti na Slovensku povinne očkujú?
- Čo je pôvodcom týchto ochorení?
- Prečo je očkovanie proti nim potrebné?

Prejdite do riadeného rozhovoru otázkami:

Možno bude potrebné pripomenúť rozdiel významu pojmov vakcinácia a profylaxia = prevencia infekčných ochorení, okrem vakcinácie zahŕňa aj hygienické opatrenia

Otvorte očkovací kalendár pre aktuálny rok <http://www.uvzs.sk/kalendar/> premietnite ho. Žiaci si môžu kalendár otvoriť aj na počítači, s ktorým pracujú.

Poznámka

Očakáva sa, že žiaci budú vedieť na základe úvahy a svojich skúseností s očkovaním vlastnými slovami odôvodniť potrebu očkovania a uviesť príklad niektorých ochorení, proti ktorým je očkovanie povinné. Pravdepodobne si nebudú uvedomovať závažnosť niektorých ochorení ako sú záškrt, detská obrna a pod. pretože v súčasnosti absentuje skúsenosť s nimi práve vďaka povin/nému očkovaníu. Pri poklese zaočkovanosti populácie v niektorej krajine sa objavujú správy o prepuknutí infekcií osýpok, čierneho kašľa a iných závažných infekčných ochorení. Aj tieto informácie sa dajú pri rozhovore využiť.

Požiadajte žiakov, aby vyslovili hypotézu, za akých okolností sa stane, že sa v nezaočkovanej populácii niektoré ochorenie objaví a rozšíri.

ÚLOHA 1 – FORMULUJTE HYPOTÉZU

Nájdite na stránke Úradu verejného zdravotníctva Slovenskej republiky kalendár povinných očkovaní pre aktuálny kalendárny rok a porovnajte údaje v ňom so svojimi poznatkami o povinnom očkovaní. Odpovedzte na nasledujúce otázky:

Akou cestou sa infekcia v prípade jednotlivých ochorení rozširuje?

Kedy hovoríme o epidémii?

Formulujte hypotézu, kedy hrozí, že niektorá z ochorení prepukne a začne sa v populácii nezaočkovaných ľudí šíriť vo forme epidémie.

Nechajte žiakov vyslovovať predpoklady, kým nevyjadria tieto:

- 1) Infekcia sa dostane do sledovanej populácie kontaktom s nakazeným človekom z krajiny, kde je nízka úroveň profylaxie.
- 2) Podiel zaočkovaných ľudí v populácii klesne pod kritickú hodnotu.

SKÚMANIE (CCA 30 MIN.)

Zámer: Aplikovať / naprogramovať model SIR

Šírenie epidémie si žiaci vedia najlepšie predstaviť na príklade chrípky. Preto situáciu budeme modelovať na tomto príklade. Chrípkový vírus je veľmi premenlivý a imunita voči chorobe, ktorú získavame jej prekonaním, resp. očkovaním proti chrípke, je iba dočasná.

ÚLOHA 2 – MODELUJTE

Ako sa šíri infekcia, ak ten, kto ju prekoná, získava imunitu?

Modelujte situáciu šírenia infekcie na príklade šírenia chrípky v škole.

- a) Navrhňte formálny opis modelu.
- b) Navrhňte/modifikujte program v jazyku Python.

Model SIR

Dohodneme so žiakmi podmienky:

- 1) Počet jedincov v populácii bude konštantná.
- 2) Ochorenie sa prenáša z človeka na človeka pri kontakte.
- 3) Za nakažlivého budeme považovať každého infikovaného, aj keď sa u neho ešte neprejavili príznaky (do modelu nezakomponujeme inkubačnú dobu).
- 4) Ten, kto infekciu prekonal, získava odolnosť.

Žiaci môžu modelovať programom v jazyku Python alebo v prostredí Coach/Modelovanie.

S – citliví jedinci bez odolnosti, môžu sa nakaziť

I – infikovaní jedinci, pri kontakte šíria ochorenie

R – odolní jedinci, prekonalí chorobu a získali imunitu

Podľa zručností žiakov volíme stupeň náročnosti postupu:

- 1) skopírujú a menia v ňom parametre
- 2) navrhnu algoritmus a program
- 3) naprogramujú vlastný matematický opis
- 4) môžu modelovať v softvéri Coach
- 5) robia simuláciu on-line v aplikácii voľne prístupnej na internete

Ak nie sú žiaci ešte spôsobilí samostatne naprogramovať model v jazyku Python, môžu prepísať alebo prekopírovať do PyCharm nasledujúci program ([Linge & Langtangen, 2016](#)).

Pri spustení spravidla vyžaduje doinštalovať moduly **numpy** a **matplotlib** (návod v e-prílohe, Zistite vopred, či je to potrebné).

Po spustení-zelený trojuholník na lište PyCharm, vykreslí program graf priebehu infekcie (obr. 18).

Zmenou hodnôt S, I a R (Initial condition) v programe sa zmení aj priebeh grafu.

Možné riešenie pre šírenie chrípky v škole v jazyku Python:

```
FROM NUMPY IMPORT ZEROS, Linspace
IMPORT MATPLOTLIB.PYLOT AS PLT
# TIME UNIT: 1 H
BETA = 10./(40*8*24)
GAMMA = 3./(15*24)
DT = 0.1          # 6 MIN
D = 30            # SIMULATE FOR D DAYS
N_T = INT(D*24/DT) # CORRESPONDING NO OF HOURS

T = Linspace(0, N_T*DT, N_T+1)
S = ZEROS(N_T+1)
I = ZEROS(N_T+1)
R = ZEROS(N_T+1)
```

```

# INITIAL CONDITION
S[0] = 50
I[0] = 1
R[0] = 0

# STEP EQUATIONS FORWARD IN TIME
FOR N IN RANGE(N_T):
    S[N+1] = S[N] - DT*BETA*S[N]*I[N]
    I[N+1] = I[N] + DT*BETA*S[N]*I[N] - DT*GAMMA*I[N]
    R[N+1] = R[N] + DT*GAMMA*I[N]

FIG = PLT.FIGURE()
L1, L2, L3 = PLT.PLOT(T, S, T, I, T, R)
FIG.LEGEND((L1, L2, L3), ('S', 'I', 'R'), 'UPPER LEFT')
PLT.XLABEL('HOURS')
PLT.SHOW()
PLT.SAVEFIG('TMP.PDF'); PLT.SAVEFIG('TMP.PNG')

```

V modeli môžu žiaci simulovať zmenou parametrov rôzne rýchle šírenie choroby.

VYSVETLENIE (CCA 10 MIN.)

Zámer: Diskutovať o prejavoch a dôsledkoch šírenia nebezpečných ochorení, ak by populácia nebola pred nimi dôsledne preventívne chránená očkovaním.

Žiaci môžu pracovať vo dvojiciach, potom každá dvojica referuje o svojich zisteniach a predpokladaných dôsledkoch.

ÚLOHA 3 – SIMULUJTE ŠÍRENIE INFEKcie

Analyzujte graf šírenia epidémie ak meníte parametre v hotovom programe.

Aký najmenší počet dní chrípkových prázdnin by stačilo na zastavenie šírenia chrípky?

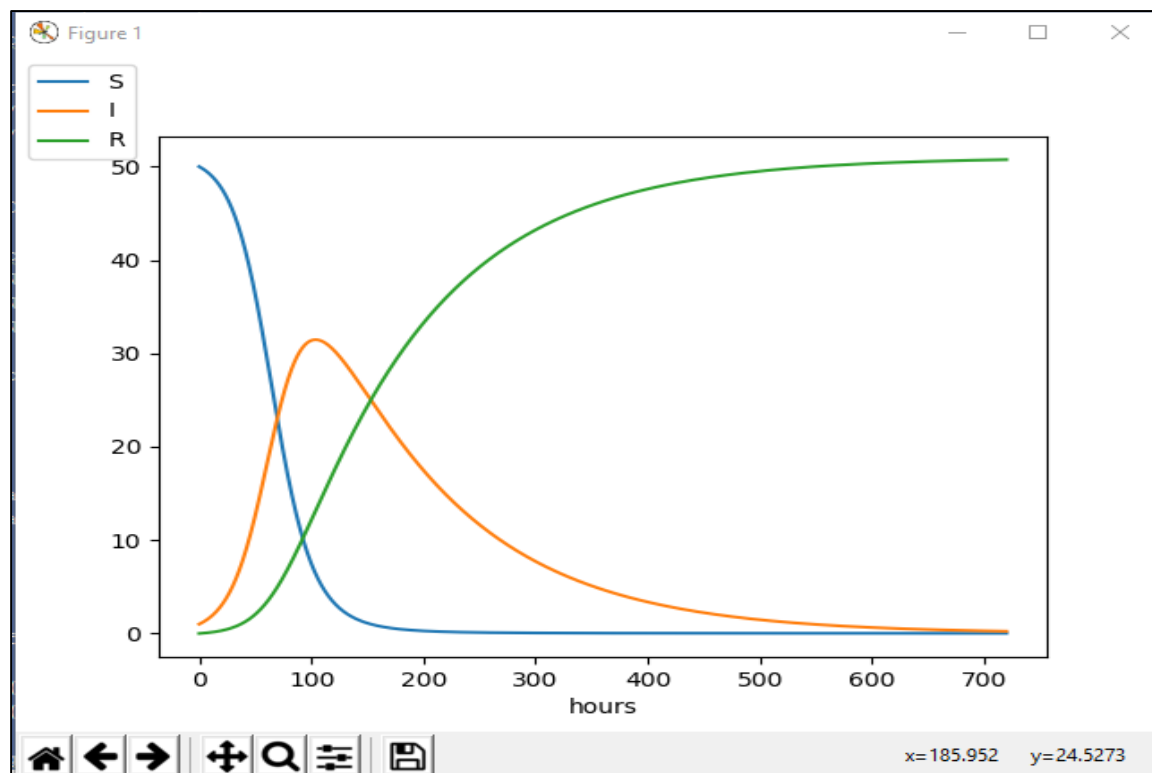
Simuláciu môžu robiť alternatívne pomocou modelu prístupnom na internete (Rost G. , 2011):

<http://demonstrations.wolfram.com/DynamicModelOfPandemicInfluenzaWithAgeStructureAndVaccinatio/>

Rozoberajte so žiakmi, ako model znázorňuje reálnu situáciu (obr. 36). Nechajte ich, nech na základe modelu kvalifikovane odhadnú minimálnu dĺžku chrípkových prázdnin, ktorá epidémiu zastaví.

Diskusia môže viesť aj k problematike pandémie koronavírusu. Žiaci môžu pozrieť aktuálny stav a súvisiace grafy, z ktorých sa dá odhadnúť trend.

<https://www.worldometers.info/coronavirus/>



Obrázok 36 Vymedzenie objektu na obraze
Výstup simulácie <http://demonstrations.wolfram.com>

ROZPRACOVANIE (CCA 25 MIN.)

Zámer Obohatiť model šírenia infekcie o prvok vakcinácie.

Riešte so žiakmi úlohu 4.

ÚLOHA 4

Zvoľte z očkovacieho kalendára jedno z ochorení. Nájdite informácie o jeho priebehu a prognóze.

Formulujte dôsledky pre zdravotníctvo a spoločnosť v prípade voľného šírenia tejto nákazy v populácii.

Po krátkej diskusii o dôsledkoch šírenia rôznych infekčných ochorení žiaci riešia úlohu 5. V programe menia vstupné hodnoty S , I , R a V , prezentujú výsledný graf (Linge & Langtangen, 2016).

ÚLOHA 5

V programe modelu šírenia infekcie a rezistencie pridajte prvok vakcinácie.

Testujte zmenou hodnoty parametrov, ako sa ochorenie v populácii správa pri rôznej miere jej zaočkovania.


```

# TIME UNIT: 1 H
BETA = 10./(40*8*24)
BETA /= 4 # REDUCE BETA COMPARED TO SIR1.PY
PRINT ('BETA:', BETA)
GAMMA = 3./(15*24)
DT = 0.1 # 6 MIN
D = 200 # SIMULATE FOR D DAYS
N_T = INT(D*24/DT) # CORRESPONDING NO OF HOURS
NU = 1./(24*50) # AVERAGE LOSS OF IMMUNITY
DELTA = 10 # START POINT OF CAMPAIGN (IN DAYS)
P_0 = 0.001
FROM NUMPY IMPORT ZEROS, Linspace
T = Linspace(0, N_T*DT, N_T+1)
S = ZEROS(N_T+1)
I = ZEROS(N_T+1)
R = ZEROS(N_T+1)
V = ZEROS(N_T+1)

DEF P(T):
    # RELY ON P_0, N, S, AND V AS GLOBAL VARIABLES
    RETURN P_0 IF (V[N] < 0.5*(S[0]+I[0]) AND T > DELTA*24) ELSE 0

# INITIAL CONDITION
S[0] = 50
I[0] = 1
R[0] = 0
V[0] = 0

# STEP EQUATIONS FORWARD IN TIME
FOR N IN RANGE(N_T):
    S[N+1] = S[N] - DT*BETA*S[N]*I[N] + DT*NU*R[N] - DT*P(T[N])*S[N]
    V[N+1] = V[N] + DT*P(T[N])*S[N]
    I[N+1] = I[N] + DT*BETA*S[N]*I[N] - DT*GAMMA*I[N]
    R[N+1] = R[N] + DT*GAMMA*I[N] - DT*NU*R[N]
    LOSS = INT(V[N+1] + S[N+1] + R[N+1] + I[N+1]) - \
           INT(V[0] + S[0] + R[0] + I[0])
    IF LOSS > 0:
        PRINT ('LOSS: %D' % LOSS)

FROM MATPLOTLIB.PY PLOT IMPORT PLOT, SAVEFIG, LEGEND, XLABEL, SHOW
PLOT(T, S, T, I, T, R, T, V)
LEGEND(['S', 'I', 'R', 'V'], LOC='UPPER RIGHT')
XLABEL('HOURS')
SAVEFIG('TMP.PDF'); SAVEFIG('TMP.PNG')
SHOW()

```

Prediskutujte so žiakmi výsledok modelovania.

HODNOTENIE (CCA 10 MIN.)

Záver: Odvodiť odpoveď na výskumnú otázku a posúdiť platnosť žiakmi vyslovenej hypotézy. Diskutovať o význame výsledku modelovania.

Odpoveď na hypotézu formulovanú žiakmi v úlohe 1

Študenti by mali modelovaním zistiť, aké percento populácie musí absolvovať očkovanie, aby sa infekčná choroba v populácii nevyskytovala ani v jej nezaočkovanej časti. Táto hodnota sa pohybuje

okolo 96 % zaočkovaných jedincov. Pri poklese počtu očkovaných pod túto hranicu sa úmerne zvyšuje riziko šírenia infekcie v nezaočkovanej časti populácie.

Záverečnú diskusiu žiakov usmerňujte k nasledujúcim témam:

- V každej populácii sa vyskytujú ľudia s ochoreniami, pre ktorých očkovanie predstavuje vysoké zdravotné riziko. Sú to najmä deti s vrodenými poruchami imunity a ľudia, ktorí sú liečení liekmi, ktoré imunitu potláčajú.
- Povinné očkovanie predstavuje ochranu pred potenciálne smrteľnými epidémiami. Dnešná populácia si už neuvedomuje, aká vysoká bola v minulosti úmrtnosť na infekčné ochorenia.
- Modelovaním sme zistili, že je nezodpovedné, aby zdraví ľudia odmietali povinné očkovanie a spoliehali sa na ochranu očkovanými osobami, teda nato, že sa aktuálne tieto nebezpečné ochorenia nevyskytujú.

2.4.2 Doplnujúce informácie

Animované vysvetlenia modelu SIR a aplikácie, ktoré môžete tiež použiť alebo odporučiť žiakom pre lepšie porozumenie:

Vysvetlenie modelu SIR v angličtine (Tanishq, 2016): https://www.youtube.com/watch?v=CkvSw_X0Hfw

Ako napísať program v Pythone (ComputationalScientist, 2017):

<https://www.youtube.com/watch?v=wEvZmBXqxO0>

Šírenie infekcie model s gušenými medvedíkmi (ExSciEd, 2013):

https://www.youtube.com/watch?v=CPcC4oGB_o8

Vysvetlenie hranice 95% pre ochranu očkovaním (Oxford VaccineGroup, 2012):

<https://www.youtube.com/watch?v=Eek5AZxBJlq>

Interaktívne dynamické modelovanie (Rost G. , 2011)

<http://demonstrations.wolfram.com/DynamicModelOfPandemicInfluenzaWithAgeStructureAndVaccination/>

Zdroje programov:

Programming for computation, on-line 3.7.2017 (Linge & Langtangen, 2016)

<http://hplgit.github.io/prog4comp/doc/pub/p4c-sphinx-Python/>

DATABÁZY

3. VEĽKÉ BIOLOGICKÉ DATABÁZY

Načo slúžia
biologické
databázy

Takzvané veľké dáta sú extrémne veľké súbory štruktúrovaných a neštruktúrovaných údajov a dát, ktoré môžu byť počítačovo analyzované, aby sa v nich odhalili vzorce, trendy a súvislosti, ktorých výstupom je nová informácia. Biologické dáta, ktoré sa takýmto spôsobom zbierajú, sú väčšinou štruktúrované.

Informácia je **údaj**, ktorý prijímaný subjekt považuje za podstatný a rozumie mu. **Dáta** sú väčšinou chápané ako štatistické fakty. Odrážajú stav reality v určitom časovom okamihu a preto sa nedajú meniť. Dajú sa len získať nové dáta o realite v inom časovom okamihu. Zmyslom spracovania dát je vytvorenie informácie. Nárast objemu dát a rýchlosť s ktorou sa vytvárajú a zhromažďujú vynútilo vznik veľkých databáz. Údaje často prichádzajú z viacerých zdrojov a vo viacerých formátoch, ktoré zjednocuje dátová forma. Pozostáva z číselných alebo znakových sekvencií a je ich možné triediť. Ukladajú sa on-line do databáz na výkonných serveroch a sú analyzované pomocou špeciálne navrhnutého softvéru na spracovanie takýchto dát. Aj programovací jazyk Python disponuje voľne dostupnými nástrojmi určenými špeciálne na biologické výpočty (BioPython).

Príkladom expertných učiacich sa databáz je Pl@ntNet, celosvetová obrazová databáza na identifikáciu rastlín. Aplikácia Pl@ntNet je vyvíjaná vedcami z francúzskych výskumných organizácií (Cirad, INRA, Inria a IRD) zo siete *Tela Botanica* vďaka finančnej podpore nadácie Agropolis. Na Slovensku komunikuje v Slovenskom jazyku. Stačí si aplikáciu stiahnuť do mobilného telefónu, zvoliť zemepisnú polohu, odfotografovať rastlinu alebo jej časť, zadať, či je to list, kvet alebo kôra stromu a fotografia sa odošle. Z databázy sa vráti niekoľko podobných fotografií s vedeckým a slovenským (ak existuje) názvom zobrazenej rastliny. Fotografia novej neznámej rastliny putuje k odborníkovi na určenie. Ak na obrázku nie je rastlina, aplikácia vás nato upozorní. Rozpoznávanie, či na fotografii je rastlina, tvár človeka alebo iný biologický objekt nie je jednoduchá záležitosť. Biometria však má významné praktické uplatnenie.

Veľké komplexné databázy spájajú niekoľko samostatných subsystémov. Ako príklad uvádzame databázy americkej NCBI (National Center for Biotechnology Information). NCBI bola poverená vytvorením automatizovaných systémov na ukladanie a analyzovanie poznatkov molekulárnej biológie, biochémie a genetiky. Realizuje výskum s cieľom uľahčiť používanie databáz a softvéru vedcom a lekárom. Skúma pokročilé metódy počítačového spracovania informácií na analýzu štruktúry a funkcie biologicky dôležitých molekúl.

Ďalším typom databáz sú monitorovacie on-line databázy. Hlavným cieľom monitoringu je dočasný zápis zmien dôležitých ukazovateľov z pohľadu ekológie a životného prostredia. Pravidelná aktualizácia umožňuje monitorovať dočasný rozvoj a zmeny vo vlastnostiach ekosystémov alebo migrácii živočíchov. Príklad je databáza webovej stránky EuroBirdPortal.

Riešené problémy:

- Navrhnuť referenčné body na biometrické rozpoznanie listov
- Nájsť genetickú sekvenciu v databáze NCBI Gen, vyhľadávať údaje pomocou filtrov
- Porovnať priebeh sťahovania vybraných druhov vtákov v Európe v rôznych rokoch

3.1 ZOZNÁMTE SA S RASTLINAMI

<i>Tematický celok / Téma</i>	<i>ISCED</i>
Biologické databázy/ Zanalostná databáza Nadväznosť: ŠVP Človek a príroda, Biológia, Biodiverzita	ISCED3/GY a SOŠ lesnícke, zdravotné a poľnohospodárske odbory Informatika v prírodných vedách a matematike 2 vyučovacie hodiny
Ciele	
Žiakom osvojované vedomosti a zručnosti	Žiakom rozvíjané spôsobilosti
<ul style="list-style-type: none"> ■ Pozorovať a opísať morfológické znaky rastlín ■ Identifikovať rastliny pomocou aplikácie PlantNet ■ Opísať rozsah databázy aplikácie PlantNet ■ Vysvetliť základný princíp biometrickej identifikácie ■ Navrhnuť referenčné body na rozpoznanie rastliny podľa listu 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Vysloviť predpoklad ■ Potvrdiť predpoklad pomocou on-line databázy ■ Filtrovať a vyhľadávať rastliny s použitím vlastných obrázkov ■ Konštruovať jednoduchý biometrický model
Požiadavky na vstupné vedomosti a zručnosti	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Opísať stavbu tela cievnatých rastlín ■ Ovládať základy fotografovania blízkyh objektov ■ Orientovať sa v základných pracovných úkonoch v digitálnom prostredí (vybrať, kopírovať, vkladať objekty) 	
Riešený didaktický problém	
Biometria sa dostáva do popredia pri identifikácii osôb, ale rovnako dobre sa uplatňuje pri identifikácii rôznych iných biologických objektov. Vzniká čoraz viac aplikácií pre určovanie rastlín. Žiaci si môžu vyskúšať voľne prístupný PlantNet, ktorý nielen umožní identifikáciu rastliny na vloženej digitálnej fotografii, ale je prostredím pre budovanie celosvetovej databázy rozšírenia jednotlivých druhov rastlín.	
Dominantné vyučovacie metódy a formy	Príprava učiteľa a pomôcky
<ul style="list-style-type: none"> ■ Práca s rastlinným materiálom ■ Projekt ■ Diskusia 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tablety/smartfóny s nainštalovanou aplikáciou PlantNet ■ Rôzne rastliny a ich časti (celé rastliny, kvety, listy, vetvičky) z okolia <i>Objekty musia mať vhodnú veľkosť, aby pri fotografovaní tabletom/mobilom z blízka mali snímky dostatočnú kvalitu.</i>
Diagnostika splnenia vzdelávacích cieľov	
Žiacke fotografie rastlín doplnené o ich názov. Žiacky výstup projektu – návrh bodov na biometrickú identifikáciu listu rastliny	

Autori: Katarína Kimáková, Anna Mišianiková

Téma spája problematiku databáz a analýzu obrazu, nadväzuje na zobrazovacie metódy a stručne vysvetľuje princíp rozpoznávania objektov na fotografii. Predstavená databáza je zároveň príkladom „učiach sa“ systémov, keď každým novým zobrazením objektu je rozpoznávanie presnejšie.

3.1.1 Obrazová znalostná databáza

Priebeh výučby

ZAPOJENIE (CCA 15 MIN.)

Zámér: oboznámiť žiakov s aplikáciou PlantNet a motivovať k jej používaniu

Povedzte žiakom pár viet na úvod o aplikácii. Je možné, že sa s ňou už na hodinách biológie alebo súkromne stretli, pretože táto aplikácia je veľmi obľúbená a rýchlo rozrastá počet jej používateľov.

Databázy môžu obsahovať údaje rôzneho druhu. PlantNet je aplikácia, ktorá sa naplňuje digitálnymi fotografiami rastlín celého sveta. Dá sa využívať na vyhľadávanie a identifikáciu rastlín ale aj dopĺňať do nej nové rastliny, pokiaľ tam nie sú.

Výhodou je bezplatná dostupnosť a možnosť práce v národnom jazyku. Pracuje na mobilných zariadeniach a ako všetky veľké databázy je umiestnená na vzdialených serveroch a **vyžaduje** preto **internetové pripojenie**.

Rozdajte žiakom tablety s nainštalovanou aplikáciou. Môžu použiť aj vlastný smartfón, v tom prípade im povedzte adresu na stiahnutie aplikácie:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=org.plantnet&hl=sk>

Ak sú potrebné, podrobnejšie kroky nájdete na konci metodiky (Doplňujúci materiál pre učiteľa).

Poznámka

Podkladová fotografia musí byť dostatočne kvalitná, aby sa na nej dali rozpoznať charakteristické rysy rastliny alebo jej časti, t. j. nie je vhodný záber z diaľky, rozmazaný, príliš rušivý alebo na rastlinu podobné pozadie a pod.

Aplikácia ponúkne niekoľko možností, nemusí byť hneď prvá možnosť tá správna. Rolujeme nižšie, kým na niektorej ponúkanej fotografii nevidíme rastlinu identickú s našou.

Aplikácia obvykle identifikuje našu polohu a zaradí správne k rastlinám, ktoré sa vyskytujú v našej zemepisnej oblasti. Ak neponúka nami hľadanú rastlinu, možno rozpoznanie polohy na našom zariadení zakázané, skontrolujte, či nie je nastavená v aplikácii nesprávna oblasť.

Databáza stále rastie, môže sa však stať, že nájdeme rastlinu, ktorá sa v nej ešte nenachádza.

Nemusí nájsť ani rastlinu dovezenú k nám z inej oblasti, ak je nastavený náš región. Preto odporúčame použiť na tejto hodine u nás bežne sa vyskytujúce rastliny, ktorých názov žiaci môžu a nemusia poznať.


Ak vonku rastliny ešte nerastú, použite sekciu PlantNet na určovanie izbových rastlín alebo prineste vetvičky ihličnatých drevín.

Rozdajte rastlinný materiál – každý môže mať inú rastlinu alebo jej časť. Môžu fotografovať rôzne časti tej istej rastliny (napríklad list púpavy, kvet púpavy, celú rastlinu).

Zadajte úlohu 1:

ÚLOHA 1 – URČTE

Odfotografujte rastlinu alebo jej časť a pomocou aplikácie **PlantNet** a zistite jej názov.

1. Stlačte 
2. Vyberte obrázok z galérie alebo odfotťe časť rastliny
3. Zvoľte časť rastliny na obrázku (list, kvet, plod, kmeň alebo stonka) a potvrdte
4. Identifikujte vašu rastlinu porovnaním s ponukou možností, ktorá príde obratom
5. Zapojte sa do kontroly pozorovania (nepovinné)

Sledujte prácu žiakov. Žiaci na vaše vyzvanie referujú triede o výsledku a o prípadných ťažkostiach pri identifikácii rastlinného materiálu.

VÝSKUMNÁ OTÁZKA

Na akom princípe funguje rozpoznávanie objektov na fotografii?

Žiaci môžu vyslovovať svoje nápady, ako by to mohlo byť.

SKÚMANIE (CCA 5 MIN.)

Zámer: Popísať podstatu detekcie objektov na demonštrovanom digitálnom zázname na základe vlastnej predstavy žiakov.

Žiaci si môžu najprv pozrieť video, potom diskutovať, ako rozpoznávanie ľudí a vecí na tomto videu funguje (AddforA.s.s.p., 2017) .

<https://www.youtube.com/watch?v=PBCSL8Udtfo>

Nech sa zamyslia, aký algoritmus vie ohraničiť objekt obdĺžnikom a podľa čoho program „vie“, či ide o človeka, tašku alebo napr. autobus. Diskutujte s nimi o ich nápadoch.

VYSVETLENIE (CCA 25 MIN.)

Zámer: Prezentať jeden zo spôsobov rozpoznávania objektov.

Premietnite obrázok so stoličkami (obr. 37) a vysvetlite v rozhovore so žiakmi:

Predstavte si, že fotografia predstavuje súradnicovú sústavu x, y , pričom jej ľavý dolný roh má súradnice $0,0$. K označeniu objektu potrebujeme x, y súradnice obdĺžnika. Príslušný obdĺžnik je daný x, y súradnicami jeho ľavého dolného rohu, jeho veľkosť a pomer strán vieme určiť podľa x, y súradnice pravého horného rohu. Ďalší údaj na videu, ktorý sme videli, je označenie triedy objektu na štítku (napríklad „človek“)



Obrázok 37 Vymedzenie objektu na obraze.
Priemet stoličky ohraničuje obdĺžnik s rôznym pomerom strán.
Zdroj: Ivan Kimák

Aby sa model v podobe algoritmu naučil rozpoznávať danú triedu objektov, musí mať dostatok reprezentatívnych obrázkov objektu danej triedy. Ide o stovky. Ak ich nemá, nebude dobre fungovať.

OTÁZKY

Na obrázku sú stoličkám priradené obdĺžniky, ktoré ich ohraničujú.

Ako môžeme s čo najmenším počtom údajov určiť na fotografii ich polohu?

Aký ďalší údaj je potrebný, aby sme vedeli určiť aj ich veľkosť a pomer strán?

Rôzne obrátené stoličky môžu byť na fotografii ohraničené obdĺžnikmi o rôznom pomere strán. Z veľkého počtu fotografií možno vypočítať priemer, ktorý charakterizuje stoličku. Algoritmus každému obdĺžniku ohraničujúcemu objekt priradí skóre, t. j. pravdepodobnosť v percentách, že obsahuje práve daný objekt.

Na ďalšom videu vidíme tieto pravdepodobnosti vyznačené (Majek, 2017):

<https://www.youtube.com/watch?v=kxX09i4fds>

Predpoveď pravdepodobností sa po pridaní nového objektu danej triedy prepočítava a zmení sa **krivka presnosti** a tým aj prah skóre. Tým sa algoritmus zdokonaľuje v rozpoznávaní, pravdepodobnosť správnej identifikácie je stále vyššia.

Plocha pod krivkou presnosti predstavuje **priemernú presnosť**. Vypočíta sa a spriemeruje pre každú triedu objektov osobitne. Každá trieda objektov – ľudia, autá stoličky, dopravné značky atď. majú iné proporcie, teda odlišnú priemernú presnosť.

Uvedený spôsob detekcie je pomerne jednoduchý. Je niekoľko ďalších objektových detekčných architektúr. Ak chceme, aby program sa naučil rozpoznávať aj detaily, ako je to v prípade fotografie rastlín a jej častí, viete si predstaviť, že postup bude zložitejší, podobne ako pri biometrickom rozpoznávaní tváre konkrétneho človeka. Okrem toho, že program rozlíši tvár ako objekt, musí na nej rozpoznať aj ďalšie objekty a ich vzájomnú polohu. Napríklad oči, ich umiestnenie na tvári, ich vzájomnú vzdialenosť s pod.

Existuje viacero programovacích prostredí pre aplikácie (API) odporúčaných na tvorbu učiacich sa algoritmov na rozpoznávanie objektov.

Aplikácia PlantNet porovnáva fotografie, ktoré dostane od používateľov z Európy, s referenčnou databázou ([PhotoFlora, 2020](http://photoflora.free.fr/)) na adrese <http://photoflora.free.fr/> Základ referenčnej databázy tvorí v súčasnosti **161 192** fotografií európskych rastlín. Podobne je to pre ostatné geografické oblasti. Pre projekt Tajný život mesta ([Poláčková, 2016](http://tajnyzivotmesta.sk/)) <http://tajnyzivotmesta.sk/> povolili Francúzi preložiť aplikáciu do slovenčiny a češtiny. Je vítané, aby bežný používateľ po založení si účtu v aplikácii prispel svojou fotografiou, ktorá je dostatočne kvalitná. Francúzski botanici zhodnotia, či je prínosná a potom ju do databázy pridajú.

ROZPRACOVANIE (CCA 35 MIN.)

Zámer: Precvičiť určovanie rastlín pomocou aplikácie PlantNet a zistiť rozsah databázy fotografií a názvov rastlín, s ktorou táto aplikácia pracuje.

Rozdajte dvojiciam žiakov listy a kvety rôznych rastlín na určovanie pomocou ich fotografie aplikáciou PlantNet.

ÚLOHA 2 – URČTE

Preskúmajte možnosti aplikácie PlantNet.

Precvičte si používanie aplikácie PlantNet tým, že identifikujete niekoľko rastlín, ktorých listy alebo kvety máte k dispozícii.

Kým žiaci pracujú, priebežne kontrolujte, ako sa im darí riešenie úlohy.

Stoličky rovnakého druhu sú všetky rovnaké, aj stoličky rôzneho dizajnu majú charakteristické pomery, inak by sa na nich pohodlne nesesedelo. Systém nakoniec ich zaradí všetky do kategórie stolička. Ale biologické objekty ako sú napríklad listy rastlín alebo tváre ľudí potrebujeme rozpoznať presnejšie, ak máme priradiť meno alebo názov.

Diskutujte chvíľu na túto tému a zadajte úlohu 3.

Pre úlohu 3 je vhodné, aby mali z jedného druhu listov viac kusov.

ÚLOHA 3 – NAVRHNITE

Vyberte si jeden z listov, ktoré máte k dispozícii a navrhните referenčné body k jeho rozpoznaniu.

Nakreslite jeho tvar a žilnatinu na papier. Vyznačte na liste 3 až 5 ľahko rozpoznateľných bodov, ktorých vzájomná poloha je pre listy daného druhu podľa vás jednoznačná, t. j. rovnaká na každom liste.

Úlohu môžete splniť aj na základe fotografií a použiť pritom skicár.

Skúška, či ide naozaj o spoľahlivé referenčné body:

Ak vyznačíte tie isté body na iného listu rovnakého druhu a ich spojíte, mali by ste dostať rovnaký obrazec, ako na fotografii prvého listu. Napríklad trojuholník s rovnakými uhlami, ale na menšom liste menší, na väčšom väčší (platí podobnosť trojuholníkov).*

* Poznámka

Nemusíte žiakom povedať aj návod na skúšku, nech ho skúsia navrhnuť sami. Trojuholník na liste, ktorý spája vyznačené body, môžu žiaci v skicári vystrihnúť a nakopírovať pre porovnanie na fotografiu iného listu rovnakého rastlinného druhu. Nevýhoda: listy na fotografiách musia smerovať rovnako.

Iná možnosť kontroly podobnosti trojuholníkov je odmerať a porovnať uhly trojuholníkov na obidvoch fotografiách.

Príklad návrhu na identifikačné body na liste svíbu krvavého (*Cornus sanguinea*) je na obr. 38. Body na hlavnom cievnom zväzku označujú začiatok vetvenia predposlednej a poslednej vetvy cievnych zväzkov (začiatok vetvenia vľavo, vetvenie vpravo je trochu nižšie). Ďalšie dva body sú na kolmici k hlavnému cievnemu zväzku vedenej druhým z bodov, v miestach, kde pretína najbližšie cievne zväzky.



Obrázok 38 Návrh referenčných bodov na liste svíbu.

Pri návrhu sme využili podobnosť trojuholníkov.

Zdroj: http://www.fyzickageografia.sk/atlas/podstranky/svib_krvavy.html, www.pixabay.sk, Atlas drevín

Príklad návrhu je urobený ručne a iba raz, preto nie je spoľahlivý. Listy na fotografiách rastlín môžu byť rôzne orientované a naklonené, podobne, ako boli stoličky na fotografii vyššie. Algoritmus programu na rozpoznávanie musí byť urobený tak, aby vypočítal priemernú presnosť nielen pre tvar listu, ale aj pre referenčné body alebo objekty, ktoré sú rozhodujúce pre identifikáciu.

HODNOTENIE (CCA 10 MIN.)

Záver: Posúdenie porozumenia na základe žiackych výstupov z úloh 1,2,3.

Už v priebehu riešenia úlohy 1 a úlohy 2 môžete zisťovať výsledok, či sa žiakom podarilo danú rastlinu pomocou aplikácie identifikovať. V prípade ťažkostí im poraďte. Cieľom je, aby získali zručnosť s používaním aplikácie.

Vybraní žiaci prezentujú svoje návrhy riešenia úlohy 3. Argumentujú pre svoj návrh referenčných bodov, prečo si myslia, že ich vzájomná poloha charakterizuje list daného druhu. Spolužiaci sa k návrhom vyjadrujú. Návrhy ostatných žiakov, ktoré sa nestihli prezentovať, vystavte v triede (na nástenke) alebo sprístupnite ostatným elektronicky formou galérie a pod.

3.1.2 Doplnujúce informácie

PlantNet Identifikácia rastlín

Pl@ntNet je aplikácia pre Android na identifikáciu rastlín na základe ich fotografie, vyvíjaná vedcami francúzskych výskumných organizácií. Určuje druhy rastlín zo zaslaných fotografií na základe porovnávania s veľkým počtom iných obrázkov v databáze pomocou softvéru pre vizuálne rozpoznávanie. Stiahnite si aplikáciu bezplatne na



<https://play.google.com/store/apps/details?id=org.plantnet&hl=sk>

Aplikácia na identifikáciu vtákov

Rozpoznáva vtáky nielen z fotografie, ale aj na základe odpovede na 5 otázok: farba, lokalita pozorovania, veľkosť a kde bol vták pozorovaný (v korune stromov, ...).

<https://www.youtube.com/watch?v=-f12JrLboVM>

Obsahuje aj nahrané zvuky a spev vtákov, komunikačné zvuky sa dajú porovnávať.

Bioakustika

Existujú aj špeciálne aplikácie na rozpoznávanie a analýzu zvuku. Ich zoznam nájdete na adrese:

http://www.zoomusicology.com/Zoomusicology/Bioacoustic_Signal_Analysis.html

Niektoré sú špeciálne len bioakustické, napr. na analýzu ultrazvukových signálov zvierat, iné sú širšie zamerané, ale dajú sa využiť aj pre biológiu, napr. Audacity

Analýza správania živočíchov a človeka

V prípade záujmu odporúčame nasledujúce stránky:

<https://www.noldus.com/products>

<http://ravensoundsoftware.com/video-tutorials/>

<http://www.avisoft.com/>

<https://www.birds.cornell.edu/home>

3.2 NIE JE VÍRUS AKO VÍRUS

<i>Tematický celok / Téma</i>	<i>ISCED</i>
Biologické databázy/ Komplexné výskumné databázy Nadväznosť: ŠVP Človek a príroda, Biológia/ Stavba nukleových kyselín, genetický kód	ISCED3/GY a SOŠ lesnícke, zdravotné a poľnohospodárske odbory Informatika v prírodných vedách a matematike 2 vyučovacie hodiny
<i>Ciele</i>	
<i>Žiakom osvojované vedomosti a zručnosti</i>	<i>Žiakom rozvíjané spôsobilosti</i>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Vysvetliť význam existencie veľkých databáz pre biológov ■ Uviesť príklady dvoch veľkých databáz ■ Zdôvodniť variabilitu vírusov ■ Opísať prácu bioinformatika 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Vyhľadávať v databáze podľa zadaných kritérií ■ Diskutovať o význame veľkých databáz a ich budovania a spravovania pre súčasnú spoločnosť a vedu
<i>Požiadavky na vstupné vedomosti a zručnosti</i>	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Vysvetliť pojem genetický kód ■ Porovnať DNA a RNA ■ Opísať stavbu vírusov ■ Uviesť príklady mutácie na molekulovej úrovni ■ Vysvetliť, čo znamená v informatike filter ■ Základy angličtiny 	
<i>Riešený didaktický problém</i>	
<p>Téma umožňuje žiakom nahliadnuť do prostredia, ktoré ponúka nové nástroje a možnosti pre prácu v oblasti molekulovej biológie a genetiky. Rozrastajúce sa údaje o génových sekvenciách, enzýmoch, metabolitoch a poznatkoch o ich prepojení vynútili vznik svetových databáz a odštartovali nový odbor: bioinformatiku. Práca v tomto odbore vyžaduje veľkú počítačovú kapacitu. Téma nemá ambíciu učiť žiakov bioinformatike, cieľom je iba podať základnú informáciu o jej existencii a podstate a niektorých motivovať, aby sa pri úvahách o svojom budúcom povolání začali zaujímať o tento vo svete veľmi žiadaný odbor. Vyhľadávanie v databázach demonštruje žiakom ako sú medzi sebou prepojené, a to nielen technicky ale aj súvislosťou obsahu. Dáva tušiť, že vedné odbory nie sú izolované oblasti, naopak porozumenie znamená vidieť za ich hranice.</p>	
<i>Dominantné vyučovacie metódy a formy</i>	<i>Príprava učiteľa a pomôcky</i>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Práca so softvérom on-line. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Počítač s pripojením na internet
<i>Diagnostika splnenia vzdelávacích cieľov</i>	
Žiacka diskusia Nájdene záznamy podľa zadania Lístok pri odchode	

Autor: Katarína Kimáková

Metodický postup nadväzuje na informatickú tému, ktorá predstavuje databázu NCBI. Žiaci si zopakujú základný postup vyhľadávania na základe iných kritérií a zoznámia sa s ďalšou veľkou databázou EMBL-EBI. Tiež sa dá nájsť súvislosť s témou „**Dáte sa zaočkovať?**“.

3.2.1 Komplexné výskumné databázy

Priebeh výučby

ZAPOJENIE (CCA 10 MIN.)

Zámer: zoznámenie žiakov s definíciou a významom veľkých dátových súborov pre biologické a ekologické prognózy a výskum.

Ak ste preberali so žiakmi tému **Zoznámte sa s rastlinami**, pripomeňte im ju. V rozhovore sa zamerajte, či majú predstavu, aká rozsiahla je databáza údajov, resp. fotografií, ktoré musia byť v podstate obratom v priebehu sekundy prehľadané, aby sme dostali žiadaný výsledok on-line prakticky v reálnom čase.

OTÁZKA

Ako vznikajú veľké biologické databázy?

Požiadajte žiakov, aby sa pokúsili sformulovať definíciu veľkých databáz. V zásade platí, že sú to mimoriadne veľké súbory údajov, ktoré možno výpočtovo analyzovať s cieľom odhaliť v nich vzory, pravidlá, súvislosti, trendy a zoskupenia. Biologické disciplíny sa dnes nezaobídu bez práce v takýchto obrovských dátových súboroch.

Dáta sa neustále znásobujú, sú uložené a spracovávané na mnohých serveroch na celom svete. Pri ich používaní sa stierajú hranice medzi štátmi. Ich bezpečné spravovanie vyžaduje rozsiahle digitálne prostredie so zložitou funkcionalitou a špecialistov, ktorí sa jeho rozvoju a ochrane neustále venujú.

Na rozhraní biológie, informatiky, matematickej analýzy vznikol nový odbor: **bioinformatika**.

Bioinformatiku možno v širšom zmysle slova chápať ako akékoľvek použitie výpočtovej techniky pri riešení biologických problémov. U užšom zmysle slova je bioinformatika spájaná iba s vývojom softvéru na automatizovanú analýzu biologických dát. Prvú „pracovnú verziu“ definície bioinformatiky zverejnil Národný inštitút zdravia USA (NIH) v roku 2000.

Vo všeobecnosti môžeme definovať tri hlavné úlohy bioinformatiky:

1. Tvorba a správa databáz biologických dát rôzneho charakteru (DNA, RNA alebo proteínové sekvencie, proteínové štruktúry, génové expresné profily, atď.).
2. Tvorba algoritmov a matematických modelov určených na analýzu biologických dát.
3. Aplikácia bioinformatických nástrojov za účelom interpretácie týchto dát vo svetle biologických súvislostí.

ÚLOHA 1

Porozmýšľajte, ako pomáhajú biológom, zdravotníkom, poľnohospodárom alebo ekológom takéto rozsiahle databázy.

Navrhňte problém, ktorý by sa dal riešiť pomocou veľkého množstva reálnych dát.

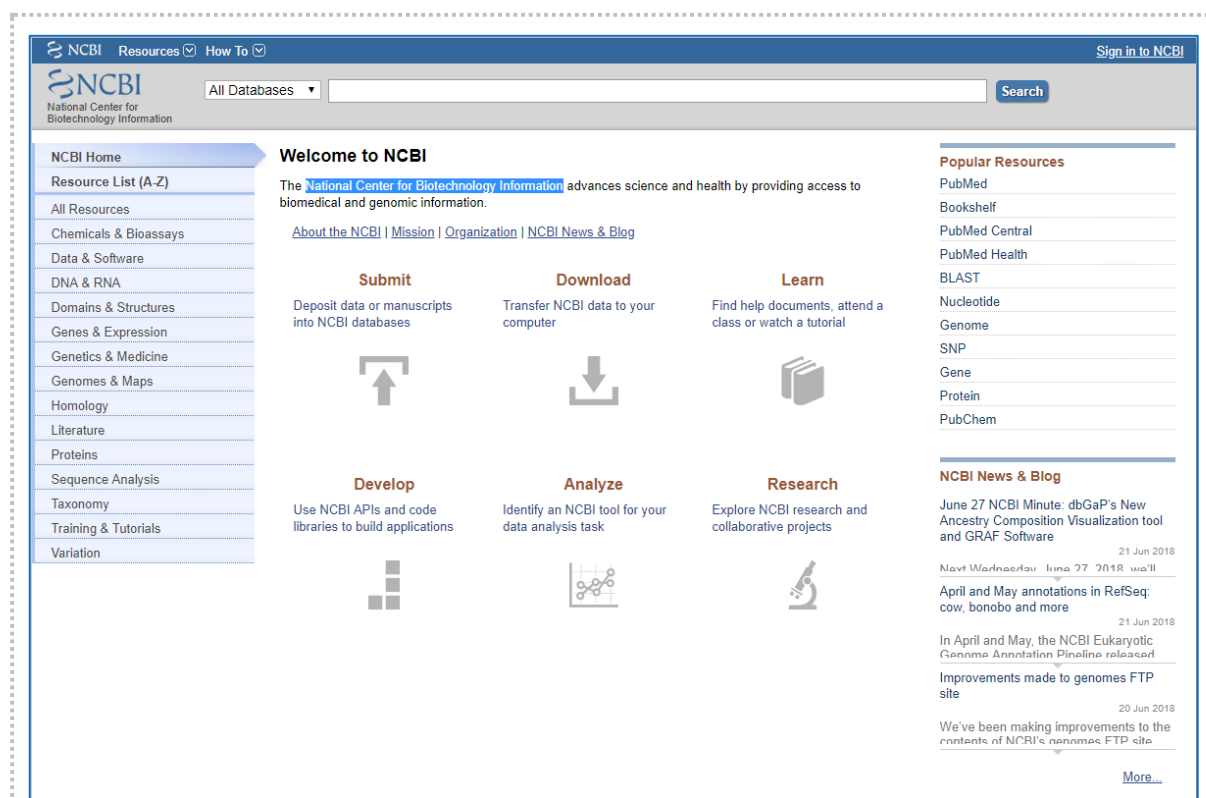
Nechajte žiakov, aby dvojiciach počas 2-3 minút prediskutovali svoje nápady. Nech spolu vyberú jeden, ktorý predstavia ostatným. Nech uvedú aj argument, prečo daný problém je potrebné riešiť a prečo sa dá riešiť len pomocou rozsiahlych súborov dát.

SKÚMANIE (CCA 25 MIN.)

Zámer: Vyskúšať vstup do databázy NCBI (National Center for Biotechnology Information)

Predstavte stručne prostredie databázy. Žiaci si ju otvoria na adrese <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

Ak predtým niekto navrhol problém, ktorý by sa dal riešiť pomocou tejto databázy, zopakujte ho. Úlohou žiakov bude preskúmať, či nájdu v tejto databáze riešenie. Ak žiaci nič nenavrhl, predstavte im titulnú stranu (obr. 39).



Obrázok 39 Titulná stránka databáz NCBI

NCBI je národné centrum pre biotechnologické informácie v USA (NCBI, 2020). Prostredie, ktorého úvodnú stránku vidíte, sa člení na niekoľko oblastí, vidíte ich v zozname vľavo. NCBI vzájomne prepája niekoľko genetických, biochemických, taxonomických a publikačných databáz.

Vpravo sú uvedené najpoužívanějšíe zdroje (databázy), s ktorými je NCBI prepojená. V databázach sa dá pracovať pomocou nástrojov, ktoré umožňujú údaje rôznym spôsobom vyhľadávať, triediť a analyzovať.

Po kliknutí na niektorú oblasť vidíte ponuku súvisiacich databáz a nástrojov, ktoré môžete využiť. Obsahuje návody na učenie sa ako s nástrojmi pracovať (tutorial) a príručku pomoci (help manual).

ÚLOHA 2

Vyhľadajte v databáze NCBI **Taxonomy** záznam pre **púpavu lekársku** (*Taraxacum officinale*) a pokúste sa zistiť:

- Koľko záznamov v databáze NCBI **Nucleotide** existuje pre túto rastlinu?
- Koľko záznamov je pre púpavu lekársku aktuálne v databáze NCBI **Protein**?
- Kliknite na názov a nájdite obrázky púpavy v niektorom externom informačnom zdroji (sú v tabuľke na konci stránky).
- Akú ďalšiu informáciu a púpave sa vám podarilo z databáz získať?

Žiaci môžu otvoriť niektorý ďalší odkaz a ísť hlbšie do databázy. Môže ich osloviť niektorá z informácií, ktorej rozumejú.

Žiaci nech vyskúšajú postup hľadania aj s iným organizmom. Musia poznať alebo najprv vyhľadať jej vedecký názov.

VYSVETLENIE (CCA 10 MIN.)

Zámer: Prezentovať spojitosť databáz s programovacím jazykom Python.

Presvedčte sa, či žiaci zvládli základnú orientáciu v databázach NCBI a či získali výstupy požadované v úlohe 2.

Keď vedci a odborníci objavujú nové súvislosti, nevystačia si s jednoduchým vyhľadávaním. Na vyhľadávanie a porovnávanie vzorov používajú programovací jazyk. Veľmi rozšíreným v bioinformatike je Python prispôsobený potrebám biológie – biopython.

Biopython je súbor voľne dostupných nástrojov na biologické výpočty napísaný v Pythone medzinárodným tímom vývojárov. Riešia potreby súčasnej a budúcej práce v oblasti bioinformatiky.

Zdrojový kód je dostupný pod licenciou Biopython (*Biopython, 2020*), ktorá je mimoriadne liberálna a kompatibilná s takmer každou licenciou na svete.

Aplikáciu nájdete na adrese <http://www.biopython.org>.

Základným zámerom biopythonu je umožniť čo najjednoduchšie používanie Pythonu v bioinformatike tým, že sa vytvoria vysoko kvalitné moduly a opakovane využiteľné triedy modulov. Patrí k napríklad FASTA na zobrazovanie a vyhľadávanie sekvencií nukleotidov a aminokyselín.

Tieto moduly sa používajú na prácu s veľkými databázami. Skúsenejší používateľ, ktorý ovláda python, si môže niektoré z nich samostatne prispôbovať podľa vlastných požiadaviek.

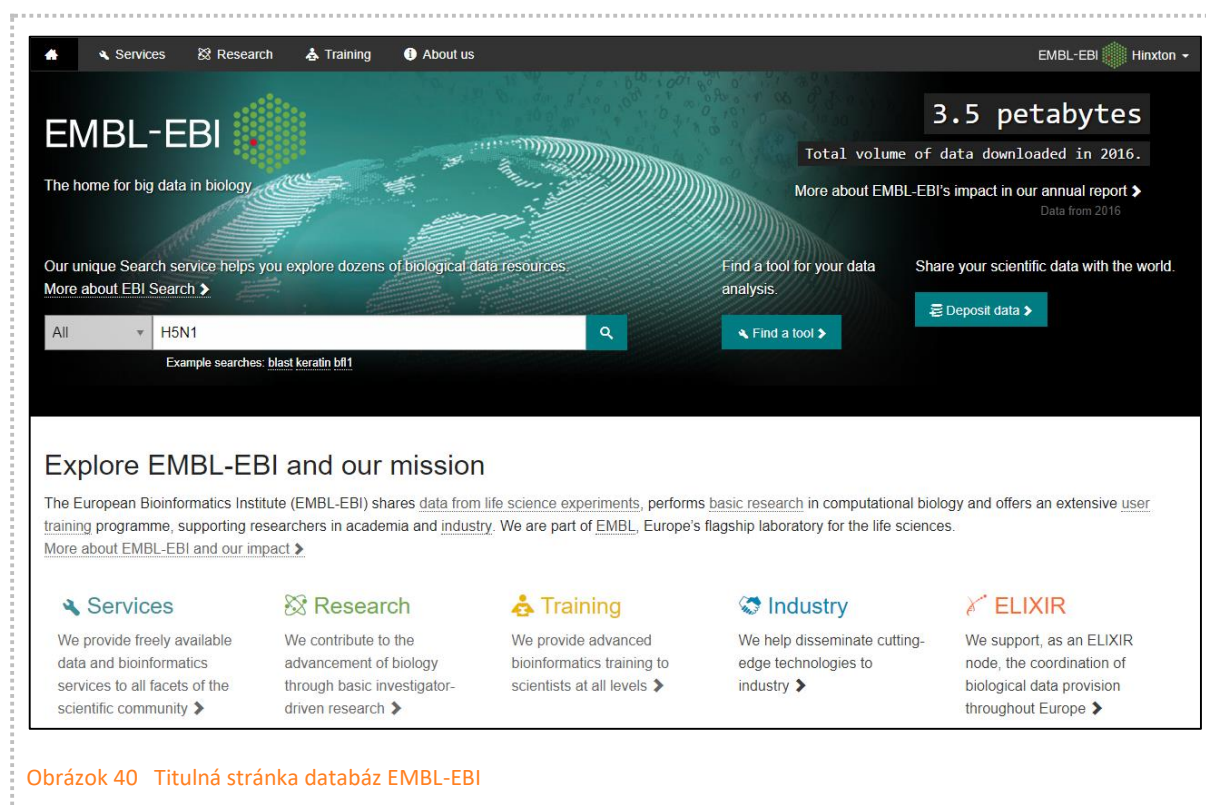
ROZPRACOVANIE (CCA 25 MIN.)

Zámer: Predstaviť databázu Európskeho bioinformatického inštitútu - ([EMBL-EBI, 2020](#))

<https://www.ebi.ac.uk/> ako ďalší príklad veľkej databázy a vyhľadať informáciu v oboch databázach.

Európsky inštitút pre bioinformatiku (EMBL-EBI) zdieľa údaje z experimentov v oblasti prírodných vied, vykonáva základný výskum v oblasti výpočtovej biológie a ponúka rozsiahly program školení používateľov, ktorý podporuje výskumníkov z akademickej obce a priemyslu (obr. 40). Dáta a nástroje sú voľne dostupné bez obmedzenia. Je možné ich stiahnuť a nainštalovať lokálne. Jedinou výnimkou sú potenciálne identifikovateľné ľudské genetické informácie.

Zdroje EMBL-EBI sú komplexné a aktuálne. Biologické údaje sa musia umiestniť do verejného archívu a odkazovať sa v príslušnej publikácii.



Žiaci budú v databáze porovnávať sekvenciu chrípkového vírusu. Na obr. 41 môžu vidieť tvar typického vírusu živočíšnych buniek.

Chrípkových vírusov je veľa a sú veľmi variabilné, ľahko podliehajú mutáciám. To je dôvod, prečo sa venujú veľké prostriedky každý rok na rozpoznanie najnebezpečnejšieho typu, ktorý sa rýchlo šíri a na vývoj novej očkovacej látky. Chrípkové vírusy typu A sa rozdeľujú na podtypy na základe prítomnosti povrchových glykoproteínov na povrchu vírusovej častice, ktoré majú antigénne vlastnosti.

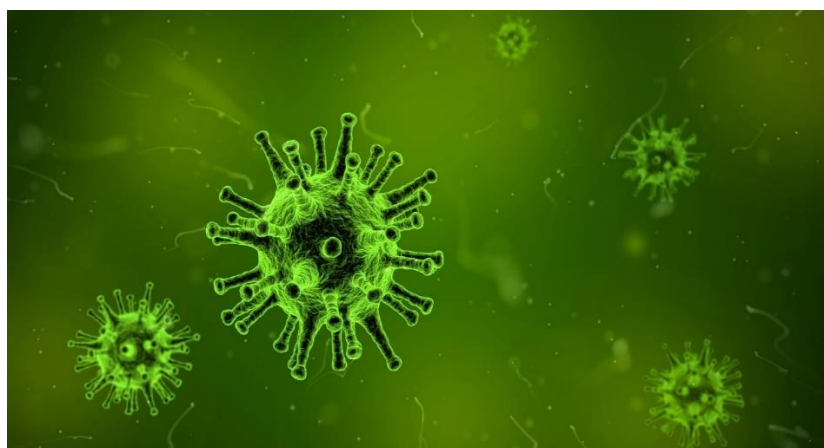
Hlavnými antigénnymi proteínmi vírusovej častice sú:

hemagglutínin (H)

neuraminidáza (N)

Tieto proteíny sú veľmi premenlivé. Rozoznávame 16 typov proteínu hemagglutínínu (H1–H16) a 9 typov neuraminidázy (N1–N9). Ich kombinácia je charakteristická pre daný podtyp vírusu. Je známych pätnásť

podtypov vírusu chrípky, ktoré sú schopné nakaziť vtáky. Podtypy H5 a H7 sú vysoko nákazlivé, napríklad hromadné rozšírenie vtácej chrípky v rokoch 2005 – 2006 spôsobil podtyp H5N1.



Obrázok 41 Charakteristický vírus živočíšnych buniek
Ilustračný obrázok

Zadajte úlohy 3 a 4. Kým žiaci pracujú, priebežne kontrolujte, ako sa im darí ich riešenie.

ÚLOHA 3

- Otvorte si stránku **EMBL-EBI**. Zadajte do vyhľadávacieho okienka označenie vírusu **H5N1**. Zvoľte si makromolekulárne štruktúry (**Macromolecular structures**) a pozrite si niektoré zobrazenia proteínov tohto vírusu.
- Nájdite informácie o tom istom víruse v databáze NCBI. Zvoľte si v rozbaľovacom políčku databázu nukleotidov **Nucleotide**. Do vyhľadávacieho políčka napíšte **H5N1**. Opäť skúste nájsť zobrazenie proteínu vírusu.

Ďalšie ochorenie, ktoré sa začalo nečakane šíriť, sú osýpky. Súvisí to s poklesom miery preventívnej zaočkovanosti populácie. Osýpky sú veľmi nákazlivou vírusovou chorobou, prenášanou vzdušnou cestou z iných infikovaných ľudí. Vedecký názov osýpok je **Morbili**.

ÚLOHA 4

Otvorte si stránku **NCBI**. Vyhľadajte známe nukleotidové sekvencie vírusu osýpok.

Postupujte takto:

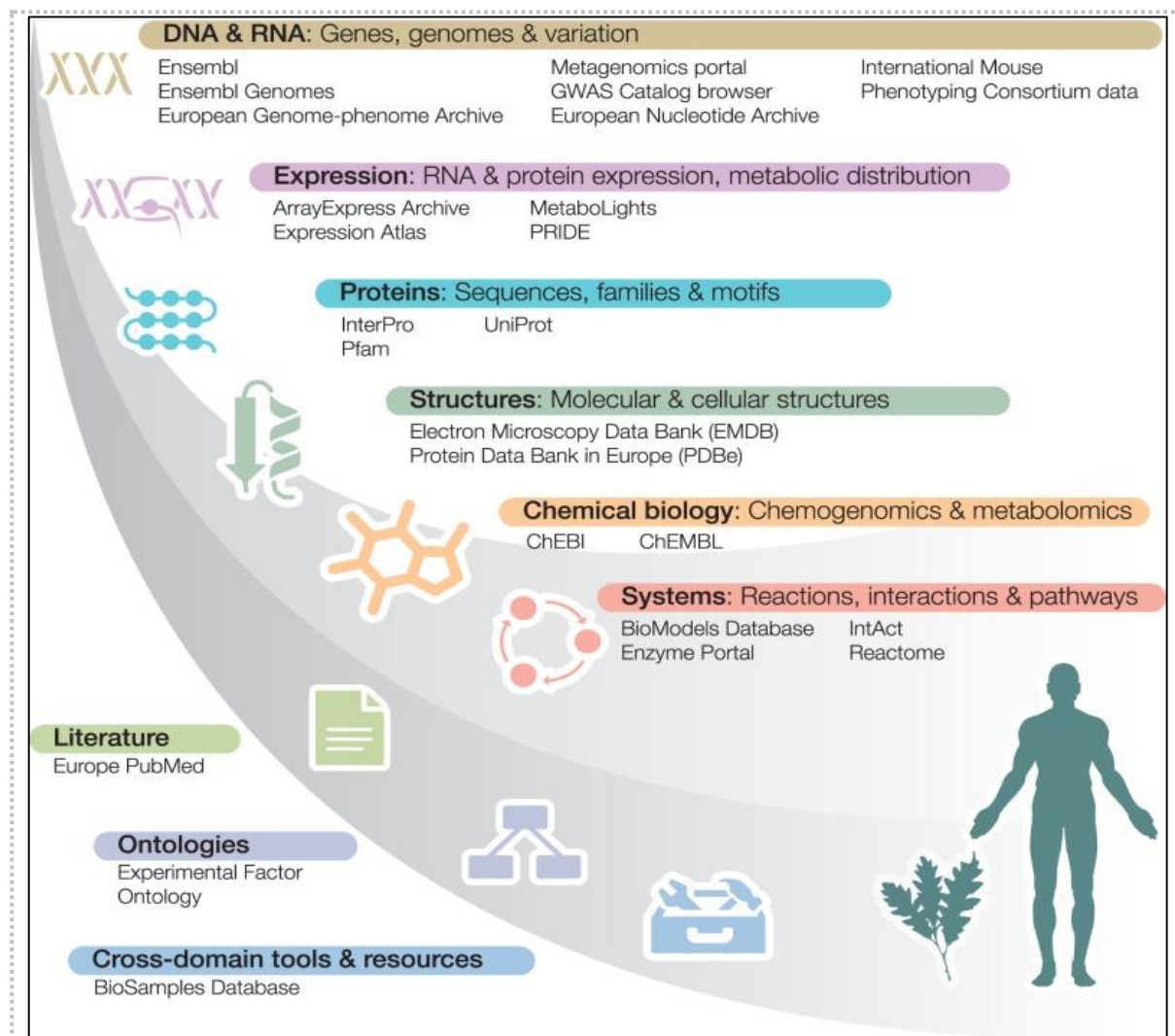
- 1) Zvoľte si v rozbaľovacom políčku databázu nukleotidov **Nucleotide**. Do vyhľadávacieho políčka napíšte názov ochorenia (morbili). Zobrazia sa záznamy o sekvenciách známych génov. Kliknutím na link [FASTA](#) sa zobrazí prislúchajúca sekvencia cRNA.
- 2) Analogicky, ak si v rozbaľovacom políčku zvolíte databázu **Protein**, viete si pomocou linku FASTA zobraziť zodpovedajúcu sekvenciu aminokyselín.
- 3) Ak chcete nájsť sekvencie cRNA génov alebo aminokyselín proteínov ľudských osýpok, zadajte do vyhľadávacieho políčka **homo sapiens morbillivirus**.

Vírusy osýpok patria do skupiny paramyxovírusov. Známe sú predovšetkým gény paramyxovírusov hľadávcov. Ak ste pracovali s témou „Dáte sa zaočkovať?“ môžete sa k problematike vakcinácie a záverom z modelovania vrátiť.

HODNOTENIE (CCA 10 MIN.)

Zámer: Zistiť, či si žiaci osvojili základnú orientáciu vo veľkých molekulárno-biologických databázach.

Žiaci v dvojiciach hovoria spolu o tom, čo našli v databázach a porovnávajú svoje zistenia. Na obr. 42 je znázornená štruktúra databáz EMBL, v ktorých sa dá vyhľadávať.



Obrázok 42 Štruktúra databáz EMBL

Zdroj: <https://images.app.goo.gl/3SBrWcvpYEM7ccFW8>

Dvojice referujú o zaujímavom fakte, ktorý našli v databáze, o prípadných ťažkostiach pri vyhľadávaní a ich riešení.

Ak je čas, môžu v databázach hľadať informáciu podľa vlastného námetu.

Na záver im dajte vyplniť lístok pri odchode.

Meno žiaka:	Trieda:	Dátum:
Dve najdôležitejšie veci, ktoré som sa dnes naučil:		
1.		
2.		
Čomu stále nerozumiem:		
Ak by som mohol na dnešnej hodine niečo zmeniť, bolo by to:		

3.3 KAM LETIA SŤAHOVAVÉ VTÁKY

<i>Tematický celok / Téma</i>	<i>ISCED</i>
Biologické databázy/ Monitorovacie databázy Nadväznosť: ŠVP Človek a príroda, Biológia, Stavba nukleových kyselín, genetický kód	ISCED3/GY a SOŠ lesnícke, zdravotné a poľnohospodárske odbory Informatika v prírodných vedách a matematike 2 vyučovacie hodiny
<i>Ciele</i>	
<i>Žiakom osvojované vedomosti a zručnosti</i>	<i>Žiakom rozvíjané spôsobilosti</i>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Uviesť príklady dvoch veľkých databáz. ■ Vysvetliť význam databázy údajov zo sťahovania vtákov. ■ Vysvetliť dôvody sťahovania vtákov. ■ Opísať sťahovanie vtákov na konkrétnom druhu vo vzťahu k miestu a času. ■ Vysvetliť dôsledky globálneho otepľovania na život vtáctva. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Vyhľadávať v databáze podľa zadaných kritérií. ■ Diskutovať o význame veľkých databáz a ich budovania a spravovania pre súčasnú spoločnosť a vedu.
<i>Požiadavky na vstupné vedomosti a zručnosti</i>	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Vysvetliť dôvody sťahovania vtákov. ■ Uviesť príklady sťahovavých vtákov. ■ Chápať význam spracovania a analýzy obrazu v biológii. ■ Poznať základy spracovania a analýzy obrazu pomocou voľne dostupného softvéru Fiji. ■ Vysvetliť, čo znamená v informatike filter. ■ Základy geografie, identifikácia štátov na „slepej“ mape. ■ Základy angličtiny. 	
<i>Riešený didaktický problém</i>	
<p>Téma prepája analýzu a spracovanie obrazu s veľkými biologickými databázami. Ponúka pohľad na menej známu formu biologickej databázy, a to formou internetovej stránky http://www.eurobirdportal.org/ebp/en/, ktorá zahŕňa údaje získané z pozorovania a záznamu počtu vtákov na určitých územiach. Databáza umožňuje získať nielen údaje o tom, kam a kedy letia určité vtáky, ale aj analyzovať ich počty. Databáza tak ponúka príležitosť monitorovať a vyhodnocovať zmeny počtu určitých druhov vtákov a realizovať opatrenia v prípade ich ohrozenia. Téma pomáha žiakom nielen orientovať sa v databáze a vyhľadávať potrebné informácie, ale aj logicky prepájať informácie a chápať problematiku v širších súvislostiach. Práca s databázou posilňuje medzipredmetové vzťahy, prepája biológiu s informatikou a geografiou.</p>	
<i>Dominantné vyučovacie metódy a formy</i>	<i>Príprava učiteľa a pomôcky</i>
<ul style="list-style-type: none"> ■ Práca s internetovou stránkou on-line ■ Skupinová forma 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Počítač, projektor ■ Pripojenie na internet
<i>Diagnostika splnenia vzdelávacích cieľov</i>	
<p>Nájdené záznamy podľa zadania Výsledky z analýzy fotografií zhotovených zo stránky: http://www.eurobirdportal.org/ebp/en/. Lístok pri odchode</p>	

Autor: Anna Mišianiková

Téma je spolu s metodikou „Nie je vírus ako vírus“ zameraná na biologické databázy, nadväzuje aj na analýzu obrazu a počítanie vtákov v krdli v metodike „Koľko vtákov letí v krdli“.

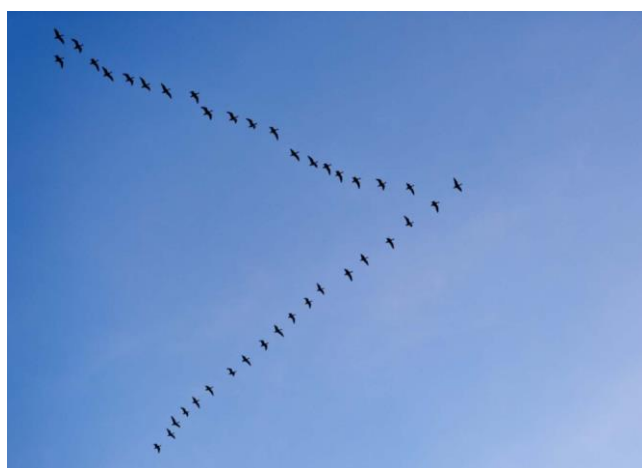
3.3.1 Monitorovacie databázy

Priebeh výučby

ZAPOJENIE (CCA 15 MIN.)

Zámer: Zistiť úroveň poznatkov žiakov o vtákoch a sťahovaní, ako aj o dôsledkoch zmien životného prostredia na život a početnosť vtákov. Zaujať žiakov otázkou na zamyslenie, ktorá nadväzuje na ich vedomosti a prezentovať výskumnú otázku.

Ukážte žiakom obrázok z metodiky „Koľko vtákov letí v krdli“, s ktorou už pracovali (obr. 43).



Obrázok 43 Formácia letiacich divých husí

Pokračujte otázkami:

OTÁZKY

- *Je potrebné monitorovať počet vtákov? Prečo si to myslíte?*
- *Ako by ste monitorovali vtáky?*
(Čo by ste sledovali, ako často, ako by ste zaznamenávali výsledky a pod.).
- *Ako by ste využili získané údaje?*

Vypočujte si predstavy žiakov, ktoré sa môžu líšiť. Pravdepodobne však povedia, že by sledovali počet vtákov a to, kam a kedy sa sťahujú. Možno vyslovia predpoklad, že je možné zaznamenávať určitý počet vtákov, ale je ťažké monitorovať zmeny ich počtu v dôsledku migrácie. Zrejme povedia aj to, že monitorovanie je užitočné aj pre získanie informácií o spôsobe ich života, vrátane migrácie vtákov vo vzťahu k miestu (odkiaľ a kam) a času (kedy migrujú).

Cieľom diskusie je, aby si žiaci uvedomili význam monitorovania vtákov, a to z hľadiska ich počtu, spôsobu života a pod. Smerujte diskusiu aj k uvedomeniu významu databázy, ktorá by zaznamenávala

údaje získané z monitorovania vtákov, a to napr. migráciu niektorých druhov či zmeny počtu v priebehu času (niekoľko rokov, počas roka a pod.).

Keďže žiaci počas diskusie zrejme spomenuli, že monitorovanie vtákov má význam aj vo vzťahu k ich migrácii, položte žiakov výskumnú otázku:

VÝSKUMNÁ OTÁZKA:

Kam letia sťahovavé vtáky?

Dajte žiakom priestor na vyslovenie svojich predpokladov alebo už osvojených poznatkov. Žiaci už zrejme majú predstavu o dôvodoch migrácie vtákov a krajinách, kam vtáky migrujú. Možno si však neuvedomujú odlišnosti medzi jednotlivými druhmi, nevedia, ktoré vtáky nemigrujú vôbec a ak áno, kam a kedy konkrétne druhy migrujú. Žiaci si tiež pravdepodobne iba málo uvedomujú, že globálne otepľovanie ovplyvnilo sťahovanie vtákov a niektoré druhy už do teplých krajín na zimu neodlietajú.

Preto pokračujte v diskusii so žiakmi ďalej.

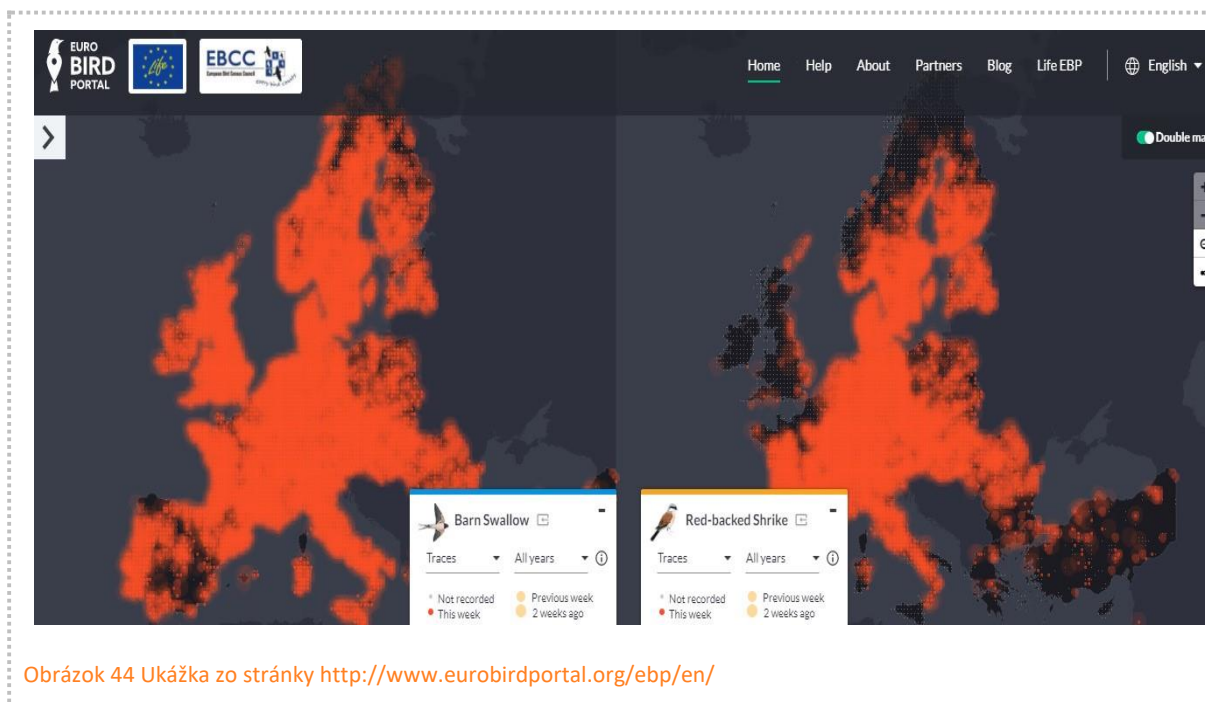
OTÁZKY

- *Odlietajú všetky vtáky do teplých krajín?*
- *Do ktorých krajín odlietajú vtáky a kedy?*
- *Odlietajú tam každý rok?*
- *Prečo si to myslíte? Ako by sme to mohli zistiť?*

Žiaci zrejme povedia, že práve analýza získaných údajov z monitorovania vtákov by nám mohla pomôcť zodpovedať výskumnú otázku.

V súčasnosti existuje takáto databáza údajov získaných z monitorovania niekoľkých druhov vtákov. Ide o webovú stránku EuroBirdPortal (<http://www.eurobirdportal.org/ebp/en/>) (obr. 44), ktorá poskytuje podrobné údaje o priebehu migrácie a aktuálnom rozšírení vtáctva na základe množstva údajov, ktoré sú podľa ornitológov doteraz v celej Európe nevídané. Povedzte žiakom podrobnejšie informácie o vzniku stránky a jej výhodách (informácie v poznámke nižšie).

Ak už žiaci vedia o tom, čo je možné na stránke sledovať, ukážte im, ako sa so stránkou pracuje. Pre ukážku práce s databázou môžete využiť video „How to use the viewer“, ktoré je zverejnené priamo na stránke: <https://eurobirdportal.org/ebp/en/help/>. Video je síce v anglickom jazyku, ale dobre graficky znázorňuje, čo je možné v databáze zobrazovať a kde voliť vybrané filtre. Následne žiakom ukážte vyhľadávanie údajov z databázy na konkrétnom príklade. V ľavom stĺpci si rozkliknite možnosť zvoliť si druh vtáka. Môžete si vybrať napríklad lastovičku (*Hirundo rustica*, angl. Barn swallow), ktorá je typickým sťahovavým vtákom, alebo akýkoľvek iný druh. Potom vyhľadajte údaje týkajúce sa migrácie, a to v určitých časových obdobiach, pričom si môžete zvoliť roky alebo mesiace. Ak chcú žiaci analyzovať zmeny, vhodné je zastaviť načítanie údajov klasicky ako film a odfotiť obrazovku („Ctrl“ + „PrtSc“). Odfotenu obrazovku si uložte („Ctrl“ + „c“) a vložte („Ctrl“ + „v“) napríklad do Skicára, kde si orežete odfotenu obrazovku na analýzu a uložíte ako obrázok (napr. vo formáte jpg), môžete si obrázok uložiť do wordu. Ak to zopakujete pre rôzne časové úseky, môžu žiaci jednoduchšie interpretovať výsledky z databázy.



Obrázok 44 Ukážka zo stránky <http://www.eurobirdportal.org/ebp/en/>

Najlepšie je, aby žiaci najprv iba sledovali vašu prácu na PC a až po zadaní úloh samostatne pracovali so stránkou. Vyhnete sa tak tomu, že niektorí žiaci vás nebudú dostatočne sledovať a uniknú im informácie. Vhodné je poukázať na informácie, ktoré je možné z databázy priamo, alebo nepriamo zistiť. Pri ukážke práce s databázou preto zapájajte žiakov do diskusie, pýtajte sa napríklad:

OTÁZKY*

- Čo sme z databázy zistili?
- Kedy migruje lastovička v priebehu roka? Aké sú tam teploty?
- Ako sa zmenila migrácia lastovičky v priebehu posledného roka?
- Ako sa zmenili počty lastovičiek za posledné 3 roky?
- Čím je to podľa vás spôsobené?

**Otázky si prispôbte, môžete vyhľadávať údaje o inom druhu vtáka. Snažte sa však žiakom ukázať čo najviac možností práce s databázou.*

Po spoločnej analýze údajov získaných z databázy sa uistite, že žiaci rozumejú princípu vyhľadávania, získavania údajov z databázy. Môžete sa ich opýtať, čo by sa ešte chceli dozvedieť o vtákoch z ich monitorovania. Možno ich napadne ešte niečo, čo databáza umožňuje, iba ste im to nestihli ukázať.

V ďalšej časti si žiaci vyskúšajú prácu s databázou.

SKÚMANIE (CCA 30 MIN.)

Zámer: Získať a vyhodnotiť údaje o konkrétnych druhov vtákov získané z databázy *EuroBirdPortal*.

Rozdeľte žiakov do skupín. Odporúčame, aby žiaci pracovali v dvojiciach. Zadaťte každej skupine úlohu, ktorej podstata bude rovnaká:

ÚLOHA 1

Na stránke <http://www.eurobirdportal.org/ebp/en/> zisti (vo vzťahu k druhu vtáka):

- Či ide o sťahovavého vtáka.
- Ak ide o sťahovavého vtáka: Získaj Informácie týkajúce sa migrácie (kedy a kam, zmeny v priebehu rokov a mesiacov).
- Vyhodnoť údaje týkajúce sa miesta výskytu daného druhu počas roka vzhľadom na teplotu.
- Vyhodnoť stupeň ohrozenia.
- Získaj a vyhodnoť ďalšie údaje, ktoré ponúka databáza
- Čo sme z databázy zistili?

Každý skupine (dvojici) zadajte konkrétny druh vtáka (výber je na vás), o ktorom budú z databázy získavať a následne analyzovať údaje pre zodpovedanie otázok v Úlohe 1.

Môžete niektorým žiakom zadať aj ohrozené druhy a tiež hus divú (*Anser anser*, angl. Greylag Goose), ktorá v dôsledku globálneho otepľovania už nemigruje, čo môžu žiaci zistiť z databázy. Druh vtáka zadajte skupinám tak, že vždy dve skupiny budú mať za úlohu získať údaje o rovnakom druhu (aby v ďalšej časti mohli spoločne diskutovať).

Žiakom povedzte, že budú zistené informácie a vyvodené závery prezentovať spolužiakom. Oboznámte žiakov o čase, ktorý majú k dispozícii (odporúčaný čas: 20 minút).

V priebehu práce žiakov im pomáhajte s orientáciou na stránke, otázkami a pod.

V ďalšej časti tejto vyučovacej fázy povedzte žiakom, aby skupiny, ktoré mali zadané rovnaký druh vtáka, prediskutovali získané údaje a odpovede na otázky. Žiakom tiež povedzte, koľko času majú k dispozícii (napr. 8 minút).

VYSVETLENIE (CCA 13 MIN.)

Zámer: Prezentovať výsledky práce s databázou, zovšeobecniť ich a diskutovať o práci s databázou EuroBirdPortal a jej význame.

Žiaci analyzujúci rovnaký druh vtáka spoločne oboznámia spolužiakov so svojimi zisteniami. Postupne prezentujú svoje zistenia všetky skupiny.

Pýtajte sa žiakov na ich skúsenosti s prácou na webovej stránke, diskutujte o význame takejto databázy. Môžete sa žiakov pýtať aj na ich názory vo vzťahu k databáze, čo by z databázy ešte chceli zistiť, čo im tam chýba, ako by ju vylepšili a pod.

Spoločne zodpovedajte výskumnú otázku z úvodnej časti (Kam letia sťahovavé vtáky?).

Môžete so žiakmi diskutovať o ich zisteniach a otázkach, ktoré vyplynú z práce s databázou. Môžete napríklad diskutovať o tom, prečo vtáky (ne)migrujú, aké opatrenia by zaviedli v prípade druhov, kde bol zaznamenaný výrazný pokles počtu jedincov a pod. Takáto diskusia rozvíja kritické premýšľanie, prehľbuje poznatky a pomáha žiakom premýšľať v širších súvislostiach.

Aby si žiaci prehľadili poznatky vo vzťahu k práci s databázou, pýtajte sa ich aj otázky na ďalšie možnosti práce:

OTÁZKA

Aké údaje z tejto databázy by ešte mali význam pre biológov?

Kladte podporné otázky:

Čo by ste porovnávali?

Čo by ste tým získali?

Ako by ste aplikovali získané údaje? a pod.

ROZPRACOVANIE (CCA 15 MIN.)

Zámer: Získať informácie o počte vtákov pomocou spracovania a analýzy obrazu.

Využiť databázu pre zobrazenie počtu určitého druhu vtáka (prípadne vtákov) formou rôznych sfarbení, vytvoriť obrázok odfotením obrazovky monitora (prt sc), využiť pre analýzu počtu aplikáciu Fiji. Je to príležitosť na opakovanie zručností počítania a merania objektov na fotografii.

OTÁZKA

Ako by sme mohli čo najpresnejšie odhadnúť počet vtákov na zobrazenom území v konkrétnom období?

Žiaci vedia, že stránka odlišuje výskyt vtákov farebne. Keďže žiaci už zrejme pracovali s voľne dostupným programom Fiji na analýzu obrazu, ktorý je využívaný v metodikách „**Koľko vtákov letí v krdli?**“ a „**Ako vieme, koľko je v krvi krvínek?**“, mohlo by ich napadnúť, že pri vhodnom obrázku (farebne kontrastný a pod.) by vedeli využiť na analýzu práve tento program.

Vyberte so žiakmi konkrétny obrázok (odfotená obrazovka pri načítaných údajoch v databáze), ktorý budú analyzovať spoločne všetci žiaci.

Pokúste sa aplikovať skúsenosti s prácou v programe Fiji. Ak práca s databázou zabrala viac času, aspoň so žiakmi diskutujte o vhodnom spracovaní obrazu pre prácu s programom Fiji a obmedzeniach pri takejto analýze.

Žiaci zrejme povedia, že je dôležité použiť obrázok, kde sú krúžky znázorňujúce výskyt daného druhu jednoznačne farebne odlišiteľné od pozadia a neprekrývajú sa, čo môže byť v niektorých prípadoch limitujúce pre prácu s Fiji.

Poznámka:

Aplikácia Fiji je voľne dostupná na stránke: <https://imagej.net/Fiji/Downloads>

Podrobnejšie v podkapitole 1.1.2 Dopĺňujúce informácie.

Pri vyhodnocovaní počtu vtákov z akéhokoľvek hľadiska (môžete zobrať do UVahy iba jednu farbu s rozmedzím výskytu), diskutujte so žiakmi o možnostiach analýzy obrazu a vyhodnoteniach počtu vtákov.

OTÁZKY

Aké možnosti/obmedzenia má aplikácia Fiji pre vyhodnotenie údajov (počet vtákov, ...) z databázy?

Aké ďalšie možnosti vyhodnocovania počtu vtákov by ste použili? Aký program by bol vhodný?

Aké možnosti využitia informatiky pri získavaní a analýze údajov z databázy vám napadajú?

Táto téma zaradili je posledná. Môžete teda v krátkosti diskutovať aj o možnostiach využitia informatiky vo vzťahu k biologickým databázam všeobecne. Diskusia má zmysel pre rozvíjanie uvedomenia si možností prepojenia informatiky a biológie, ale aj iných predmetov.

V tejto časti vyučovacej hodiny môžete so žiakmi diskutovať aj o tom, aké ďalšie databázy by boli podľa nich dôležité pre biológiu, ako by vedeli takúto databázu vytvoriť a aké by boli možnosti jej využitia a pod.

Diskusia žiakov núti premýšľať v rôznych súvislostiach, prepájať poznatky z biológie a informatiky, uplatňovať naučené poznatky a uvedomovať si, čo všetko ešte robia (bio)informatici.

Diskusiu môžete smerovať týmito otázkami:

OTÁZKY

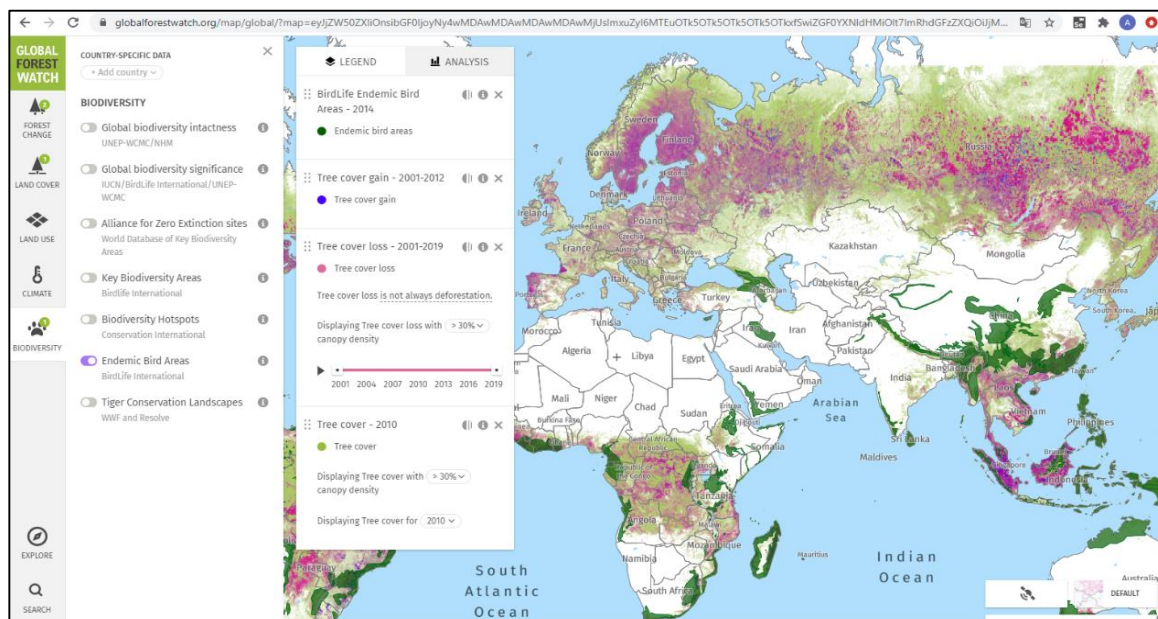
- *Aké ďalšie databázy by mali v biológii význam? (otázka je súčasťou lístka pri odchode)*
- *Ako by sa získavali údaje pre túto databázu?*
- *Čo by bolo možné z databázy zistiť?*
- *Za akým účelom by bolo možné tieto údaje použiť?*

Pre biológiu je zaujímavá aj databáza ([Forest Monitoring Designed for Action, 2020](https://www.globalforestwatch.org/)) v podobe webovej stránky www.globalforestwatch.org, kde je možné sledovať lesy vo svete, ich využitie vo vzťahu ku krajine, ale napr. aj zobraziť na mape oblasti, kde žijú endemické druhy vtákov (obr. 44).

Vyhľadávanie v databáze:

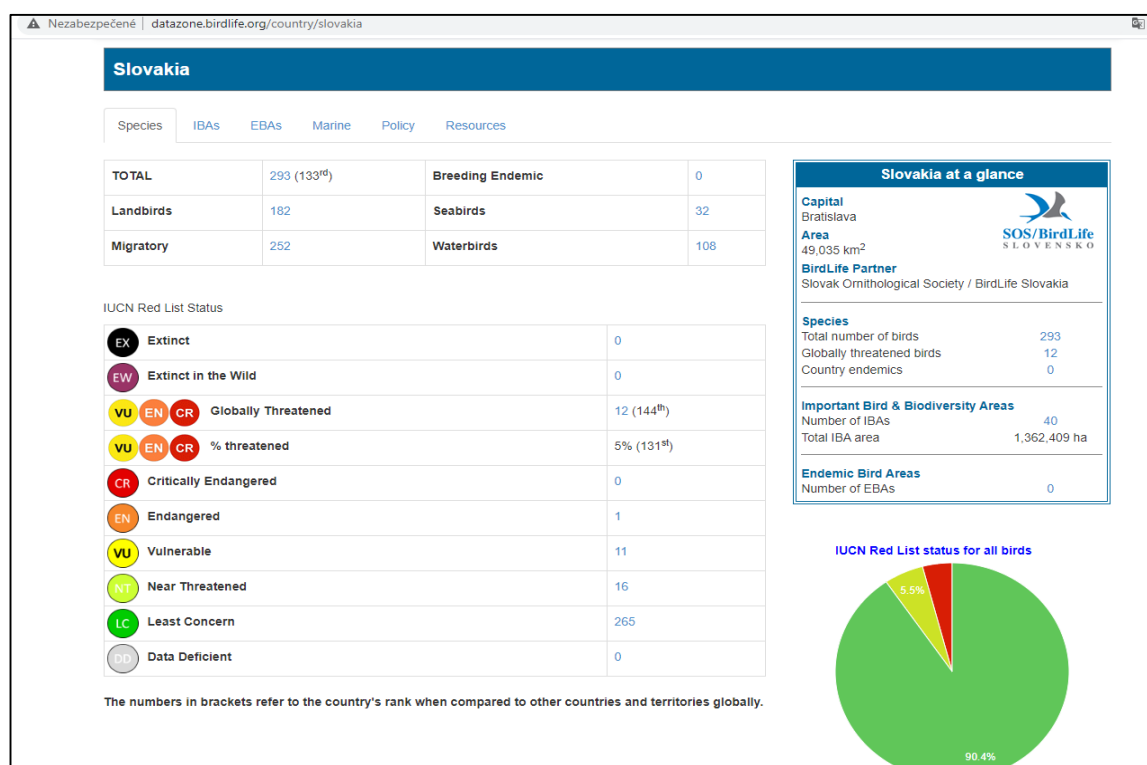
<https://www.globalforestwatch.org/map/global/?menu=eyJkYXRhc2V0Q2F0ZWdvcnkiOiJmb3Jlc3RDaGFuZ2UiLCJtZW51U2VjdGlvbil6ImRhZGFzZXRzIn0%3D>

Na stránke <https://www.globalforestwatch.org/> cez záložku „Topics“ je možné prekliknúť sa na vyhľadávanie údajov nielen vo vzťahu k biodiverzite, ale napr. aj klíme, vode, ohňom (Kliknite na „Tools“, potom si zvolíte oblasť, napr. „Fire“, dole na stránke kliknite na „Related tools“, zobrazí sa ponuka databáz: **View on map, select a contry**, ... Zvoľte si, čo vám najviac vyhovuje. Stránky sú síce v anglickom jazyku, ale reatívne intuitívne, obsahujú málo slov a ponúkajú veľa grafických zobrazení a grafov. Vhodné je ukázať žiakom databázy a nechať ich vyhľadať určité údaje (obdobie najväčšej straty lesa na Slovensku, najviac upozornení na požiare a pod.).



Obrázok 45 Ukážka zo stránky <https://www.globalforestwatch.org/>

Databáza (*Bird Life International, 2020*) odkazuje aj na iné stránky o vtácoch, a to napr. <http://datazone.birdlife.org/eba>, odkiaľ je možno vyhľadávať cez viaceré databázy (záložka „Tools“, je tam aj databáza EuroBirdPortal), ale aj zobrazenie profilu krajín (záložka „Country profiles“) vo vzťahu k vtáctvu (obr. 45).



Obrázok 46 Ukážka zo stránky <http://datazone.birdlife.org/eba> zobrazujúca vtáctvo na Slovensku

Poznámka

Tieto databázy môžete žiakom ukázať aj pri iných témach, kde sa pracuje s databázami (Zoznámte sa s rastlinami alebo Nie je vírus ako vírus) ak budete mať na to časový priestor.

HODNOTENIE (CCA 10 MIN.)

Zámer: Zistiť, či si žiaci osvojili základnú orientáciu a prácu s on-line databázou a vedeli spracovať a analyzovať získané obrazy.

Žiaci si medzi sebou vymieňajú skúseností zo spracovania a analýzy obrazu z databázy, porovnávajú svoje zistenia.

Vyplnia aj lístok pri odchode:

Meno žiaka:	Trieda:	Dátum:
V biológii by mali veľký význam aj tieto databázy:		
Dve najdôležitejšie veci, ktoré som sa dnes naučil:		
1.		
2.		
Čomu stále nerozumiem:		
Ak by som mohol na dnešnej hodine niečo zmeniť, bolo by to:		

3.3.2 Doplnujúce informácie

Prečo vtáky migrujú

Niektoré druhy vtákov pri výrazných zmenách teplôt časom vyhynú, iné sa dokážu prispôbiť. Podľa ornitológov je pravdepodobné, že z juhu k nám začnú prenikať druhy zvyknuté na vyššie teploty, ktoré zvyšujú dostupnosť potravy. Mnohé druhy začnú migrovať, až keď ich k tomu prinúti mrazivé počasie. Sú však aj vtáky, ktoré zmeny počasia nenútiť presúvať sa na juh. Napríklad labute v minulosti zimovali len zriedkavo, no posledné dve desaťročia tu zostáva takmer celá populácia.

Okrem toho tu čoraz častejšie zimujú stehlíky, zeliienky, škorce či myšiaky. Existujú aj druhy, ktoré nezostanú doma za žiadnych okolností, iba ak ochorejú. Ide o bociany, lastovičky, muchárikky, včelárikky, bahniaky, sokoly lastovičiare, orly krikľavé a mnohé iné, ktoré by si v mrazivom počasí nenašli potravu.

Zdroje:

<http://www.teraz.sk/slovensko/stahovanie-vtactva-mozno-sledovat-na/139050-clanok.html>

<http://www.pluska.sk/spravy/z-domova/zima-labute-nevyhana.html>

https://sk.wikipedia.org/wiki/%C5%A0korec_oby%C4%8Dajn%C3%BD

Podrobnejšie informácie o stránke EuroBirdPortal

Webstránku bolo možné vytvoriť vďaka systematickej práci tisícok dobrovoľných sčítateľov vtáctva v Európe. K dispozícii sú tak spoľahlivé údaje o tom, ako sa darí vtáčím populáciám v Európe. EuroBirdPortal úžasným spôsobom umožňuje sledovanie jedného z najzáhadnejších fenoménov v prírode – sťahovanie vtáctva v čase a priestore.

EuroBirdPortal vznikol vďaka spojeniu desiatok národných webstránok, kde ornitológovia a birdwatcheri zaznamenávajú pozorovania vtáctva. Do projektu sa zapojili aj Slováci. Výhodou stránky je aj to, že je možné vďaka aktuálnym údajom nasmerovať zdroje a úsilie ochrany prírody na druhy, kde sa preukáže, že rýchlo ubúdajú, alebo u nás prežívajú posledné jedince, a ktoré sú tak na tom najhoršie, respektíve v bezprostrednom ohrození vyhynutia.

Počet druhov hniezdiacich na Slovensku je jeden z najvyšších v Európskej únii. Situácia ohľadne ochrany vtáctva však napriek vysokému počtu druhov hniezdiacich u nás, respektíve v celej Európe nie je pozitívna. Ďalšie správy zverejnené v poslednom období prinášajú alarmujúce informácie o stave biodiverzity v Európe (Jozef Ridzoň, Slovenská ornitologická spoločnosť/BirdLife Slovensko).

Odporúčené linky:

<http://www.teraz.sk/slovensko/stahovanie-vtactva-mozno-sledovat-na/139050-clanok.html>

<http://www.pluska.sk/spravy/z-domova/zima-labute-nevyhana.html>

<http://www.eurobirdportal.org/ebp/en/>

<http://www.teraz.sk/slovensko/stahovanie-vtactva-mozno-sledovat-na/139050-clanok.html>

<http://www.pluska.sk/spravy/z-domova/zima-labute-nevyhana.html>

https://sk.wikipedia.org/wiki/%C5%A0korec_oby%C4%8Dajn%C3%BD

INDEX OBRÁZKOV

Obrázok 1 Prostredie Fiji	11
Obrázok 2 Prahovanie fotografie	12
Obrázok 3 Nastavenie tvaru a veľkosti meraných objektov	13
Obrázok 4 Zistenie počtu objektov analýzou častíc.	13
Obrázok 5 Postup merania plochy na obrázku zebry	15
Obrázok 6 Nastavenie merania plochy pre vzor zebry	16
Obrázok 7 Meranie častí listu ľubovníka	18
Obrázok 8 Výsledok meranie tmavých plôch	18
Obrázok 9 Výsledok merania svetlých plôch.....	19
Obrázok 10 Lišta programu Fiji	21
Obrázok 11 Bürkerova komôrka a Bürkerova mriežka.....	26
Obrázok 12 Krvinky v Bürkerovej komôrke.....	26
Obrázok 13 Fotografia krviniek s mierkou	27
Obrázok 14 Postup počítania krviniek na fotografii.....	29
Obrázok 15 Mierka na fotografii peľových zrní.....	31
Obrázok 16 Nastavenie jednotiek merania a mierky.....	31
Obrázok 17 Tajný nápis	33
Obrázok 18 Postup zobrazenia napadnutej plochy plodu.....	40
Obrázok 19 Prázdny graf v prostredí softvéru Coach	47
Obrázok 20 Graf s predpoveďou	47
Obrázok 21 Zobrazenie vzťahov v grafe s predpoveďou množenia myší.....	49
Obrázok 22 Králik divoký (<i>Oryctolagus cuniculus</i>).....	50
Obrázok 23 Ilustračné foto koristi a predátora.....	51
Obrázok 24 Model znázorňujúci vzťah arktických líšok a zajacov (Coach 6).....	52
Obrázok 25 Grafický model vzťahu líšok a zajacov (Coach 6).....	53
Obrázok 26 Ďalší námet modelovania vzťahu predátor – korisť.....	53

Obrázok 27 Gaussova krivka ekologickej valencie	54
Obrázok 28 Slizovec iberský (<i>Arion lusitanicus</i>).....	55
Obrázok 29 Kalamita a lesný požiar vo Vysokých tatrách	58
Obrázok 30 Náhľad videa rast stromu	59
Obrázok 31 Vizualizácia vývoja lesa.....	60
Obrázok 32 Ultrasonografický obraz nádoru v tkanive.....	69
Obrázok 33 Rast bunkovej kultúry rastliny.....	70
Obrázok 34 Rast bunkovej kultúry baktérií	71
Obrázok 35 Grafické porovnanie rozmerov objemu, povrchu a obvodu gule	73
Obrázok 36 Vymedzenie objektu na obraze	80
Obrázok 37 Vymedzenie objektu na obraze.	88
Obrázok 38 Návrh referenčných bodov na liste svibu.....	90
Obrázok 39 Titulná stránka databáz NCBI	94
Obrázok 40 Titulná stránka databáz EMBL-EBI	96
Obrázok 41 Charakteristický vírus živočíšnych buniek.....	97
Obrázok 42 Štruktúra databáz EMBL.....	98
Obrázok 43 Formácia letiacich divých husí.....	101
Obrázok 44 Ukážka zo stránky http://www.eurobirdportal.org/ebp/en/	103
Obrázok 45 Ukážka zo stránky https://www.globalforestwatch.org/	107
Obrázok 46 Ukážka zo stránky http://datazone.birdlife.org/eba	107

INDEX TABULIEK

Tabuľka 1 Počet krviniek zdravých ľudí.....	24
Tabuľka 2 Porovnanie dvoch spôsobov prepočtu krviniek na 1 l krvi.....	29
Tabuľka 3 Porovnanie rozmerov nádoru.....	73

KLÚČ K ÚLOHÁM



KOĽKO VTÁKOV LETÍ V KŔDLI

1 Tvorivý žiacky návrh. Napríklad keď pristanú odfotohrovať, chytať do sietí a krúžkovať a počítať a pod.

2 Na fotografii vo formácii je 39 husí (Výstup z Fiji: Summary)

3 Tvorivý žiacky návrh. Koľko je semien v slnečnici, koľko je chloroplastov v bunke palístku machorastu a pod.

4/A Zebra je čierna s bielymi pásikmi, čierna farba tvorí viac ako 50 % plochy.

4/B Prevláda celková plocha bielych nádržiek v liste, aj po prepočítaní na objem list obsahuje viac hyperforínu, než hypericínu.

5 Tvorivý žiacky návrh. Koľko je semien v slnečnici, koľko je chloroplastov v bunke palístku machorastu a pod.



KOĽKO JE V KRVÍ KRVINIEK

1 Spočítať napr. šošovicu v odmerke s objemom 0,1 l po násobení desiatimi dostaneme koľko zrníek je v 1 litri.

2 Priemer je 4 až 5 krviniek, v 1 l x 10^{12}

3 $5,4 \times 10^{12}$ čo je aj v prípade muža nad hornou hranicou, najmä v prípade ženy treba zvažovať ochorenie. Ak je športovkyňa aj krvný doping.

4 Peľové zrnko má cca 40 μm .



ČO PREZRADÍ SVETLO O BUNKÁCH

1

Zahriať, zmeniť pH alebo ožiarit UV lampou.

2

Tvorivý žiacky návrh. Napríklad skúsiť zafarbiť živé objekty (kvety) fluorescenčnou farbou.

3

Mitotické delenie bunky.

4

Záleží od objektu, ktorý žiaci odfotografujú. Doložia foto a výstup metrania z Fiji: Summary



ZAJACE A LÍŠKY

1

Žiaci by mohli odhadnúť exponenciálny rast počtu myší v čase, ale niektorí si môžu myslieť, že rast bude lineárny. Modelovaním neskôr zistia priebeh krivky.

2

Žiaci môžu formulovať rôzne hypotézy, ktoré sa pri modelovaní potvrdia alebo vyvrátia.

3

Na základe modelu množenia myší bez obmedzenia 350 myší sa narodí ešte na začiatku prvej periódy množenia a pol milióna by ich počet prekročil počas 13. periódy.

4

Zakomponovanie faktoru úmrtnosti krivku množenia myší zmení. Výstup grafu sa líši podľa zadaných vstupných hodnôt.

5

Ďalšie grafy modelov Coach 6. Záver, že model sa dá zovšeobecniť.



KEDY JE LES ZDRAVÝ

1

1. fáza – klíčenie semien drevín	3. fáza – zahusťovanie lesa a konkurencia
2. fáza – prvé stromy tvoria semená	4. fáza – rovnováha

2

Tvorivé žiacke riešenie. Výsledkom je jednoduchší model s vynechaním žiakmi navrhnutých premenných alebo krokov.

- 3** Modifikácia programu vloženie premennej „škodca“ alebo grafický výstup zo simulácie pôsobenia škodcu z Coach 6.



KEDY MÁ CHIRURG PRÁCU

- 1** Tvorivý žiacke riešenie predstavuje modifikovaný program.

- 2** Tabuľka 3 a graf na obr. 35.



DÁTE SA ZAOČKOVAT'

- 1** Infekcia sa dostane do sledovanej populácie kontaktom s nakazeným človekom z krajiny, kde je nízka úroveň profylaxie. Podiel zaočkovaných ľudí v populácii klesne pod kritickú hodnotu. *(Na konci hodiny doplniť kritickú hodnotu 96 % zaočkovanej populácie).*

- 2** Program modifikovaný žiakmi alebo krivky ako na obr. 36 ako výstup zo simulácie.

- 3** Na zastavenie chrípky treba najmenej 100 hodín, keď počet nakazených začne klesať. Počet odolných prekročí počet nakazených asi o 186 hodín, čo je 7,7 dní. Chrípkové prázdniny v tomto prípade by mali trvať najmenej 4 dni, ideálne týždeň.

- 4** Tvorivé žiacke riešenie. Napríklad: vyššie náklady na zdravotníctvo, zníženie priemerného veku dožitia, ekonomické dôsledky a pod.

- 5** Program s faktorom vakcinácie modifikovaný žiakmi alebo krivky s vakcináciou ako na obr. 36 ako výstup zo simulácie.



DATABÁZY – VŠETKY LEKCIE

- 1** Riešenie závisí od použitého rastlinného materiálu. Správnosť výstupov musí posúdiť učiteľ.

- 2** Riešenie závisí od aktuálnych informácií v databázach, ktoré sa stále dopĺňajú. Učiteľ sleduje zručnosť žiakov pri vyhľadávaní zadaných informácií.

- 3** Riešenie závisí od aktuálnych informácií v databázach, ktoré sa stále dopĺňajú. Učiteľ sleduje zručnosť žiakov pri vyhľadávaní zadaných informácií.

BIBLIOGRAFIA

- AddforA.s.p. (27. 1. 2017). *Object Recognition in Video*. Dostupné na Internete: YouTube:
<https://www.youtube.com/watch?v=PBCSL8Udtfo>
- Biopython. (4. 9. 2020). *Biopython*. Dostupné na Internete: Biopython: <http://www.biopython.org>
- Bird Life International. (30. 9. 2020). Dostupné na Internete: <http://datazone.birdlife.org/eba>
- Campillo, F. (2012). Dostupné na Internete: Individual-based model for a (simple) forest dynamics.
- CMA. (2020). CMA on-line Store. Dostupné na Internete: <https://cma-science.nl/coach-7-installations>
- ComputationalScientist. (10. 1. 2017). *SIR model with Python*. Dostupné na Internete: YouTube:
<https://www.youtube.com/watch?v=wEvZmBXgxO0>
- Đurica, M. (6. 5. 2013). *Ako vyrastie strom*. Dostupné na Internete: YouTube:
<https://www.youtube.com/watch?v=U-LOSjowy68>
- EMBL. (24. 1. 2011). *Intelligent microscopy: Dividing cells automatically recorded*. (E. M. Laboratory, Producent) Dostupné na Internete: YouTube:
<https://www.youtube.com/watch?v=Dzt4b0EQGww>
- EMBL-EBI. (30. 9. 2020). *EMBL*. Dostupné na Internete: EMBL-EBI: <https://www.ebi.ac.uk/>
- ExSciEd. (17. 6. 2013). *Vaccines, Herd Immunity, and Gummi Bears - Oh My!* Dostupné na Internete: YouTube: https://www.youtube.com/watch?v=CPcC4oGB_o8
- Forest Monitoring Designed for Action*. (12. 8 2020). Dostupné na Internete:
www.globalforestwatch.org
- Greenberg, I. (2007). *Processing: creative coding and computational art*. New York: Distributed to the book trade worldwide by Springer-Verlag. doi:ISBN 159059617X
- Linge, S., & Langtangen, P. (2016). *Programming for Computations (Python version)*. Dostupné na Internete: Center for Biomedical Computing:
<http://hplgit.github.io/prog4comp/doc/pub/p4c-sphinx-Python/#>
- Macklin, P. (19. 11. 2012). *Agent-based demo simulation of a necrotic tumor spheroid (80k agents)*. Dostupné na Internete: YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=G9kd7ZEU494>
- Majek, K. (17. 10. 2017). *YOLO 9000 Object Detection #7*. Dostupné na Internete: YouTube:
https://www.youtube.com/watch?v=_kxX09i4fds
- NBCI. (7. 8. 2020). *NCBI > National Center for Biotechnology Information*. Dostupné na Internete: NCBI > National Center for Biotechnology Information: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

- Oxford VaccineGroup. (15. 6. 2012). *Herd Immunity*. Dostupné na Internet: YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=Eek5AZxBIlg>
- PhotoFlora. (26. 1. 2020). *PhotoFlora*. Cit. 2015. Dostupné na Internet: PhotoFlora: <http://photoflora.free.fr/>
- Poláčková, I. (2. 10. 2016). *Tajný život mesta*. Dostupné na Internet: Tajný život mesta: <http://tajnyzivotmesta.sk/>
- Rost, G. (8. 10. 2011). *Wolfram Demonstration Project*. Cit. 2020. Dostupné na Internet: <http://demonstrations.wolfram.com/DynamicModelOfPandemicInfluenzaWithAgeStructureAndVaccinatio/>
- Rost, G. (8. 10. 2011). *Wolfram Demonstrations Project*. Dostupné na Internet: Model of Pandemic Influenza with Age Structure and Vaccination: <http://demonstrations.wolfram.com/DynamicModelOfPandemicInfluenzaWithAgeStructureAndVaccinatio/>
- Russell Kightley Media. (14. 6. 2020). Dostupné na Internet: <https://rkm.com.au/CALCULATORS/CALCULATOR-circle-sphere.html>
- Scientific, T. F. (Producent). (2014). *New Movie of Life by Molecular Probes* [Film].
- Schindelin, J. A.-C. (2012). Fiji: an open-source platform for biological-image analysis. *Nature methods* 9(7):, 676-682.
- Smiths, C. (9. 10. 2010). *Amazing Microscopic HD Video! Paramecium Feeding!!* Dostupné na Internet: YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=a4aZE5FQ284>
- Tanishq, M. (7. 11. 2016). *SIR model - animated*. Dostupné na Internet: YouTube: https://www.youtube.com/watch?v=CkvSw_X0Hfw
- Tomka, M. (5. 6. 2003). Ako vzniká rakovina Genetický mechanizmus vzniku nádorov. *Vesmír* 82(82), s. 328. Dostupné na Internet: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2003/cislo-6/ako-vznika-rakovina.htm>
- Zakar, T. (29. 12. 2015). *Amazing creatures: Parameciums under fluorescence microscope*. Dostupné na Internet: YouTube: https://www.youtube.com/watch?v=Ug75k_ovQzg
- Zeman, D. (8.. 7. 2020). Krvný doping . Dostupné na Internet: <https://www.sportujeme.sk/krvny-doping/>
- Zemlin Castellan. (4. 3. 2014). *Jarný ťah vtáctva*. Dostupné na Internet: YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=VcNET2NV3eU>