

UNIVERZA V LJUBLJANI
PEDAGOŠKA FAKULTETA
Poučevanje – Predmetno poučevanje
Biologija in gospodinjstvo

Tea Žmavčič

IZVEDBA IN EVALVACIJA EKSPERIMENTA ZA
PONAZORITEV EVAPOTRANSPIRACIJE PRI IZBIRNEM
PREDMETU ORGANIZMI V NARAVI IN UMETNEM OKOLJU

Magistrsko delo

Ljubljana, 2018

UNIVERZA V LJUBLJANI
PEDAGOŠKA FAKULTETA
Poučevanje – Predmetno poučevanje
Biologija in gospodinjstvo

Tea Žmavčič

IZVEDBA IN EVALVACIJA EKSPERIMENTA ZA
PONAZORITEV EVAPOTRANSPIRACIJE PRI IZBIRNEM
PREDMETU ORGANIZMI V NARAVI IN UMETNEM OKOLJU

Mentor: izr. prof. GREGOR TORKAR

Ljubljana, 2018

IZJAVA

Podpisana Tea Žmavčič, rojena 14. 08. 1992, študentka Pedagoške fakultete Univerze v Ljubljani, smer Predmetno poučevanje, izjavljam, da je magistrsko delo z naslovom **Izvedba in evalvacija eksperimenta za ponazoritev evapotranspiracije pri izbirnem predmetu Organizmi v naravi in umetnem okolju** pri mentorjuizr. prof. dr. Gregorju Torkarju avtorsko delo. Uporabljeni viri in literatura so korektno navedeni, teksti niso prepisani brez navedbe avtorjev.

Ljubljana, september 2018

ZAHVALA

Za vso podporo, nasvete, pomoč ter spodbudo med pisanjem tako diplomskega kot magistrskega dela se iskreno zahvaljujem mentorju prof. Gregorju Torkarju.

Zahvala gre tudi kolegici Sendi Selič, ki mi je pomagala pri dokumentiranju empiričnega dela.

Zahvalila bi se rada predvsem svoji družini ter prijateljem, ki so me tekom pisanja naloge ves čas podpirali ter spodbujali.

Hvala tudi partnerju Kristijanu, ki mi je stal ob strani v težkih trenutkih in prenašal vse moje muhe.

POVZETEK

Učenje predstavlja aktiven in učinkovit proces, pri katerem posameznik doživi trajno in svojevrstno spremembo v svojem obnašanju pod vplivom preteklih izkušenj (Ivanuš Grmek, Čagran in Sadek, 2009). Učenje naravoslovja je dinamičen proces spreminjanja, rekonstrukcije ter tvorjenja novih pojmov in vklapljanje novih informacij v obstoječe informacijske strukture (Krnel, 1993). Eden izmed didaktičnih pristopov, ki postaja v naravoslovju čedalje bolj zastopan, predstavlja praktično delo oziroma učenje z raziskovanjem. Tak pristop je za učence veliko bolj zanimiv, saj morajo sami zbrati dokaze, kar pa posledično poveča tudi njihovo motivacijo. Raziskave v zadnjih 50 letih so pokazale, da učenci najhitreje usvojijo znanje, ko so pri pouku aktivni ter sami iščejo odgovore na vprašanja, ki jih zanimajo, v primerjavi s predhodno podano razlago s strani učitelja (Furtak, 2006).

Učenci se s pojmom transpiracija prvič srečajo v 6. razredu osnovne šole pri pouku naravoslovja. Pouk naravoslovja naj bi temeljil predvsem na odkrivanju in raziskovanju naravnih pojavov in njihovih zakonitosti. Zato je potrebno del frontalne oblike dela nadomestiti in dopolnjevati s praktičnim delom, iskanjem podatkov z uporabo IKT itd. (Učni načrt, 2011).

Razumevanje evapotranspiracije je za učence težavno, saj gre za proces, ki ga je težko videti, kaj šele razumeti. Problem se pojavi že pri samem razumevanju procesov evaporacije ter transpiracije, saj ju je težko časovno ločiti.

V magistrskem delu smo zato želeli predstaviti eksperiment, ki bi učencem približal proces evapotranspiracije in jim omogočil boljše razumevanje. Namen poskusa je bil spodbujanje raziskovalnega mišljenja ter interesa do naravoslovja.

Ugotovili smo, da so učenci s pomočjo eksperimenta razumeli proces evapotranspiracija kot ključni del vodnega kroga ter razvijali svoje raziskovalne spretnosti. Prav tako pa se je zaradi takšne oblike dela dvignila motivacija po spoznavanju/raziskovanju novih stvari s strani učencev.

Ključne besede: evapotranspiracija, eksperimentalno delo, raziskovalno mišljenje, konstruktivizem.

ABSTRACT

Learning is a dynamic and never ending process, where an individual experiences a permanent and unique transformation in his or her behavior under the influence of his/her past experience. Changing, reconstructing and incorporating new ideas into already obtained knowledge, is also an essential part when learning about Science. One of the newest didactic approaches, which is becoming more and more represented in Science courses, is Inquiry based teaching. This kind of approach is used especially when teaching about natural processes and concepts. It is also much more interesting for students as they are allegedly more active in class as they seek answers to questions all by themselves. They have to collect evidences, base a theory on it and present the results. Researches in the last 50 years have shown, that students acquire the most knowledge when they are active in the classroom, rather than listening to an already given theory from a teacher.

Students are first taught about evapotranspiration in the 6th grade of Elementary School. The process cannot be seen and it is quite difficult for students to understand it, especially because it consists of two different processes, which occur simultaneously: transpiration and evaporation. For students to understand such complex processes, it is highly recommended for Science teachers to give active methods in teaching a try.

In our thesis, we wanted to present an experiment that will bring the process of evapotranspiration to a better understanding among students. The main purpose of this experiment was to involve students into research thinking and promote student's interest in Science.

We found that our experiment helped students understand the process of evapotranspiration as a part of Earth's water cycle. Through this experiment, students acquired a particular set of Scientific skills and at the same time, the motivation to learn new things has also increased.

Key words: evapotranspiration, experimental work, Inquiry-based learning, Science teaching, Constructivism.

KAZALO VSEBINE

UVOD	1
1 TEORETIČNI DEL.....	2
1.1 Kroženje vode.....	2
1.1.1 Pomen vode za rastline	3
1.2 Sprejem vode v rastlino	4
1.2.1 Radialni transport.....	4
1.2.2 Aksialni transport.....	4
1.3 Oddajanje vode iz rastline	6
1.3.1 Transpiracija	6
1.3.2 Evaporacija	7
1.3.3 Evapotranspiracija.....	7
1.4 Učenje in poučevanje.....	9
1.4.1 Učenje	9
1.5 Konstruktivizem	10
1.5.1 Kognitivno razvojna teorija Piageta.....	11
1.5.2 Stopnje kognitivnega razvoja.....	12
1.5.3 Koncept aktivnega in konstruktivnega učenja	13
1.5.4 Praksa v šolah in konstruktivizem	16
1.6. Metode poučevanja pri pouku naravoslovja.....	18
1.6.1 Praktično delo pri pouku naravoslovja	18
1.6.2 Razumevanje transpiracije, evaporacije ter evapotranspiracije pri učencih	20
2 EMPIRIČNI DEL.....	21
2.1 METODOLOGIJA	21
2.2 NAMEN IN CILJI MAGISTRSKE NALOGE	21
2.3 HIPOTEZE IN PRIČAKOVANI REZULTATI.....	21
2.4 RAZISKOVALNA METODA	21
3 REZULTATI Z INTERPRETACIJO.....	23
3.1 Splošna analiza	23
3.2 Opisi dogodkov posameznih srečanj	23
3.2.1 Prvo srečanje z učenci.....	23
3.2.2 Drugo srečanje z učenci	28
3.2.3 Tretje srečanje z učenci.....	31

Žmavčič, T. Izvedba in evalvacija eksperimenta za ponazoritev evapotranspiracije pri izbirnem predmetu Organizmi v naravi in umetnem okolju. Mag. delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta, 2018

3.2.4 Četrto srečanje z učenci	34
4 RAZPRAVA IN ZAKLJUČEK	41
5 SEZNAM LITERATURE.....	45
6 PRILOGE.....	49

KAZALO SLIK

<i>Slika 1: Prikaz kroženja vode s procesi</i>	<i>3</i>
<i>Slika 2: Struktura listnih rež.....</i>	<i>5</i>
<i>Slika 3: Faktorji vpliva na evapotranspiracijo.....</i>	<i>7</i>
<i>Slika 4: Kontinuum raziskovalnim pristopov</i>	<i>15</i>
<i>Slika 5: Konstruktivističen model poučevanja po Needhamu.....</i>	<i>17</i>
<i>Slika 6: Merilni sistem Vernier LabQuest 2</i>	<i>20</i>
<i>Slika 7: Model kroženja vode.....</i>	<i>26</i>
<i>Slika 8: Postavitev lončkov pri sestoji strnjeno</i>	<i>27</i>
<i>Slika 9: Polaganje rastlin v komoro</i>	<i>28</i>
<i>Slika 10: Vzorec sama prst</i>	<i>31</i>
<i>Slika 11: Prikaz razporeditve lončkov, ki so jo učenci sami naredili</i>	<i>34</i>
<i>Slika 12: Golosek</i>	<i>39</i>

KAZALO GRAFOV

<i>Graf 1: Prikaz naraščanja relativne vlažnosti zemlje ter padanja vlažnosti zemlje pri vzorcu strnjeno.....</i>	<i>30</i>
<i>Graf 2: Sprememba relativne vlažnosti in vlažnosti zemlje pri vzorcu sama prst.....</i>	<i>32</i>
<i>Graf 3: Sprememba relativne vlažnosti in vlažnosti zemlje pri vzorcu mešano (šahovnica)...</i>	<i>35</i>

KAZALO TABEL

<i>Tabela 1: Vrednost povprečnih koeficientov izhlapevanja pri posamezni skupini rastlin glede na referenčno potencialno izhlapevanje za obdobje 1971–2000.....</i>	<i>8</i>
<i>Tabela 2: Masa lončkov po koncu poskusa pri vzorcu strnjeno.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabela 3: Masa lončkov pred začetkom poskusa pri vzorcu strnjeno.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabela 4: Prikaz mase lončkov vzorca mešano (šahovnica) po koncu poskusa.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabela 5: Prikaz mase lončkov vzorca mešano (šahovnica) pred poskusom.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabela 6: Prikaz mase lončkov vzorca mešano(šahovnica) po koncu poskusa.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabela 7: Prikaz začetne, končne in skupne izgubljene mase pri različnih sestojih.....</i>	<i>34</i>

Žmavčič, T. Izvedba in evalvacija eksperimenta za ponazoritev evapotranspiracije pri izbirnem predmetu Organizmi v naravi in umetnem okolju. Mag. delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta, 2018

UVOD

Pouk naravoslovja naj bi temeljil pretežno na odkrivanju in raziskovanju naravnih pojavov in zakonitosti. Zato je potrebno del frontalne oblike dela nadomestiti in dopolnjevati s praktičnim delom, ki pa je tesno povezan s konstruktivističnim načinom poučevanja, saj aktiviramo pri učencih notranje, mentalne procese, ki so pomembni za učenje.

Ena izmed ugotovitev je, da je najučinkovitejše učenje tisto, ki je samoiniciativno. Učencu, ki nima volje ter motivacije za učenje, ne moremo vlivati znanja v glavo. Kljub temu da se vsi učitelji ter raziskovalci poučevanja s to trditvijo strinjajo, je v šolah povsem drugačna slika. Pri pouku tradicionalno najprej učimo o teoriji, ki jo nato podpremo s poskusom ali praktično vajo, ki usvojeno teorijo podkrepí. Pri raziskovalnem pouku pa najprej začnemo z opazovanjem bioloških pojavov in raziskovalnim vprašanjem, ki ga razrešimo s pomočjo zbiranja podatkov. Lahko bi rekli, da sklepamo iz posamičnega na splošno, kar postavi tradicionalen pouk »na glavo«. Gre bolj za »hands-on« in »minds-on« pristop, kjer učenci sami pod vodstvom učitelja rešujejo nek raziskovalni problem. Učitelj je tako zgolj v vlogi »dirigenta«, ki vodi raziskovalno delo.

Učenci se s pojmom transpiracija in evaporacija prvič srečajo v šestem razredu pri predmetu Naravoslovje (Program osnovna šola, Učni načrt Naravoslovje za 6. in 7. razred, 2011). Kljub temu pa ameriški učenci, ki so se v šoli s transpiracijo že srečali, ne razumejo poteka kroženja vode v rastlini – kar 22 % učencev pa je mnenja, da voda absorbira vodo skozi liste in jo v sebi zadrži v celoti (Baker, 1998).

Proces evaporacije je prav tako kot transpiracija učencem težje predstavljen. Učenci so mnenja, da evaporacija poteka le takrat, ko je temperatura okolice višja od temperature tekočine. Prav tako so nekateri učenci mnenja, da je izhlapevanje vode povezano z vreliščem. Torej če voda doseže 100 °C, poteka evaporacija, drugače je ni. Takšna prepričanja so napačna, saj vemo, da evaporacija poteka pri vseh temperaturah (Coštu, in Ayas, 2005).

V okviru magistrskega dela smo zasnovali eksperiment, ki bi učencem približal proces evapotranspiracije pri različnih rastlinskih sestojih, in ga izvedli pri izbirnem predmetu Organizmi v naravi in v umetnem okolju. Namen poskusa je bil spodbujanje raziskovalnega mišljenja.

1 TEORETIČNI DEL

1.1 Kroženje vode

Voda je za naš planet bistvenega pomena. V naravi neprestano kroži v vseh oblikah med biosfero, atmosfero, litosfero in hidrosfero (Trimble in Ward, 2004). Nima začetne točke, saj so procesi med seboj povezani, poganja pa ga sončna energija. Voda se nahaja in zbira v zbiralnikih. Zbiralniki vode predstavljajo morja, jezera, podtalnica in ozračje. Voda se transportira iz enega zbiralnika v drugega s pomočjo procesov evapotranspiracije, transpiracije, evaporacije, taljenja snega, padavin, podzemnih tokov, sublimacijo ter kondenzacijo (Pidwirny, 2006).

Fizikalni procesi, ki so vključeni v cikel kroženja vode:

Infiltracija: Je fizikalni proces, kjer vodna para v obliki padavin (dež, toča, žled ali sneg) pade iz atmosfere na tla in se tam absorbira. Absorpcija padavin je odvisna od poroznosti in prepustnosti tal. Če je količina padavin višja od zmožnosti absorpcije vode zemlje, se voda nabira na površju v obliki luž ali se shranjuje v obliki podtalnice (Hillel, 2004).

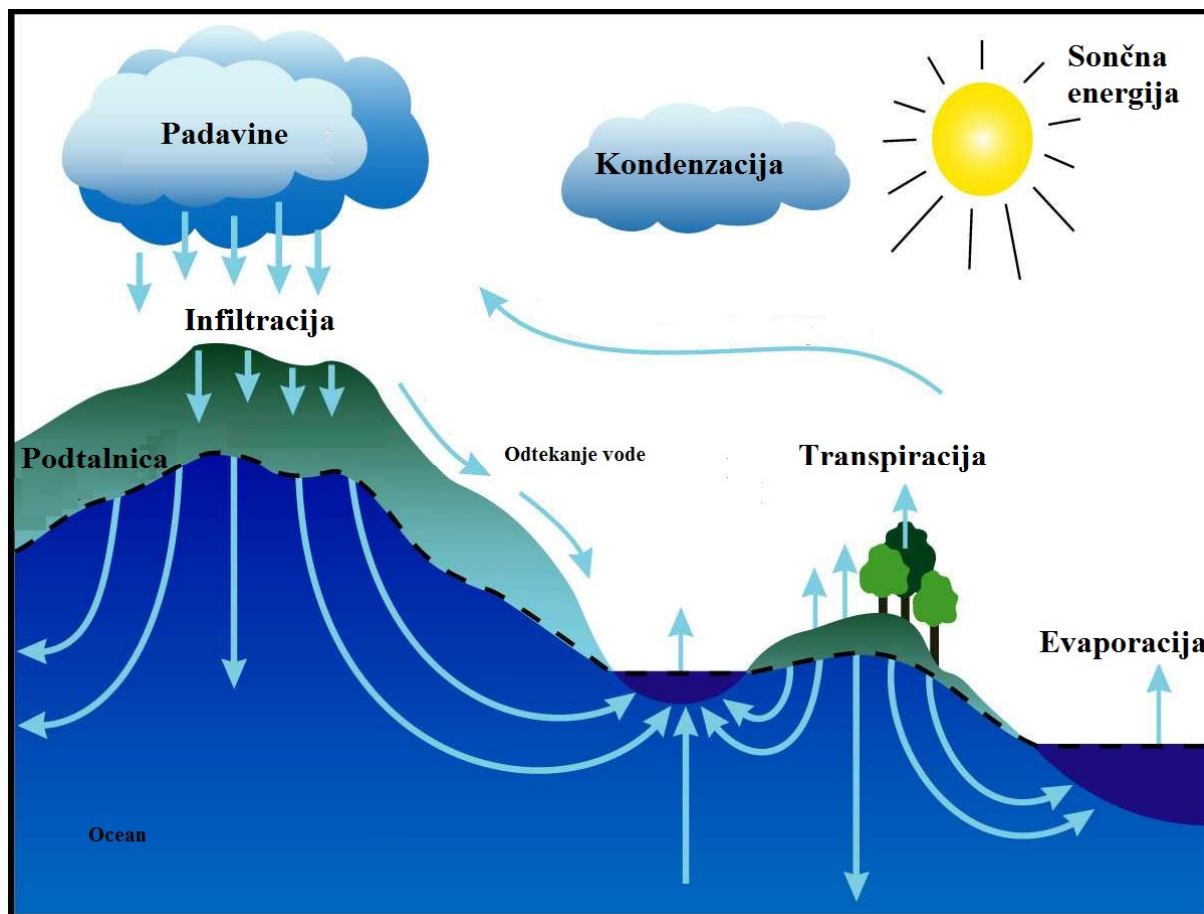
Kondenzacija: Predstavlja obraten proces evaporacije. Vodna para kondenzira v manjše delce pri določeni temperaturi (rosišče). Tvorijo se megla ali oblaki. O kondenzaciji govorimo takrat, ko se zrak ohlaja ali ko se poveča količina vodne pare v zraku do točke nasičenja (100 % vlaga v zraku). Ko se vodna para kondenzira nazaj v tekoče stanje, se sprosti v okolje enaka količina toplote, ki je bila potrebna za evaporacijo.

Evaporacija: Je prehod vode iz tekočega stanja v plinasto stanje. Vibracije in trki med molekulami povzročijo, da molekule pridobijo dovolj kinetične energije za premagovanje medmolekulskih sil v tekočem stanju in pretvorbo v plinasto stanje. Povprečna kinetična energija molekul v tekoči fazi je linearno sorazmerna s temperaturo preko Boltzmannove konstante. Torej višja kot je temperatura tekočine, večje bo izhlapevanje (Katul, 2012). Izhlapevanje vode iz oceanov predstavlja večino vodne pare, ki se nahaja v atmosferi. 91 % vode, ki izhlapi v ozračje, se vrne v oceane, ostalih 9 % pa se vrne v obliki kopenskih padavin. Nastalo neravnovesje med padavinami in izhlapevanjem na kopnem in oceani se uravna s taljenjem snega in ledenikov ter tokom rek in podtalnice proti oceanom. Razmerje med količino padavin in odtekanjem vode na eni strani ter izhlapevanjem vode na drugi imenujemo vodna bilanca.

Transpiracija: Del vode, ki pade na tla v obliki padavin, prestrežejo rastline. Transpiracija je izgubljanje vode iz rastline v obliki vodne pare, ki poteka skozi listne reže, kutikulo, lenticеле in periderm (Lah, 2002). Gre za fiziološki proces, pri katerem rastlina s koreninskim sistemom črpa vodo iz zemlje, jo uporabi v metaboličnem procesu in jo nato skozi listne reže izpusti v atmosfero (Brilly in Šraj, 2000).

Evapotranspiracija: Transpiracija sestavlja skupaj s procesom izhlapevanja vode (evaporacijo) evapotranspiracijo (Trimble in Ward, 2004).

Sublimacija: Majhen delež kroženja vode predstavlja sublimacija. Pomembna je v polarnih območjih. Je proces spreminjanja vode iz trdega agregatnega stanja (ledeniki, snežena polja) neposredno v plinasto agregatno stanje.



Slika 1: Prikaz kroženja vode s procesi (prirejeno po <https://extension.usu.edu/waterquality/educator-resources/lessonplans/wc>) (Vir: <https://extension.usu.edu/waterquality/educator-resources/lessonplans/wc>, 29. 6. 2018)

1.1.1 Pomen vode za rastline

Voda je ključna za rast in razvoj rastline. Je majhna polarna molekula z vodikovimi vezmi, kar ji daje lastnost odličnega topila. Ima veliko površinsko napetost. Pomanjkanje vode je eden izmed najpogostejših vzrokov omejene primarne produkcije v naravnih kopenskih ekosistemih, prav tako zmanjša tudi pridelke rastlin v agroekosistemih. Voda v rastlini sodeluje pri različnih procesih: služi kot transportni medij, je lahko reaktant in produkt v različnih kemijskih reakcijah. V celicah rastline se s pomočjo vode vzpostavi pozitiven hidrostatski tlak, turgor. Voda se v rastlini giblje na dva načina. Prvi način predstavlja difuzija, kjer je gradient v koncentraciji gonilna sila. Je oblika transporta, ki je najbolj učinkovita na kratke razdalje in je še posebej pomembna na celičnem nivoju rastline. Difuzijo molekul topila (vode) skozi polprepustno membrano (plazmalemo) imenujemo osmoza. Difuzijski transport je za rastlino pomemben pri transpiraciji, saj takrat poteka difuzija molekul vode iz zračnih prostorov lista skozi reže v ozadje. Drugi način transporta vode pa je snovni tok, kjer je gonilna sila gradient tlaka. Takšno gibanje vode je značilno v celičnih stenah rastlinskih celic, za transport tekočine v prevodnih delih ksilema in floema ter za transport vode v tleh (Vodnik, 2012).

1.2 Sprejem vode v rastlino

1.2.1 Radialni transport

Korenine imajo ključno vlogo pri sprejemanju vode v rastlino. Za vodno bilanco rastline je pomembno razmerje med listno površino ter površino korenin. V tistih okoljih, kjer je razpoložljivost vode majhna, je razmerje pomaknjeno v korist korenin. To so rastline, ki so prilagojene na sušne razmere. Sprejemanje vode v rastline definira razlika v vodnem potencialu tal ter vodnem potencialu korenin. Najbolj učinkovit sprejem vode se odvija v absorpcijski coni terminalnih delov korenin, kjer je prevodnost za vodo največja, stik s substratom pa je dober. Sprejem vode preko korenin se odvija v rizosferi – mesto na območju tal tik ob površini korenin. Rastlina v rizosferi zmanjšuje vodni potencial, kar povzroči ustvarjanje gradienta vodnega potenciala med rizosfero ter bolj odmaknjenimi deli tal, iz katerih se voda transportira do korenine s snovnim tokom (Vodnik, 2012).

Voda se na takšen način pri radialnem transportu premika po treh poteh:

- Apoplastno prevajanje: Voda se transportira od rizoderma po sistemu celičnih sten (apoplast) primarne koreninske skorje, intercelularjev do endoderma. Voda prehaja po medceličnem prostoru. Vnaprejšnji transport preprečita lignin ter hidrofobni suberin, ki se nahajata v celičnih stenah endoderma (Casparijev trak) (Vodnik, 2012).
- Simplastna pot: Prehajanje vode skozi celične membrane celic na nivoju rizoderma (koreninske povrhnjice). Simplast predstavlja sistem v rastlini, ki ga tvorijo s plazmodezmami neprekinjeno povezani protoplasti (Botanični terminološki slovar, 2011). Protoplast je celoten živi del celice, ki vključuje citoplazmo, organele, membranske strukture brez celične stene ter elastičnih tvorb (Botanični terminološki slovar, 2011). Voda se iz celice v celico transportira preko plazmodezme vse do ksilema. Plazmodezme so protoplazemske povezave, ki potekajo skozi celično steno in na tak način povezujejo sosednje celice. Omogoča direktni medcelični transport snovi in s tem komunikacijo med celicami.
- Transcelična pot: Voda prehaja iz ene celice v drugo v radialni smeri tako, da prehaja preko celičnih sten in membran. Voda lahko vstopi v celico koreninskega laska skozi membrano in skozi membrano izstopi v sosednjo celico. Ta proces se potem ponavlja do ksilema (Vodnik, 2012).

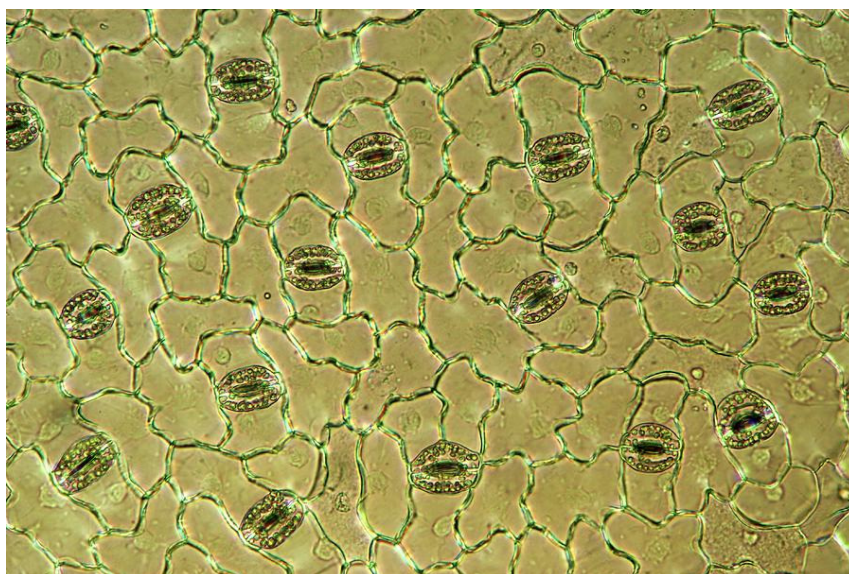
1.2.2 Aksialni transport

Aksialni transport opisuje transport vode po ksilemu v nadzemne dele rastline. Aksialni transport je mogoč zaradi cevastih ksilemskih celic, traheid in trahej, ki so mehansko stabilne in imajo veliko hidravlično prevodnost. Hidravlična prevodnost je posledica primanjkljaja protoplasta (celoten živi del celice), saj so celice v ksilemu mrtve. Krajše traheje, povezane v niz, tvorijo cev, medtem ko so traheide daljše in vretenaste celice ter značilne za golosemenke. Prevodnost med eno celico in drugo pri njih zagotavljajo piknje. Piknje so mesta, kjer dve sosednji celici nimata naložene sekundarne celične stene, ki je značilnost trahej in traheid. Namenjene so transportu vode med sosednjimi nizi celic. Transport vode po ksilemu opisuje kohezijsko-tenzijska teorija, ki pravi, da je gonilna sila za tok vode po ksilemu podtlak oziroma tenzija v listih, ki nastaja zaradi izhlapevanja vode iz površine celičnih mezofilnih celic. Voda iz celičnih sten mezofilnih celic prehaja v plinasto fazo, kar v celičnih stenah povzroči negativen matrični potencial. Tak transport omogočajo, če tenzija ni prehuda, tudi dovolj močne kohezijske sile med molekulami vode. Osnova za ksilemski transport po kohezijsko-tenzijski teoriji je oddajanje vode iz rastline oziroma transpiracija. V primeru, ko je transpiracija zaradi zaprtih rež omejena, lahko rastlina s sprejemanjem mineralnih hranil v korenine v centralnem cilindru vzpostavi manjši negativni osmotski

potencial. Tako voda zaradi razlike v vodnem potencialu prehaja iz primarne skorje v centralni cilinder, kjer se na račun bolj negativnega osmotskega potenciala v centralnem cilindru poveča potencial tlaka. Pravimo, da poteka aktivna osmotska absorpcija vode. Nastalemu pozitivnemu hidrostatskemu tlaku pravimo koreninski tlak, ki je lahko v razmerah, ko je transpiracija omejena, gonilna sila ksilemskega transporta (Vodnik, 2012).

1.2.2.1 Listne reže in njihova zgradba

Listne reže (stomate) predstavljajo odprtine na spodnji (listopadno drevje) ali zgornji (plavajoči listi) strani lista rastline, skozi katere je omogočen prenos plinov in vode. Če so vse listne reže odprte, znaša njihova skupna površina 1–2 % listne površine. Število listnih rež na enoto lista je odvisno od okolja, v katerem je rastlina rasla (Grant in Vatnick, 2004). Poglavitna naloga listnih rež je izmenjava plinov med okolico in notranjostjo listov. Skozi listne reže iz okolice rastlina pridobi CO₂, ki je potreben za proces fotosinteze. Kisik kot produkt fotosinteze pa iz lista izstopa. Listne reže prav tako uravnavajo transpiracijo (izhlapevanje vode). Aktivni del listne reže predstavljata dve celici zapiralki, ki sta fižolaste oblike (Slika 2), med katerima je odprtina (listna reža). Ta odprtina predstavlja povezavo med zunanjim okoljem in notranjostjo gobastega tkiva lista. Celici zapiralki lahko spremlja ena ali več celic spremljevalk, lahko pa sta obdani tudi z običajnimi celicami povrhnjice. Celice zapiralke ob spremembi koncentracije osmotsko aktivnih snovi uravnavajo vsebnost vode, ki se kaže v njihovem volumnu ter turgorju (znotrajceličnem tlaku, potencialu pritiska). Ko se turgor poveča, radialna struktura v celični steni povzroči razmaknitev celic zapiralk in oblikovanje odprtine med celicama (Vodnik, 2012).



Slika 2: Struktura listnih rež. (<https://fineartamerica.com/featured/plantain-lily-stomata-marek-mis.html>, 2. 7. 2018)

1.2.2.2 Prevodnost listnih rež

Listne reže se lahko odzivajo na notranje (endogene) in zunanje (eksogene, okoljske) signale, zato je potreben sistem regulacije odprtosti listnih rež. Rastline vodo oddajajo skozi listne reže, vendar lahko prevodnost listnih rež regulirajo.

- Razpoložljivost vode: Ko rastlini primanjkuje vode, se zmanjša vodni potencial rastline oz. lista, kar vodi do zapiranja rež. Odziv je lahko hidropasiven ali hidroaktiven. Hidropasiven odziv pomeni zapiranje listnih rež zaradi zmanjšane turgorja v celicah, ki je posledica

zmanjšanja razpoložljivosti vode v listni povrhnjici. Hidroaktivni odziv pa pomeni zapiranje listnih rež zaradi dehidriranosti celotne rastline. Rastlina je odvisna predvsem od metabolizma prevodnih celic. Je reakcija zaradi transporta osmotsko aktivnih ionov iz ali v celice zapiralke ob spremstvu premikov vode. Pri hidoaktivni regulaciji ima pomembno vlogo abscizinska kislina (ABA), ki se ob zmanjšanem vodnem potencialu poveča zaradi sproščanja iz organelov v celicah lista ali pa zaradi sinteze v koreninah. Listne reže zaznajo povečano koncentracijo ABA v listu z receptorji. Vezava ABA na receptor povzroči iztok osmotikov iz zapiralk in zmanjšanje prevodnosti listnih rež (Taiz in Zeiger, 2002).

- Koncentracija CO₂ v mezofilu: Zmanjšanje koncentracije CO₂ v intracelularjih mezofila v procesu fotosinteze povzroči odpiranje listnih rež, medtem ko povečanje koncentracije CO₂ inducira zapiranje listnih rež (Vodnik, 2012).

- Vpliv svetlobe: Prevodnost listnih rež je večja ob močnejši svetlobi, kar lahko povežemo s fotosintezo in z večjo porabo CO₂.

- Temperatura: Ob nespremenjenih ostalih okoljskih vplivih rastline pri višjih temperaturah odpirajo listne reže in se na tak način s transpiracijo hladijo. Uravnavanje prevodnosti listnih rež mora biti kontrolirano, prav tako pa mora ohraniti pozitivno vodno bilanco (razmerje med sprejeto in oddano vodo). Rastlina mora s primernimi omejitvami transpiracije in s fotosintezno vezavo atmosferskega ogljika doseči učinkovito izrabo vode (ang. water use efficiency). Večina rastlin tekom dneva s transpiracijo izgublja vodo, saj so listne reže odprte, da lahko rastlina pridobi CO₂ za vršenje fotosinteze. Razpoložljivost vode se zato zmanjša in doseže minimum opoldne, kar odraža predvsem močno znižan vodni potencial. Vodni potencial začne spet naraščati, ko se ponoči transpiracijsko oddajanje vode zmanjša z zaprtjem rež. Ponoči rastlina s sprejemanjem vode vzpostavi pozitivno vodno bilanco (Vodnik, 2012).

1.3 Oddajanje vode iz rastline

1.3.1 Transpiracija

Kot smo že opisali, proces oddajanja vode iz rastline imenujemo transpiracija (E). Transpiracija je proces izgubljanja vode iz rastline v obliki vodne pare, ki poteka skozi listne reže, kutikulo, lenticele in periderm (Lah, 2002). Gre za fiziološki proces, pri katerem rastlina s koreninskim sistemom črpa vodo iz zemlje, jo uporabi v metaboličnem procesu in jo nato skozi listne reže izpusti v atmosfero. Proces, kjer se poleg vodne pare skozi listne reže (stomate) izločajo tudi plini, imenujemo stomatalna transpiracija. Izhlapevanje vode skozi kutikule imenujemo kutikularna transpiracija, ki predstavlja neposreden prehod vode iz celic skozi kutikulo v atmosfero (Tyree, 2000). Kutikularna transpiracija je najbolj intenzivna pri mlajših rastlinah, prav tako pa prispeva le 10 % celotne transpiracije. Transpiracija skozi lenticele (lenticelarna transpiracija) poteka pri drevesnih vrstah. Skozi proces transpiracije se rastline ohlajajo in pridobijo nutriente, prav tako pa rastline oskrbi z ogljikovim dioksidom (Vodnik, 2012).

Intenzivnost transpiracije je odvisna od življenjske dobe rastline in okoljskih dejavnikov, kot so deficit tlaka vodne pare, sončno sevanje, temperatura tal in zraka in volumenska vsebnost vode v tleh (Raspor, 2007).

1.3.2 Evaporacija

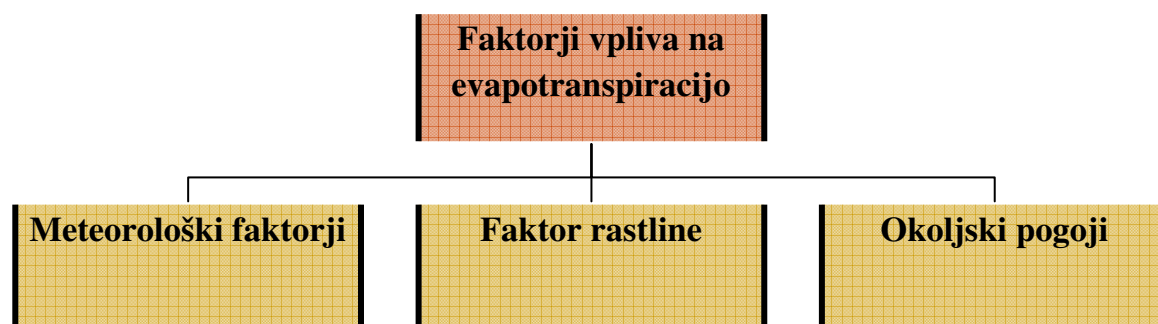
Evaporacija predstavlja izhlapevanje vode iz proste vodne površine, iz površine zemlje ter iz površine rastlin (Ward in Trimble, 2004). Na evaporacijo vplivajo predvsem vlažnost zraka, temperatura ter jakost vetra. Višja kot sta temperatura in jakost vetra, večja bo evaporacija. Prav tako je evaporacija večja pri manjši vlažnosti zraka.

1.3.3 Evapotranspiracija

Transpiracija sestavlja skupaj s procesom izhlapevanja vode (evaporacijo) evapotranspiracijo. Tako transpiracija kot evaporacija sodelujeta pri prehodu vode iz zemeljske površine v atmosfero, zato ju je težko ločiti (Cesar in Šraj, 2012). Pod pojmom evapotranspiracija v hidrološkem pomenu razumemo celoten proces prehoda vode s površine Zemlje v atmosfero. Izhlapevanje vode je eden izmed ključnih procesov energijskega ravnotežja našega planeta. Kar 50 % absorbiranega sončnega sevanja se uporabi za ohlajevanje Zemlje preko procesa evapotranspiracije ter za segrevanje ozračja s sprostitvijo latentne toplote. Latentna toplota predstavlja ključni element pri segrevanju atmosfere, saj razporedi toploto od nižjih nadmorskih višin do višjih. Vodna para kot prevladujoči toplogredni plin prispeva k ohlajevanju površine Zemlje in segrevanju našega ozračja s povprečjem okoli 80 Wm^{-2} . Je pasivna komponenta v troposferi, saj je njeno delovanje pogojeno s temperaturo (Bengtsson, 2010).

1.3.3.1 Faktorji vpliva na evapotranspiracijo

Na evapotranspiracijo vplivajo različni faktorji. Delijo se na meteorološke faktorje, faktorje rastline ter okoljske pogoje (Allen in sod., 1998).



Slika 3: Faktorji vpliva na evapotranspiracijo, prirejeno po Allen in sodelavci, 1998.

1.3.3.1.1 Meteorološki dejavniki

Med meteorološke faktorje sodijo sončno sevanje, temperatura zraka, vlaga v zraku in hitrost vetra. Meteorološki faktorji odstranjujejo vodno paro s površine ter proizvajajo energijo za izhlapevanje. Za izhlapevanje vode potrebujemo sončno energijo, saj spreminja agregatno stanje vode. Sama količina energije, ki je potrebna za evapotranspiracijo, je odvisna od zemljepisne lege ter letnega časa. Večina sončne energije pri rastlini se porabi za transpiracijo, nekaj pa za fotosintezo (Tyree, 2000). Osnoven vir toplote predstavlja sončno sevanje, ki potuje v obliki dolgovalovnega sevanja preko atmosfere do površja Zemlje. Sevanje se odbije od tal v obliki kratkovalovnega sevanja, kar povzroči segrevanje ozračja. V splošnem velja, da je stopnja evapotranspiracije pri višjih temperaturah višja kot pri nižjih (Young, Dooge in Rodda, 1994).

Večja kot je vlaga v zraku, manjše je izhlapevanje, saj je zrak z vlažnih območjih že dovolj zasičen, kar vpliva na nižjo stopnjo evapotranspiracije. V suhih območjih je izhlapevanje odvisno predvsem od količine padavin (Prohaska, 2003). Evapotranspiracija je prav tako odvisna od vetra. Zrak pri izhlapevanju nad površino postane zasičen. Vloga vetra je ta, da nadomesti zasičen zrak z bolj suhim zrakom tako, da se evapotranspiracija nadaljuje. V nasprotnem primeru je stopnja transpiracije manjša. Na pospeševanje evapotranspiracije ima rahel veter večji vpliv kot pa vihar, prav tako pa ima večji vpliv na višje rastoče rastline (Liuzzo, Viola in Noto, 2016).

1.3.3.1.2 Okoljski pogoji

Med okoljske pogoje, ki vplivajo na stopnjo evapotranspiracije, štejemo slanost tal, rodovitnost prsti in gnojenje, boleznin rastlin, slabo upravljanje s prstjo in vodo. Prav tako pa je potrebno upoštevati še druge dejavnike, kot so vsebnost talne vode, gostota poraščenosti ter pokrovnost tal. Razlike v stopnji evapotranspiracije so pri pokrovnosti in različnih tipih tal velike. Največjo vrednost koeficienta izhlapevanja glede na dnevne vrednosti potencialnega izhlapevanja po Penman-Monteithovi metodi (Allen, 1998) ima mešani gozd, najmanjšo pa vodne površine.

Tabela 1: Vrednost povprečnih koeficientov izhlapevanja pri posamezni skupini rastlin glede na referenčno potencialno izhlapevanje za obdobje 1971–2000, povzeto po Water Balance Elements.

Rastlina oz. pokrovnost	Koeficient za posamezen sloj pokrovnosti glede na potencialno izhlapevanje tekom celega leta
mešan gozd	1.10
kmetijske rastline	0.82
vodne površine	0.60
urbano območje	1.00

1.4 Učenje in poučevanje

Po naravi smo ljudje raziskovalci in učenci. Z razvojem družbe je dostopnost informacij postala karseda enostavna. Hitrejši tempo življenja ter preprostejši dostop do podatkov vpliva tudi na pedagoško področje, saj so izkušnje in znanje otrok drugačni kot v prejšnjih desetletjih. Vse to je vzrok za spremembo pojmovanja učenja ter poučevanja, ki naj bi temeljila na učenčevih preteklih izkušnjah in znanju in se preko tega usmerila v višje ravni znanja (Marentič Požarnik, 2005).

1.4.1 Učenje

Uradna in strokovna definicija učenja po UNESCO/ISCED 1993 pravi, da je »učenje vsaka sprememba v vedenju, informiranosti, znanju, razumevanju, stališčih, spretnostih ali zmožnostih, ki je trajna in ki je ne moremo pripisati fizični rasti ali razvoju podedovanih vedenjskih vzorcev«.

Opredelitev učenja predstavlja široko območje oziroma samo vsebino učenja, saj z učenjem ne pridobivamo znanja le v ožjem smislu, in hkrati razmejuje pojem učenja od pojma fiziološke rasti oziroma dedno zasnovanega razvoja posameznika. Do učenja tako pride na osnovni izkušnj, ob sovpadanju med človekom ter socialnim okoljem. Gre za aktiven in učinkovit proces, pri katerem posameznik doživi trajno in svojevrstno spremembo v svojem obnašanju pod vplivom preteklih izkušenj (Ivanuš-Grmek, Čagran in Sadek, 2009). O takem učenju lahko govorimo le, če učenje temelji na posamezniku, ki je čustveno, miselno in celostno aktiven v samem procesu. Takšno učenje bi moralo vključevati učenčeve pretekle izkušnje, znanja, stališča ter bi moralo biti usmerjeno v interpretacijo podatkov. Le takšen način lahko učenci oblikujejo trdno znanje in znanje z razumevanjem. Novo znanje naj učenci gradijo na predhodnih izkušnjah, stališčih in na že doseženem znanju (Marentič Požarnik, 2000).

TEORIJE UČENJA

Z vprašanji, kot so kaj je to učenje, kaj je njegovo bistvo in osnove, česa se naučimo, pogoji pod katerimi se lahko učimo ipd., so se v preteklih stoletjih ukvarjali številni psihologi in pri tem oblikovali preko 50 teorij učenja.

Med skupino teoretičnih pogledov na učenje so se uveljavile zlasti naslednje teorije:

- asociativistične,
- (neo)behavioristične,
- gestaltistične,
- kognitivno-konstruktivistične,
- humanistične ter
- kibernetično-informacijske teorije (Marentič Požarnik, 2005).

Za doseganje učinkovitega učenja in poučevanja v naravoslovju velja kot najprimernejša konstruktivistična metoda, ki jo bomo predstavili v nadaljevanju.

1.5 Konstruktivizem

Konstruktivizem se je po prvi svetovni vojni najprej razvil kot umetnostna smer. V poznejših letih se je razširil tudi na druga področja, kot so psihološko, antropološko, sociološko ter tudi na pedagoško področje (Krapše, 1999). Glavni namen delovanja je bil iskanje odgovorov na vprašanja, kako ljudje spoznavamo svet, kako prihajamo do znanja ter čemu služi (Marentič Požarnik 2008).

Konstruktivizem se je na pedagoškem področju osredotočil predvsem na področje učenja in poučevanja. Prve ideje konstruktivistične teorije lahko najdemo že v delih najbolj vplivnih filozofov tistega časa, kot so Platon, Sokrat, Kant ter Aristotel. Vsi naštetih filozofi so poudarjali, da je znanje individualen konstrukt posameznika (Kesal, 2003). V začetku 20. stoletja se je konstruktivizmu v šoli približal angleški psiholog, filozof ter pedagog Dewey, ki je bil mnenja, da mora znanje temeljiti na izkušnji posameznika. Na oblikovanje konstruktivistične teorije na področju učenja sta pozneje bistveno vplivala tudi psihologa Vigotski in Piaget, ki sta konstruktivizem širila in razvijala naprej. Tako lahko po njihovi zaslugi konstruktivizem delimo na več vrst npr.: socialni, psihološki ..., kjer vsaka vrsta zagovarja glavne postavke konstruktivizma.

Piageta uvrščamo med psihologe konstruktiviste, saj je poudarjal predvsem posameznikovo interakcijo z okoljem (Plut Pregelj, 2004).

Jean Piaget

Jean Piaget je švicarski psiholog in biolog, ki je svoje življenje posvetil študijam otrokovih procesov mišljenja, za katere je pridobil tudi mednarodno priznanje (Marentič Požarnik, 2000). Njegova zgodnja raziskovanja so bila usmerjena na teme, kot so moralnost, sanje ter drugi vsakdanji problemi otrok. Veliko informacij o otrokovem mišljenju je prav tako pridobil z opazovanjem svojih treh otrok ter otrok prijateljev (Batistič Zorec, 2014). S svojim vpogledom in vživljanjem je naredil pomemben korak naprej k spoznavanju otroka. V zgodnjih obdobjih pojmovanj, da se otroški svet ne razlikuje bistveno od sveta odraslih, je Piaget spoznal in doumel prav nasprotno (Marentič Požarnik, 2000).

Leta 1920 so ga povabili v Pariz, kjer je na otrocih standardiziral test sklepanja. Namesto da bi se dodeljene naloge lotil kot pri odraslem človeku, torej izločil napačne odgovore in upošteval le pravilne za statistično obdelavo, je poslušal vse, kar so otroci govorili (Marentič Požarnik, 2000). Opazil je, da otroci podobnih starosti delajo podobne napake (Hayes in Orell, 1998), hkrati pa so bili njihovi odgovori neverjetno različni od odzivov odraslih. Vzorci nepravilnih odgovorov otrok so ga tako presenetili, da se je začel ukvarjati z miselnimi procesi, katerih posledica so ti odgovori.

V svojem življenju je tako napisal več kot 35 knjig ter člankov, hkrati pa je njegova teorija spodbudila ostale strokovnjake k bodočim raziskavam (Marentič Požarnik, 2000). Piaget je kmalu po teh spoznanjih začel namesto standardiziranih testov uporabljati bolj odprte *klinične intervjuje* (Labinowicz, 2010).

Razvoj mišljenja po Piagetu

Ker so se med odraslimi ter otroci pojavljale razlike v dojetanju in pojmovanju sveta, se je Piaget odločil pojasniti ta pojav. Delovanje naših možganov je precej zapleteno, zato je lahko le na podlagi otrokovega delovanja sklepal o njegovem mišljenju. Razlike v odgovorih otrok je tako smiselno povezal s procesi mišljenja, kar se je razvilo v obširno teorijo o razvoju mišljenja (Marentič Požarnik, 2000).

1.5.1 Kognitivno razvojna teorija Piageta

1.5.1.1 Tehnika kliničnega intervjuja

Tehnika Piagetevega kliničnega intervjuja poteka tako, da raziskovalec otroku zastavi problemsko nalogo, nato pa opazuje njegovo reševanje problema. Z opazovanjem ne moti njegovih naravnih miselnih procesov, hkrati pa upošteva vse odgovore ne glede na to, ali so pravilni ali ne. Izpraševalec tako sledi zapletenemu toku otrokovih misli, ne da bi jih pri tem izkrivljajal (Labinowicz, 2010).

Intervju mora biti prilagojen posamezniku, ključna pa je fleksibilnost spraševalca. Za razliko od eksperimenta, ki poteka po vnaprej določenih vprašanjih, tehnika kliničnega intervjuja temelji na sprotne spraševanju in postavljanju vprašanj otroku, kar omogoča izpraševalcu boljše razumevanje otrokovega razmišljanja. Njegova tehnika je znana tudi pod imenom *kvazi opazovanje*, saj ima zametke tako opazovanja kot eksperimenta (Batistič Zorec, 2014).

1.5.1.2 Konceptcija znanja

Piagetova konceptcija znanja se razlikuje od popularnega, zdravorazumskega pojmovanja. Znanje naj bi pomenilo zbiranje informacij, ki smo jih pridobili tekom poučevanja ali izkušenj. Piaget pa je bil mnenja, da je znanje proces pridobivanja informacij s pomočjo fizične ali mentalne akcije in ne zgolj shranba že zbranih in shranjenih informacij. Prav tako je zavračal tudi pojmovanje, da je znanje odraz tega, kar smo izkusili ali se naučili (Batistič Zorec, 2014). Podoba stvarnosti, ki si jo ustvari naš razum, predstavlja dejavno interpretirano zgrajeno predstavo in ne zgolj fotografijo, ki bi jo lahko posneli s fotoaparatom. Organiziranost našega znanja v nekem trenutku nam omogoča razlago in temu primerno preoblikovanje stvarnosti (Marentič Požarnik, 2000). Otrok tako ne preslikava objektne realnosti v svoje mišljenje, ampak vidi stvari in pojave v odvisnosti od svojega obstoječega mehanizma zaznavanja, ki pa je odvisen od njegovih preteklih izkušenj ter stopnje zrelosti. Piaget se je sicer strinjal, da znanje z zrelostjo ter izkušnjami narašča, vendar pa je hkrati verjel v aktivni spomin, ki sproti aktivno dograjuje pretekle izkušnje. To pomeni, da otrok tekom svojega razvoja konstruira svoje znanje, spoznanje pa se oblikuje preko interakcije med miselnimi strukturami ter okoljem (Labinowicz, 2010).

1.5.1.3 Dejavniki razvoja

Piaget govori o štirih dejavnikih, ki skupaj utemeljujejo intelektualni razvoj (Batistič Zorec, 2014).

1.5.1.1.1 Dednost ali notranja zrelost

Kljub temu da Piaget dednosti ni pripisoval ključne vloge pri razvoju, je bila zanj toliko bolj pomembna interakcija med dednostjo in okoljem. Dednost po njegovi teoriji določa časovni okvir (angl. time schedule), po katerem se na določenih točkah otrokovega razvoja odpirajo nove razvojne možnosti. Otrok s starostjo pridobiva vedno več miselnih struktur, ki delujejo vse bolj povezano (Labinowicz, 2010). Zrelost je zato nujni pogoj, da lahko otrok ob spodbudah okolja napreduje in s tem osvoji določeno miselno sposobnost (Batistič Zorec, 2014).

1.5.1.1.2. Izkušnje

Otrokovo razumevanje se razvija premo sorazmerno s številom njegovih izkušenj s predmeti iz njegovega okolja (Labinowicz, 2010). Piaget omenja fizične ter logično-matematične izkušnje. Fizične izkušnje otrok pridobiva neposredno in spontano z opazovanjem, poslušanjem, tipanjem, okušanjem in vonjanjem predmetov v svojem okolju. Pri

manipuliranju s predmeti otrok ugotavlja, kakšni objekti so, kako delujejo in/ali se spreminjajo in tako preko raziskovanja pridobi fizično spoznanje o lastnostih teh objektov.

1.5.1.1.3. Socialna interakcija

Kolikor več priložnosti za interakcijo z vrstniki, starši in učitelji ima otrok, toliko več različnih pogledov bo spoznal. Socialne interakcije omogočajo prenos znanja iz okolja, torej izobraževanje v najširšem smislu. Znanje prenašajo ljudje, institucije ali drugi dejavniki v otrokovem okolju. Pri socialnem prenosu znanja je ključna vloga pogovora (Batistič Zorec, 2014).

1.5.1.1.4. Uravnoveženje

Noben od prvih treh dejavnikov sam zase ne more pojasniti razvoja. Razvoj torej predstavlja kombinacijo vseh prej opisanih dejavnikov (dednost, izkušnje, socialna interakcija) ter uravnoveženje ter interakcije med njimi. Uravnoveženje predstavlja nenehno interakcijo med otrokovim mišljenjem ter realnostjo. Otrok tako sprejema izkušnje v svoj obstoječi miselni okvir (proces asimilacije), prav tako pa zaradi njihovega vpliva spreminja (proces akomodacije) lastne strukture znotraj svojega okvirja (Labinowicz, 2010). Med štirimi dejavniki, ki vplivajo na otrokov razvoj, je najpomembnejše uravnoveženje oziroma samouravnovanje. Ekvilibracija je pomembna za doseganje višjih stopenj znanja ter razumevanja.

1.5.2 Stopnje kognitivnega razvoja

Piaget je pri svojih raziskovanjih opazil določene vzorce odgovorov na intelektualna vprašanja, in sicer da otroci podobnih starosti posredujejo podobne odgovore, ki pa so drugačni od načina odgovarjanja odraslih in celo od njihovih pričakovanj, kakšni naj bi bili otrokovi odgovori. Na podlagi vzorcev je Piaget otrokovo mišljenje razdelil na dve pripravljalni stopnji ter na dve stopnji naprednejšega logičnega razmišljanja (Labinowicz, 2010).

1.5.2.1 Pripravljalni stopnji po Piagetu

1.5.2.1.2 Preoperacionalna (reprezentacijska) stopnja

Preoperativno mišljenje se nanaša na to, da otrok v svojem mišljenju ne zmore uporabljati miselnih operacij. Začne se s sposobnostjo simbolne funkcije, kar v praksi pomeni, da otrok zmore ustvarjati ter uporabljati simbole pri svojem razmišljanju. Po Piagetu se takšna dejanja kažejo skozi tri različna vedenja: odloženo posnemanje, simbolna igra ter uporaba jezikovnih spretnosti.

1.5.2.1.2.1 Predkonceptualno ali simbolno mišljenje

Prvi stadij preoperativne stopnje je Piaget poimenoval predkonceptualno mišljenje, saj so ideje in koncepti otroka te starosti primitivni glede na standarde mišljenja odraslih. Za otroka med drugim in četrtem letom je tako značilno transduktivno mišljenje, kar pomeni sklepanje iz posebnega na posebno. Otrok tako poveže dva istočasna dogodka tako, da sklepa, da je en vplival na drugega, npr. nekega popoldneva otrok ni šel spat kot običajno, zato po njegovem mnenju ni bilo popoldne, saj on ni šel spat. Za to obdobje so prav tako značilne »polposplošitve« oziroma nezmožnost hierarhične ločitve med razredi (Labinowicz, 2010).

1.5.2.1.2.2 Intuitivno mišljenje

Obdobje otroka med četrtem in sedmim letom je čas, ko je mišljenje odvisno od zaznavanja ter naslednje stopnje v razvoju – odvisnostjo od logičnega mišljenja. Značilen je tudi premik k decentraciji. Otrok postane zmožen videti več dejavnikov, ki vplivajo na nek dogodek.

Zmožen je tudi intuitivnega mišljenja, kadar so objekti, vključeni v problem, pred njim. Klasifikacija predmetov po eni lastnosti otroku ne predstavlja več težav (Labinowicz, 2010).

1.5.2.2 Stopnji logičnega razmišljanja po Piagetu

1.5.2.2.1 Stopnja konkretnih operacij

Otrokovo razmišljanje postane na tej stopnji fleksibilnejše in logično. Uporabljati začnejo miselne akcije, ki jih Piaget imenuje miselne operacije. Otrok je zmožen miselno transformirati, modificirati ali kako drugače manipulirati z zvočnimi ali slušnimi informacijami, pri tem pa uporablja logična pravila. Otroci pri teh letih lahko uporabljajo te miselne procese le ob konkretnih in jasnih objektih ali znakih, kot so npr. besedni problemi, ne pa hipotetični problemi ali abstraktni dogodki. Konkretno to pomeni, da gre za realne objekte, situacije ali dogodke, ki so resnični in si jih lahko otrok predstavlja. Ena izmed pomembnejših značilnosti miselnih operacij je reverzibilnost, torej sposobnost, da na miselnem nivoju obidemo neko pot in se lahko vrnemo na prvotni položaj. Druga pomembna lastnost je decentracija, kar pomeni zmožnost osredotočenja na več vidikov hkrati (Labinowicz, 2010).

1.5.2.2.2 Stopnja formalnih operacij

Mladostniki so v tem stadiju že sposobni abstraktno-logičnega razmišljanja in sistematičnega reševanja problemov. Formalno logično sklepanje temelji na strukturi mreže ter na štirih transformacijah: identiteta, negacija, recipročnost in korelativnost. Ta stadij se v primerjavi s prejšnjim (stadij konkretnih operacij) razlikuje v tem, da lahko mladostnik razmišlja tudi o hipotetičnih problemih in situacijah, pri čemer je realno le poseben segment v sklopu mogočega. Za formalno-logično razmišljanje je značilno razmišljanje o več možnostih, postavljanje domnev ter eksperimentalno preverjanje hipotez s pomočjo deduktivnega sklepanja (Crain, 1992 v Batistič Zorec). Formalno mišljenje prav tako predstavlja refleksijo lastnega mišljenja, t. i. metakognicijo.

Piaget je večinoma raziskoval mišljenje mladostnikov pri matematičnih in znanstvenih problemih in na podlagi svojih ugotovitev sklepal tudi o pomenu formalnega mišljenja v mladostnikovem socialnem življenju. Ugotovil je, da so mladostniki sposobni razmišljati o filozofskih, moralnih in ostalih podobnih vprašanjih. Pri vstopanju v odraslost pogosto razmišljajo o svoji prihodnosti in o družbi, kateri pripadajo, ter razvijajo svoje teorije o teh problemih. V kasnejših letih je Piaget spremenil svojo prvotno tezo o univerzalnosti ter nespremenljivosti kognitivnega razvoja. V delu, ki ga je napisal skupaj z Inhelderjevo, pove, da na pojav formalnega mišljenja in dobo adolescence bolj vplivajo socialni faktorji kot nevrološko dozorevanje posameznikov. Tako je za abstraktno in logično mišljenje ključno šolanje in doživetje ostalih izkušenj, ki spodbujajo to vrsto vedenja. V kolikor ne spodbujamo takšnih situacij, se takšno razmišljanje ne bo pojavilo pri ljudeh (Labinowicz, 2010).

1.5.3 Koncept aktivnega in konstruktivnega učenja

1.5.3.1 Aktivno učenje

Nekateri učitelji so mnenja, da je vsako učenje aktivno, kar je logično, saj ni nihče popolnoma pasiven, medtem ko se uči. Kljub temu pa so znatne razlike v sami aktivnosti učencev v primerjavi s tradicionalnim poukom (Šteh, 2004). Temelje za aktivno/raziskovalno učenje je prvi postavil John Dewey 1. decembra leta 1909 na univerzi v Cincinnatiju (Kranjc, 2015). Aktivno oziroma raziskovalno učenje in poučevanje je manj formalno in bolj učinkovito od običajnega načina poučevanja. V osnovi temelji na posnemanju raziskovalnega procesa, ki je prilagojen šolskemu pouku. Glede pomena in vloge raziskovanja lahko rečemo, da sicer

raziskovanje vključuje aktivnosti in veščine, vendar je fokus na aktivnem iskanju znanja ali razumevanja, s katerim potešimo našo radovednost (Haury v Kranjc, 2015). Raziskovanje je tako postalo pedagoški cilj, saj naj bi poučevanje z uporabo raziskovalne metode ne le jasneje predstavljalo koncepte, temveč tudi povečalo učenčevo motivacijo ter razvijalo avtonomno, neodvisno mišljenje. Ideja o izkustvenem oziroma »hands-on« pouku je v šolah zato dobrodošla, saj naj bi posnemala eksperimentalno znanstvenoraziskovalno delo. Cilj le-tega pa je da bi učenci sami z eksperimentom in vzporednim razmislekom o njegovem pomenu odkrivali naravne pojave, razvijali eksperimentalne veščine ter si olajšali razumevanje pojmov in pojavov pri naravoslovnih vedah (Kranjc, 2015).

1.5.3.2 Učenje z raziskovanjem

Raziskovalno delo lahko razumemo kot eno izmed metod za razlago naravnega sveta, ki temeljijo na podlagi pridobljenih dokazov. Pri pouku tradicionalno najprej učimo o teoriji, ki jo nato podpremo s poskusom ali praktično vajo, ki usvojeno teorijo podkrepi. Pri raziskovalnem pouku pa najprej začnemo z raziskovalnim vprašanjem, ki ga razrešimo s pomočjo zbiranja podatkov. Lahko bi rekli, da sklepamo iz posamičnega na splošno na podlagi, kar postavi tradicionalen pouk »na glavo«.

Bybee (2006) izpostavlja pet pomembnih načel raziskovanja v šoli (Model BSCS -5E):

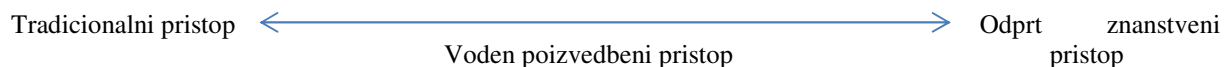
- **Engagement (uvesti):** Učenci zaposlujejo znanstveno zasnovana vprašanja.
- **Exploration (raziskati):** Potekajo »hands-on« aktivnosti. Učenci dajejo prednost dokazom v odgovorih na vprašanja. Faza, tekom katere se največkrat pokaže nepravilno razumevanje snovi ali pojmov.
- **Explanation (razložiti):** Učenci na podlagi pridobljenih dokazov oblikujejo svoje razlage na vprašanja.
- **Elaboration (ovrednotiti):** Učenci povezujejo svoje razlage z znanstvenimi spoznanji .
- **Evaluation (nadgraditi):** Učenci na osnovi pridobljenih dokazov predstavljajo ter upravičujejo razlage.

Tak pristop je za učence veliko bolj zanimiv, saj morajo sami zbrati dokaze, kar pa posledično poveča tudi njihovo motivacijo. Raziskave v zadnjih 50 letih so pokazale, da se učenci najbolje učijo (najhitreje usvojijo znanje), ko so pri pouku aktivni ter sami iščejo odgovore na vprašanja, ki jih zanimajo v primerjavi z že predhodno podano razlago s strani učitelja (Furtak, 2006). Ta predpostavka ima zasnove tako v konstruktivizmu ter v znanosti.

1.5.3.2.1 Voden in odprt tip raziskovalni pristop

Raziskovalno učenje bolje razumemo, če ga gledamo v obliki daljice, ki jo na eni strani omejuje vodeni, tradicionalni pouk, kjer so odgovori na vprašanja podani s strani učitelja, učenci pa jih morajo po podanih navodilih le dokazati. Druga stran daljice pa predstavlja zasnovanje raziskave zgolj s strani učencev, kjer učitelj nima pomembne vloge, učenci pa ne izvajajo aktivnosti po navodilih. Lahko bi rekli, da gre za bolj odprt tip raziskovanja. Pri vodeni obliki je tako uporabljen zgolj »hands-on« pristop do snovi, ne pa tudi »minds-on«. Učenci tako sledijo navodilom in ne razmišljajo ob izvajanju korakov pri dejavnosti. Na drugi strani pa dopušča odprta oblika preveč svobode učencev. Kljub temu da so učenci aktivni, ne vedo, kaj delajo, hkrati pa takšna oblika dela ne dosega učnih ciljev, ki jih morajo učenci osvojiti (Briggs, Furtak, Iverson in Seidel, 2012).

Za doseganje najboljših rezultatov je najbolje, če uberemo vmesen pristop. Na tak način bodo učenci raziskovali sami, učitelj pa jih bo le vodil.



Slika 4: Kontinuum raziskovalnih pristopov (prirejeno po Furtak, 2006).

1.5.3.3 Konstruktivno učenje in poučevanje

S pedagoške perspektive sovпада raziskovalno usmerjeno poučevanje skupaj z bolj tradicionalnimi, frontalnimi metodami poučevanja. V njem se zrcali konstruktivistični model poučevanja, ki prikazuje znanje posameznika kot kontinuirano spreminjanje mentalnih okvirjev, ko poskušamo osmišljati svoje poskuse. Opisuje razvijanje in prekonstruiranje shem znanja na osnovi poskusov za spoznavanje pojavov, pojmov, pogovorov in na osnovi udeležnosti učitelja (Kranjc, 2015).

Konstruktivizem pravi, da bi lahko znanje prej opisali kot proces stvaritve in ne kot odkritje, saj je znanje ustvarjeno z izkušnjami. Učenje se odvija v treh korakih, ki predstavljajo ponavljajoč proces:

1. korak: Najprej se začnemo zavedati lastnih pojmovanj določenega pojava.
2. korak: Ko naše pojmovanje opredelimo, začnemo iskati pokazatelje vrednosti naših pojmovanj in o njih razpravljamo.
3. korak: V kolikor je naše pojmovanje napačno ali pa nima vrednosti, oblikujemo ustrežnejše pojmovanje.

Ti trije koraki predstavljajo ponavljajoč proces.

1.5.3.4 Značilnosti konstruktivnega učenja

Značilnosti konstruktivnega učenja je opredelil Shuell (1986). Tako je po mnenju mnogih avtorjev, ki so se z njim strinjali, konstruktivno učenje:

1. aktiven proces, kjer je potrebna mentalna aktivnost učenca, saj se lahko le tako sam dokoplje do določenih pomenov;
2. konstruktiven proces, ki pomeni, da lahko novo informacijo povezujemo s prejšnjimi z namenom boljšega razumevanja kompleksne učne snovi;
3. kumulativen proces, kjer lahko pri vsakem novem učenju izhajamo iz predznanja oziroma gradimo na njem. Predznanje pomembno vpliva na pot učenja – ali bomo učenje nadaljevali ali ne ter kaj se bomo naučili;
4. k cilju usmerjen proces, saj bo učenje uspešno le, če se učenec zaveda vsaj nekaterih splošnih ciljev, ki bi jih želel doseči, hkrati pa ima tudi ustrezna pričakovanja za doseganje učnih rezultatov;
5. diagnostičen proces, saj lahko diagnosticiramo lastno učenje in učne rezultate ter se odločimo, ali bomo z učenjem nadaljevali;
6. reflektivno, saj omogoča ponoven razmislek o procesu učenja (Kranjc, 2015).

Po mnenju Simonsa (1997) predstavljajo te značilnosti bistvo konstruktivnega učenja. Kljub temu pa je nujna prisotnost vseh za konstruktivno učenje, saj ne moremo od učencev vsak trenutek pričakovati enake mere in kakovosti mentalne aktivnosti.

Poleg že navedenih značilnosti konstruktivnega učenja pa Simons ponuja še šest drugih, s katerimi pa se vsi avtorji ne strinjajo in si med seboj niso skladni.

Tako je lahko konstruktivno učenje tudi:

- usmerjeno k odkrivanju, še posebej pri učenju z odkrivanjem,
- kontekstualno, saj služi ustvarjanju povezav z realnim življenjem in iskanju uporabne vrednosti znanja,
- problemsko usmerjeno, saj organizacija problemskega učenja prispeva h kontekstualizaciji ter motivaciji,
- osnovano na primerih,
- socialno, še posebej se ta značilnost izrazi pri sodelovalnem učenju, ter
- poudarja motiviranost, da posameznik sam najde odgovore na določena vprašanja ter da mu je učenje všeč tudi takrat, ko postane dolgočasno (Šteh, 2004).

Vse našteje značilnosti ne morejo biti konstantno prisotne pri aktivnem učenju. Z aktivnim učenjem lahko, po rezultatih analize (Simons, 1997), strategije procesiranja in uravnavanja postanejo bolj razvidne. Hkrati pa je pri aktivnem učenju navzoče modeliranje učitelja. Učitelj tako postopoma prenaša odgovornost na svoje učence in jih s tem nauči bolj avtonomnega razmišljanja, učenci pa se morajo zavedati, da je uporaba strategij za njih koristna in jim omogoča učinkovito učenje (Šteh, 2004).

1.5.4 Praksa v šolah in konstruktivizem

Ena izmed ugotovitev raziskovalcev poučevanja je, da je najučinkovitejše učenje tisto, ki je samoiniciativno. Učencu, ki nima volje ter motivacije za učenje, ne moremo vlivati znanja v glavo. Kljub temu da se vsi učitelji ter raziskovalci poučevanja s to trditvijo strinjajo, je v šolah predvsem drugačna slika. Prevladujoča oblika pouka je frontalna, kjer morajo biti učenci konstantno pozorni ter skoncentrirani na učno snov, da jo usvojijo, kar pa je prejkost kot navada. Učitelji se zato pritožujejo, da se učenci učijo samo za šolo in ocene. To je še posebej vidno v vsakdanjem življenju, saj učenci niso zmožni pridobljenega znanja uporabiti v vsakdanjem življenju. Pri pisanju testov znanja ustrezno uporabijo naučena načela, v vsakdanjost pa jih niso zmožni implementirati. Torej, kar se naučijo v eni situaciji, redko uporabijo v drugi.

Eden izmed razlogov je predvsem ta, da ima oseba znanje, vendar ne vidi priložnosti, da to znanje uporabi. Prav tako učenci v šoli naredijo samo tisto, kar se od njih zahteva brez razmišljanja, saj učitelji velikokrat ne upoštevajo dejstva, da je učenje po naravi samoiniciativno. Gre torej za naraven, vendar aktiven proces konstruiranja znanja. Učitelje in učence tako ne moremo opredeliti kot usmerjevalce in sledilce pouka. Učitelj naj ne bi imel zgolj vloge prenašalca informacij, temveč postane »dirigent« orkestra, ki vodi glasbenike (v tem primeru učence). Učenec tako postane aktiven ustvarjalec svojega procesa učenja in tudi preverja svoje uspehe pri učenju. Učitelj pa mora ustvariti pogoje, v katerih se učenci lahko učijo in poskuša ne ovirati učenja (Patry, 2004)

1.5.4.1 Konstruktivistični način poučevanja naravoslovja

Po Needhamu (1987, v Hashim in Kasbolah, 2012) sledi konstruktivističnem modelu poučevanja pet faz.

1. faza: Orientacija. Namen prve faze je predvsem pritegniti pozornost učencev in jim vzbuditi zanimanje, jih znati motivirati ter usmeriti v pravo smer razmišljanja za nadaljnje delo ter pripraviti delovni prostor.
2. faza: Elicitacija. V tej fazi razkrivamo in ugotavljamo učenčevo predznanje, ideje ter predstave. Vse te informacije nato učitelj uporabi pri načrtovanju učnega procesa. Pojavi se vprašanje, kako lahko obstoječe ideje učencev uporabi pri oblikovanju znanstvenega razmišljanja. Potreba po priklicu učenčevih predstav pa je prav tako pomembna tudi za učenca, sej se mora sam zavedati svoje izhodiščne točke pri učenju.
3. faza: Rekonstrukcija. Učencem preko različnih dejavnosti, aktivnosti in z oblikovanjem učne izkušnje pomagamo, da usvojijo nov koncept. Pomembno je tudi, da učenci sami pridejo do ugotovitve, ali so njihove ideje napačne. Opravijo preizkus obstoječih idej in jih nato utrdijo, v kolikor so pravilne, ali pa jih opustijo in zamenjajo.
4. faza: Aplikacija. Učenci uporabijo (hipotetično ali dejansko) novo znanje na konkretnem primeru, ki vsebuje znane ali pa nepoznane situacije.
5. faza: Refleksija. Vrednotenje lastnega procesa učenja ter spoznavanja, analiza učenčevih predstav po končani aktivnosti.



Slika 5: Konstruktivističen model poučevanja po Needhamu,1987.

1.5.4.2 Proces učenja novih pojmov

Proces učenja novih pojmov in pojavov pri naravoslovnih predmetih lahko opišemo po naslednjih korakih:

1. korak: Najprej se učenec sooči s problemom oziroma vprašanjem, ki ima izhodišče, cilj in pot oziroma rešitev, ki pripelje učenca od izhodišča do cilja. Eden izmed teh elementov je neznanka; ponavadi je neznan cilj, lahko je tudi pot ali pa oboje.
2. korak: Učenec nato začne zbirati namige prednosti in pomena teh in drugih pojmov in jim nato pripiše neko vrednost. Drugi pojmi in pojmovanja izvirajo iz osebnih, subjektivnih teorij učencev, različnih informacij in predhodnega znanja.
3. korak: Učenec se odloči, katera pojmovanja bo tako uporabil pri reševanju problema. Tukaj se pojavi proces asimilacije v Piagetovem smislu, kjer otrok »sprejema izkušnje v svoj obstoječi miselni okvir, ali pa pride do zaključka, da nobeno izmed njegovih pojmovanj ni ustrezno in mora sam formulirati novo pojmovanje, kar predstavlja po Piagetu potreba po prilagajanju.

4. korak: V slednjem primeru učenec ustvari novo poimenovanje s kombiniranjem obstoječih v novo celoto in tako pride do pojmovanj, ki so zanj nova. Učenec mora tako spremeniti lastne strukture znotraj svojega okvirja, kar opisuje proces akomodacije po Piagetu.

5. korak: Nato učenec preveri, ali novo pojmovanje ustreza vsem pogojem. Temu bi lahko rekli tudi preverjanje veljavnosti. Učenec se vpraša, ali novo pojmovanje pripelje k cilju oziroma ali je rešitev za izhodiščni problem. Če ne, se mora vrniti nazaj na prejšnje korake, največkrat je to četrti korak (ustvarjanje novega pojmovanja).

Čeprav učenec najde zadovoljivo rešitev na prvotni problem, se proces ne konča, saj lahko takšna rešitev vodi tudi v nove, zanimive probleme (Kranjc, 2015).

1.6. Metode poučevanja pri pouku naravoslovja

Pri pouku naravoslovja je priporočljiva uporaba konstruktivističnih metod, kot so terensko delo, metoda demonstracije, metoda dela z besedilom ter metoda eksperimentalno-laboratorijskega dela. Kljub temu da vse metode pouka niso zasnovane na konstruktivizmu, pa jih lahko učitelji obogatijo s konstruktivističnimi sestavinami (Strmčnik, 1987). Dve izmed takšnih metod sta metoda razgovora in metoda razlage, ki pa se pri pouku naravoslovja največkrat pojavljata. Glede na naslov našega dela bomo pod drobnogled vzeli praktično delo, še posebej metodo eksperimentalnega oziroma raziskovalnega dela.

1.6.1 Praktično delo pri pouku naravoslovja

Pouk naravoslovja naj bi temeljil pretežno na odkrivanju in raziskovanju naravnih pojavov in zakonitosti. Zato je potrebno del frontalne oblike dela nadomestiti in dopolnjevati s praktičnim delom, iskanjem podatkov z uporabo IKT itd. Učenci pri predmetu Naravoslovje tako spoznavajo in razvijajo razumevanje naravoslovnih pojmov in zakonitosti, ki so ključne za razumevanje naravnih pojavov ter povezanosti med živo in neživo naravo. Prav tako pa razvijajo pozitiven odnos in stališča do sebe ter okolja in narave. Del predmeta Naravoslovje predstavlja tudi praktično delo, ki mora vsebovati najmanj 40 ur zasnovanih na aktivnih metodah dela, kot je npr. eksperimentalno/raziskovalno delo v razredu ali na terenu (Program osnovna šola, Učni načrt Naravoslovje za 6. in 7. razred, 2011).

Učenci se s pomočjo raziskovalnega dela naučijo sistematično opazovati, primerjati, razvrščati, izvajati eksperimentalne tehnike, načrtovanja in izvajanja raziskav itd. (Tomažič, 2014). Ena izmed prednosti eksperimentalnega dela je tudi sposobnost reševanja problemov v znanih in neznanih situacijah, za kar pa je nujna ustvarjalnost. Ključni dejavnik tako kakovostnega poučevanja kot tudi razvijanja ustvarjalnosti je učitelj, ki z delom, ki je osredotočeno na učenca, pri učencu spodbuja razvoj idej in rešitev, ki so inovativne, smiselne in uporabne. Učitelji naravoslovja se aktivnih metod dela izogibajo, saj zahtevajo od njih veliko priprave in časa, prav tako pa je vložek v pripravo eksperimenta lahko večji, kot je končno znanje učencev.

Aktivne metode pri pouku naravoslovja večinoma nimajo tako velikega efekta na učence, kot jih imajo npr. pri pouku Kemije (Moore, 2003). Učitelji zato raje izberejo tradicionalni način poučevanja, ki pa pogosto temelji le na eni komponenti elementov učenja: pridobivanju znanja preko učiteljeve razlage. Zato je praktično delo pri pouku naravoslovja bistvenega pomena, saj pripomore k vsem trem komponentam učenja: pridobivanju znanja, stališč in spretnosti (Tomažič, 2014).

1.6.1.2 Eksperimentalno delo pri naravoslovju

Eksperimentalno delo je oblika aktivnega učenja in učencu omogoča boljše razumevanje snovi. Je vir podatkov, na podlagi katerih lahko prepoznamo vzorce in na tak način potrdimo teoretične hipoteze (Škvarč, 2014). Pri pouku pa lahko eksperiment služi tudi kot vizualizacijsko sredstvo, ki pripomore k boljšemu razumevanju abstraktnih pojmov, ki se jih obravnava na teoretičnem nivoju. Splošne cilje, ki so zapisani v učnih načrtih za Naravoslovje v osnovni šoli, ni mogoče doseči brez eksperimentalno-raziskovalnega dela, saj le-ta temelji na problemskem pristopu (Šorgo, 2014). Nobena druga učna metoda ne omogoča realizacije tolikšnih ciljev in s tem razvijanja znanj. Prav tako pa pri učencih spodbuja radovednost in služi kot sredstvo za motivacijo. Vključevanje učencev v tak način dela ponuja več kinestetičnih aktivnosti kot opazovanje (Strmčnik, 2001). Laboratorijsko-eksperimentalna metoda spodbuja učence k razvijanju vedoželjnosti, sodelovanja med ljudmi in kulture dela (Tomić, 1997). Prvovrstna izkušnja nudi učencem trajnejše znanje, saj so učenci pri takšni obliki dela aktivnejši in uporabljajo več psihomotoričnih funkcij kot pri frontalnem podajanju snovi.

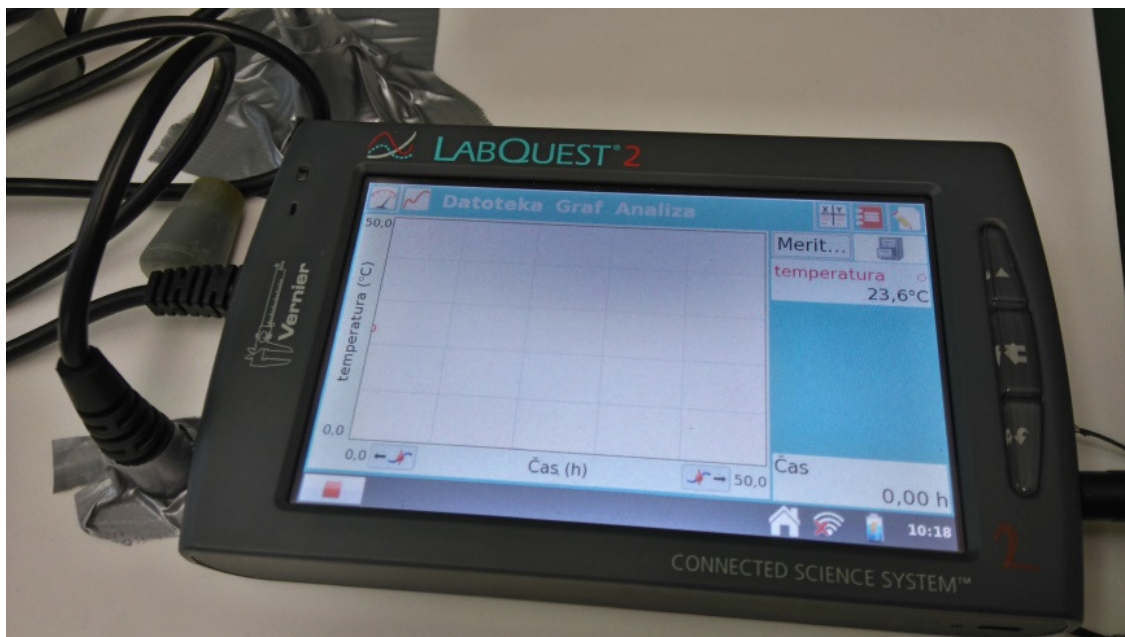
Nekateri učitelji so mnenja, da eksperimentalno delo pri naravoslovju ne daje zadostnih rezultatov pri kasnejšem preverjanju znanja. Učenci imajo eksperimentalno delo radi, vendar ga ne dojemajo kot del učenja, saj ne vključuje sedenja v klopi in poslušanja. Zato je pomembno, da vpeljemo ustrezne pristope in načine izvedbe eksperimentalnega dela, ki bodo pri učencih spodbujali ustvarjalnost in sprožili miselne procese (Škvarč, 2014).

1.6.1.1 Uporaba računalnika in merilnih naprav pri eksperimentalnem delu

Pri pouku naravoslovja je eno izmed ključnih dejanj merjenje, uporaba računalnika kot merilne naprave pa je eden izmed ciljev pri pouku v osnovni šoli (Božič, 2014). Računalniški modeli imajo največjo vrednost pri ponazarjanju pojavov, ki jih ne moremo videti (Čepič, 2014). Za osnovne šole v Sloveniji bi lahko rekli, da s tovrstno opremo niso dovolj opremljene, saj krmilniki in merilni sistemi zahtevajo od šole določen finančni vložek (Božič, 2014).

1.6.1.1.1 Merilni sistem Vernier LabQuest

Merilni sistem Vernier LabQuest 2 je samostojen računalniški vmesnik, ki se uporablja za zbiranje podatkov preko že vgrajene aplikacije za izris in analizo grafov (Slika 6). S pomočjo senzorjev, ki se jih priklopi na vmesnik, lahko pridobimo zelene podatke in meritve (Vernier, 2016). V osnovni šoli je njegova uporaba pri naravoslovnih predmetih koristna, saj lahko kot vizualizacijsko sredstvo pripomore k boljšemu razumevanju snovi (Šorgo, 2014). Prav tako pa je delo z LabQuest merilnim sistemom in z Vernierjevimi senzorji dokaj enostavno.



Slika 6: Merilni sistem Vernier LabQuest 2 (Vir: Žmavčič, 11.5.2016).

1.6.2 Razumevanje transpiracije, evaporacije ter evapotranspiracije pri učencih

Učenci se s pojmom transpiracija in evaporacija prvič srečajo v šestem razredu pri predmetu Naravoslovje (Program osnovna šola, Učni načrt Naravoslovje za 6. in 7. razred, 2011). Transpiracija je opisana v učbeniku Dotik okolja 6 kot »izmenjevanje plinov skozi listne reže na listni povrhnjici« (Devetak, Kovič, Torkar, 2012). Z evaporacijo pa se učenci prav tako srečajo v šestem razredu pri vsebinskem sklopu Energija. Evaporacija je opisana v učbeniku Dotik okolja 6 kot »proces izhlapevanja vode v obliki vodnih parov v atmosfero« (Devetak, Kovič, Torkar, 2012).

Učencem je proces transpiracije največkrat prikazan skozi praktično delo s pomočjo rastline, ki ima velike liste (ima veliko listno površino). Rastlino učenci obdajo s plastično prozorno vrečko, ki jo na dnu zavežejo s pomočjo plastične gumice. Po enem dnevu se na plastični vrečki pojavi vlaga, kar je dokaz, da rastlina oddaja vodo. Kljub temu pa je proces transpiracije za učence težko doumljiv. Učenci, ki so se s v šoli s transpiracijo že srečali, ne razumejo poteka kroženja vode v rastlini. Kar 22 % tistih, ki so se v osnovni šoli učili transpiracijo, je mnenja, da se voda absorbira v rastlino skozi liste (poleg absorpcije skozi korenine), 37 % teh učencev pa verjame, da rastlina zadrži v sebi vso vodo, ki jo dobi preko korenin (Baker, 1998).

Proces evaporacije je prav tako kot transpiracija učencem težje predstavljen. Učenci so mnenja, da evaporacija poteka le takrat, ko je temperatura okolice višja od temperature tekočine. Prav tako so nekateri učenci mnenja, da je izhlapevanje vode povezano z vreliščem. Torej če voda doseže 100 °C, poteka evaporacija, drugače je ni. Takšna prepričanja so napačna, saj vemo, da evaporacija poteka pri vseh temperaturah (Coştu in Ayas, 2005).

V učnem načrtu in v obravnavanem učbeniku nismo opazili nobenega praktičnega dela oziroma eksperimenta, ki bi učencem poskušal približati pojem evapotranspiracija. Razumevanje evapotranspiracije je za učence pomembno, saj je ključnega pomena za razumevanje njene vloge pri kroženju vode (Villegas in sod., 2010).

2 EMPIRIČNI DEL

2.1 METODOLOGIJA

2.2 NAMEN IN CILJI MAGISTRSKE NALOGE

V okviru magistrskega dela smo zasnovali eksperiment, ki bi učencem približal proces evapotranspiracije pri različnih rastlinskih sestojih. Cilj magistrskega dela je izvesti in evalvirati ta poskus v osnovni šoli pri izbirnem predmetu Organizmi v naravi in v umetnem okolju. Pri učencih želimo spodbujati učenje z raziskovanjem. Predstaviti želimo vlogo eksperimentalnega dela za učenčevo razumevanje in aktivno sodelovanje pri pouku biologije in naravoslovja. Z izvedbo eksperimenta na šoli bomo skušali ugotoviti, ali lahko učenci preko eksperimentalnega dela spoznajo in razumejo proces evapotranspiracije kot del procesa kroženja vode ter ali razumejo vpliv različnih sestojev na izhlapevanje vode iz tal in rastlin. Prav tako pa bomo skušali ugotoviti, ali izvedba eksperimenta vpliva na razvoj raziskovalnega mišljenja pri učencih.

2.3 HIPOTEZE IN PRIČAKOVANI REZULTATI

1. Pričakujemo, da bodo učenci z izvedbo eksperimenta razumeli proces evapotranspiracije kot del procesa kroženja vode.
2. Pričakujemo, da bo izvedba eksperimenta pozitivno vplivala na raziskovalno mišljenje učencev in pri njih razvijala spekter različnih veščin, kot so načrtovanje raziskave, predvidevanje rezultatov, podajanje rezultatov ipd.
3. Pričakujemo, da bo raziskovalno delo pri učencih spodbudilo interes za naravoslovje. Izvedba eksperimenta bo pri učencih povečala interes za obravnavano temo.

2.4 RAZISKOVALNA METODA

V raziskavi bo uporabljena deskriptivna metoda. Izvedena bo kvalitativna raziskava.

2.4.1 Vzorec

Način vzorčenja bo namenski. V raziskavi bo sodelovalo pet učencev sedmega razreda. Raziskava se bo izvedla na eni izmed osnovnih šol osrednje Slovenije v okviru izbirnega predmeta Organizmi v naravi in v umetnem okolju.

2.4.2 Opis postopka zbiranja podatkov

Izvedena bo kvalitativna raziskava. Magistrsko delo bo zastavljeno tako, da bo vključevalo izvedbo eksperimenta z učenci ter posamezne intervjuje z učenci. Uporabili bomo polstrukturiran intervju, ki nima natančno določenega poteka, saj ga bomo vodili na podlagi poteka izvedbe eksperimenta. Odgovore učencev bomo posneli s pomočjo diktafona. Izvedba eksperimenta ter intervjujev bo potekala v učilnici.

Pri opazovanju bomo v komori merili vpliv sestoja na izhlapevanje vode iz tal in rastlin; torej evapotranspiracijo. Za merjenje vpliva sestoja bomo uporabili rastline posajene v treh različnih matricah oziroma vzorcih:

1. Zemlja brez rastlin
2. Zemlja s sadikami (strnjeno)
3. Poljuben vzorec, ki ga bomo skupaj z učenci načrtovali

Merjenje vsakega vzorca bo trajalo 24 ur.

2.4.3 Postopki obdelave podatkov

V magistrski nalogi bomo izvedli eksperimenta na osnovni šoli v osrednji Sloveniji pri izbirnem predmetu Organizmi v naravi in umetnem okolju. Z učenci bomo imeli štiri srečanja. Skupino učencev in njihove odgovore na vprašanja bomo posneli z diktafonom. Podatke, ki jih bomo pridobili, bomo obdelali po postopku kvalitativne analize podatkov, in sicer v šestih korakih: urejanje gradiva, določitev enot kodiranja, kodiranje, izbor in definiranje relevantnih pojmov in oblikovanje kategorij, definiranje kategorij ter oblikovanje končne teoretične formulacije. Najprej bomo gradivo, ki smo ga pridobili s pomočjo diktafona ter delovnih listov učencev, prepisali ter uredili. Pridobljeno besedilo oziroma podatke bomo nato razčlenili na sestavne dele s pomočjo kodiranja. Kodiranje je proces izločevanja bistva iz posamezne enote kodiranja. S kodiranjem bomo skozi analizo pridobili enote kodiranja, ki predstavljajo dele besedila, ki vsebujejo pomembne informacije za analizo. Kode bomo nato primerjali med seboj in jih združili v kategorije. Kategorije bodo predstavljale sredstvo, s katerim bomo lahko teorijo povezali v celoto (Vogrinc, 2008).

3 REZULTATI Z INTERPRETACIJO

3.1 Splošna analiza

Z učenci osnovne šole v Ljubljani smo se dobili štirikrat, in sicer 4., 5., 7. ter 10. 4. 2017. Sodelovalo je pet učencev, od tega tri punce in dva fanta. Učenci, ki so sodelovali v intervjuju, so bili za naravoslovje veliko bolj zainteresirani kot njihovi sošolci, saj je bila dejavnost izvedena v okviru dodatnega pouka. Pogovore smo posneli z diktafonom in so potekali po principu Piagetevega kliničnega intervjuja. Učencev med odgovarjanjem na zastavljena vprašanja nismo motili, hkrati pa smo vprašanja prilagajali tekom intervjuja. Upoštevali smo vse odgovore učencev. Vsako srečanje je trajalo približno eno šolsko uro, najdaljše je bilo prvo srečanje. Intervju z učenci je potekal znotraj kabineta učitelja biologije in gospodinjstva.

Na prvem srečanju 4. 4. 2017 smo učencem najprej predstavili naš eksperiment. Podali smo jim jasna navodila ter povedali, da bomo naše diskusije posneli z diktafonom. Po kratkem uvodnem delu smo najprej preverili njihovo predznanje o transpiraciji, evaporaciji ter gibanju vode po rastlinah. Učenci so nato imeli priložnost pobližje pogledati komoro, v kateri bo potekal eksperiment. Skupaj smo nato predebatirali, kateri merilniki bodo merili določene parametre ter jim podali navodila za tehtanje lončkov. Po končanem tehtanju smo lončke položili v komoro ter priklopili merilnike.

Drugo srečanje je sledilo en dan kasneje. Učenci so najprej odklopili merilnike, prezračili komoro ter vzeli lončke z rastlinami ven. Nato je spet sledilo tehtanje. Medtem ko so učenci tehtali, smo mi naložili pridobljene podatke na računalnik (grafe). Grafe so si učenci tudi prerisali. Sledila je kratka diskusija o tem, kaj se je v komori dogajalo. Po končanem pogovoru so učenci stehali novo matrico oziroma razporeditev ter lončke položili v komoro. Merilnike ter čas merjenja so določili sami.

Z učenci smo se na tretjem srečanju dobili 7. 4. 2017. Učenci so razstavili komoro ter stehali rastline. Grafe, ki smo jih medtem naložili na računalnik, smo skupaj pokomentirali. Nato so si učenci sami zamislili vzorec, katerega so želeli testirati. Skupaj smo napisali nekaj hipotez, kaj se bo z vzorcem zgodilo. Učenci so nato vzorec sami oblikovali ter ga stehali. Izbrano matrico so nato položili v komoro in jo priklopili na merilnike.

Četrto, zadnje srečanje, smo z učenci naredili 3 dni kasneje (10. 4. 2017). Učenci so spet iz komore vzeli matrico ter stehali lončke. Po končanem eksperimentu smo skupaj primerjali vse nastale grafe pri treh različnih sestojih. Nato smo pogledali še mase lončkov, ki smo jih opravili pred začetkom in po koncu vsakega poskusa ter jih prav tako primerjali z grafi. Učence smo še enkrat vprašali, kaj predstavlja evapotranspiracija, kje poteka ter kakšno vlogo ima v procesu kroženja vode na zemlji. Po koncu eksperimenta so komoro pospravili, mi pa smo se jim zahvalili za sodelovanje.

3.2 Opisi dogodkov posameznih srečanj

3.2.1 Prvo srečanje z učenci

Z učenci smo na prvem srečanju najprej preverili njihovo predznanje, in sicer z vprašanji, kot so: »Ali ste že slišali za izraz evapotranspiracija?«, »Kaj je transpiracija ter kje poteka?«, »Kako potuje voda po rastlini?« ipd. Učenci, ki so sodelovali pri intervjuju, niso vedeli, kaj je evapotranspiracija. Nato smo besedo evapotranspiracija razčlenili na dve besedi oziroma

procesa – evaporacijo ter transpiracijo. Učenci so izvedeli, kaj je evaporacija (izhlapevanje). Pri vprašanju »Kaj pa je to transpiracija?« smo dobili različne odgovore:

1. odgovor: Gre za izhlapevanje iz rastline.

2. odgovor: Gre za izhlapevanje iz zelenih delov rastline.

Kljub temu da je prvi odgovor delno pravilen, učenci niso podali jasne opredelitve, kje poteka transpiracija. Učenec transpiracije sam ne more videti, zato ne ve, kje se izhlapevanje v rastlini vrši. Čeprav so se učenci že učili o zgradbi rastline in nalogah posameznih delov rastline, mi pravilnega odgovora niso podali. Pogovor se je nadaljeval:

Učitelj: Iz rastline, ja. Iz katerega dela rastline pa?

Učenec 1: Iz ... zelenih delov?

Učitelj: Aha, a ima še kdo drug kakšno drugo mnenje?

Učenec 2: Listov?

Učitelj: Katere pa so tiste strukture v listih, preko katerih naj bi potekala transpiracija?

Učenec 1: Klorofil?

Učitelj: Ima kdo kakšno drugo mnenje?

Učenec 1: Vakuola?

Učence sem nato vprašala, ali so pri zgradbi rastline omenili strukture, imenovane listne reže. Učenci so na moje vprašanje odgovorili pritrdilno. Nato sem učence povprašala, če vedo, kako potuje voda po rastlini. Vsak izmed učencev je narisal svojo sliko, kako potuje voda po rastlini. Vsi so se strinjali, da vodo najprej rastlina privzame preko korenin iz tal, nato potuje naprej po stebelu in izhlapi »iz listov«.

Po kratkem preverjanju predznanja smo si skupaj z učenci ogledali komoro, kjer smo izvajali eksperiment. Učencem sem opisala vse merilnike in ostale inštrumente, ki jih bomo tekom samega eksperimenta uporabili. Prav tako sem učence vprašala, če vedo, kaj bomo merili v tem eksperimentu:

Vsi učenci skupaj: Vlago ...

Nato sem učencem pokazala lončke z rastlinami ter brez rastlin. Povedala sem, da bomo evapotranspiracijo merili tudi tako, da bomo tehtali lončke z rastlinami pred začetkom poskusa ter po koncu poskusa. Ti lončki ponazarjajo sestoj oziroma ekosisteme, ki jih lahko najdemo v naravi. Prvi naš sestoj je bil strnjen. Učence sem vprašala, zakaj bomo tehtali lončke in kaj nam bodo stehtane mase lončkov z rastlinami povedale. Odgovori učencev so bili:

Učenec 1: Koliko zemlje imamo ...

Učenec 2: Koliko vlage bo »šlo« ...

Učencem sem nato naročila, naj sami zapišejo dve hipotezi, kaj se bo z rastlinami v komori dogajalo. Učenci so bili tiho. Niso znali sami oblikovati hipotez. Nalogo sem jim poskusila

približati na podlagi praktičnega primera oziroma uporabi analogije, ki je opisana v nadaljevanju:

Učitelj: Pa pogledjmo primer. Če vi stojite zunaj na lep sončen dan, takšen kot je današnji, kaj se začne z vami dogajati?

Učenec 1: Vroče ... začnemo se znojiti.

Učitelj: Tako je.

Učenec 2: Torej bo veliko vlage v komori.

Učitelj: Če tako mislite, kar napišite to hipotezo.

Učitelj: Če mislite, da bo veliko vlage v komori, kaj pa mislite da se bo zgodilo z vlažnostjo zemlje?

Učenec: Bolj vroča bo ... ne vem.

Učitelj: Še kakšno drugo mnenje?

Učenec 3: Bolj se bo segrela?

Učitelj: In kaj bo posledica tega? Kot sem že prej rekla, kaj se zgodi z nami, ko se »segrevamo« na soncu?

Učenec 1: Potiti se začnemo. Gre vlaga ven.

Učitelj: Torej mislite, da bo šla vlaga iz zemlje ven?

Učenec 2: Malo.

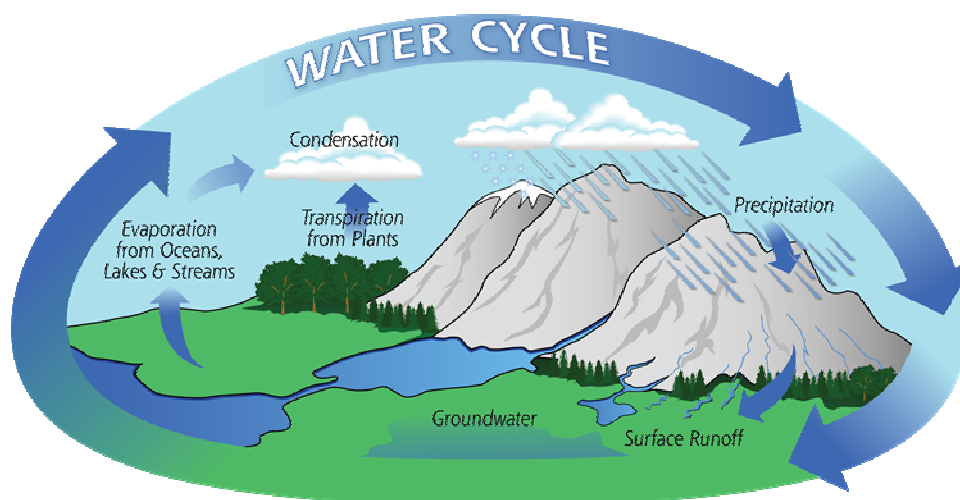
S skupnimi močmi smo napisali dve hipotezi:

1. hipoteza: Vlaga bo ob prisotnosti rastlin v komori večja.
2. hipoteza: Bolj bo v komori toplo, več bo vlage v zraku.

Učence sem nato pred začetkom poskusa še enkrat vprašala, kaj pomenita besedi evaporacija ter transpiracija. Spet je sledila tišina ter kasneje tudi smeh. Sledil je pogovor ob sliki, ki prikazuje kroženje vode, s pomočjo katerih smo utrdili razumevanje pojmov.

(Tišina in smeh)

Učitelj: No, vam bom pokazala sliko, da bo malo lažje ... Ali poznate ta proces? (Pokažem sliko kroženja vode.)



Slika 7: Model kroženja vode. Dostopno preko: <https://pmm.nasa.gov/education/water-cycle>, 2.4.2017.

Učenec 1, 2, 4: Ja.

Učenec 1: Iz jezera gre pač voda v nebo, pol pa ... am ... pač ... se tam ... spet pade na zemljo in izhlapi ven.

Učitelj: Proces kroženja vode vključuje več posamičnih procesov ... Mi smo oziroma bomo obravnavali dva procesa, ki vključujeta izhlapevanje, torej?

Učenec 1: Eva...evapo...racijo in ...

Učenec 2: Transpiracijo.

Učitelj: Ja, skupaj pa predstavljata evapotranspiracijo. Torej gre za izhlapevanje iz listnih rež ter ...

Učenec 1: Iz luž, jezer, zemlje ...

Ko smo dodatno pojasnili pojma evaporacija, transpiracija ter evapotranspiracija, sem učencem podala navodila za eksperimentalno delo. Najprej sem jim naročila, naj si izrišejo tabelo 4 x 4, saj imamo 16 lončkov, kar pomeni 16 različnih mas lončkov, ki jih bomo stehali. Naročila sem jim, naj vsak posamičen lonček položijo na tehtnico in si zapišejo odčitano maso. Učenci so se med sabo posvetovali ter si razdelili naloge:

Učenec 1: Najboljše bi bilo, da jih v vrsto označimo in jih isto dajemo potem gor.

Učenec 2: Lahko en tehta in pove ostalim težo, da si ostali napišejo.

Učenec 1: Bom jaz. A začnemo tako, da gremo po vrstah?

Učenec 2, 3, 4, 5 : Ok.

Učenec 1: Prvi je ... 126,51 ...

Učenec 1: Grami ja ... Drugi je: 140,52. Tretji je: 142,78. Četrti je 129,09. Grem tako po vrsti.

Učenec 1: Potrebovali bi eno puščico, da bomo vedeli smer tehtanja.

Učenec 2: Bom naredila pa dala.



Slika 8: Postavitev lončkov pri sestoji strnjeno (Žmavčič, 4. 4. 2017)

Učenci so tako sami stehali vse lončke in jih zapisali v tabelo (prikazana spodaj).

Tabela 2: Masa lončkov pred začetkom poskusa pri vzorcu strnjeno.

126,51 g	140,52 g	142,78 g	129,09 g
145,96 g	164,82 g	140,04 g	135,81 g
159,72 g	153,00 g	137,10 g	149,35 g
156,88 g	146,94 g	148,11 g	154,19 g

Skupno maso lončkov sem seštela sama, saj v šolo niso smeli prinesiti kalkulatorja.

Po končanem tehtanju smo naš prvi sestoj (lončke z rastlinami) položili v komoro. Dva učenca sta dodala silikagel, tretji je zapičil merilnik za vlažnost zemlje v lonček, ostali pa so v komoro namestili ventilator. Učence sem vprašala, če vedo, zakaj imamo v komori ventilator. Odgovorili so mi, da zato, da veter kroži. Komoro smo nato zaprli in zalepili z lepilnim trakom.



Slika 9: Polaganje rastlin v komoro (Selič, 4. 4. 2017)

Skupaj smo določili kanale meritev na dveh Vernierjevih merilnikih, in sicer: vlažnost zemlje, vlažnost zraka ter temperaturo. Nato smo določili še čas trajanja poskusa:

Čas merjenja 24 ur in 20 meritev na uro.

Podatke za drug Vernierjev merilnik so vnesli sami. Nato smo na obeh merilnikih pritisnili še »start«. Meritev se je začela.

3.2.2 Drugo srečanje z učenci

Z učenci smo se dobili naslednji dan. Učence smo najprej pozdravili ter jih vprašali, ali jih zanima, kakšne rezultate smo dobili. Po pritrdilnem odgovoru skupaj z učenci pogledamo izrisane grafe na Vernier merilnikih (merilnike za vlažnost, temperaturo ter svetlobo) Učencem smo naročili, naj merilnike odklopijo. Po shranjevanju podatkov so učenci vzeli rastline iz komore. Opazili so, da je v komori višja temperatura kot na začetku eksperimenta. Komoro so pustili odprto, da se prezračí.

Učencem smo naročili, da spet stehtajo lončke in da naj bodo posebej pozorni na vrstni red tehtanja.

Tabela 3: Masa lončkov po koncu poskusa pri vzorcu strnjeno.

123,14 g	141,74 g	156,17 g	152,48 g
136,59 g	159,89 g	149,48 g	142,59 g
136,65 g	134,57 g	133,61 g	144,36 g
120,24 g	148,70 g	143,79 g	150,11 g

Učencem smo po koncu tehtanja zastavili nekaj vprašanj:

Učitelj: Naša začetna masa vseh lončkov skupaj je znašala 2350,22 gramov, končna pa 1690,45 gramov. Kaj lahko ugotovimo?

Učenec 2: Da so shujšale?

Učitelj: Dobro, še kakšna ideja?

Učenec 1: Voda je šla iz njih.

Opazimo lahko, da učenci pri obrazložitvi rezultatov uporabljajo pogovorni jezik – rastline so shujšale, voda je šla iz njih. Uporabo strokovnih terminov, kot so voda je iz rastlin izhlapela, zmanjšala se je masa rastlin, niso uporabili.

Skupaj z učenci si pogledamo izrisana grafa (Graf 1). Najprej jih vprašamo, kaj prikazujeta linearna grafa. Učenci so pravilno ugotovili, da prikazujeta vlažnost zemlje ter vlažnost zraka v odvisnosti od časa. Nato smo učencem naročili, naj si grafe prerišejo na milimetrski papir, ki so ga dobili.

Učitelj: Graf si prerišite na milimetrski papir, ki ga imate na listu. Preden pa začnete prerisovati, pa me zanima, če sploh veste, katere spremenljivke so prikazane na grafu?

(Vsi učenci so tiho.)

Učitelj: Kaj prikazuje spodnji del grafa oziroma narisana spodnja črta? Kaj smo tukaj merili?

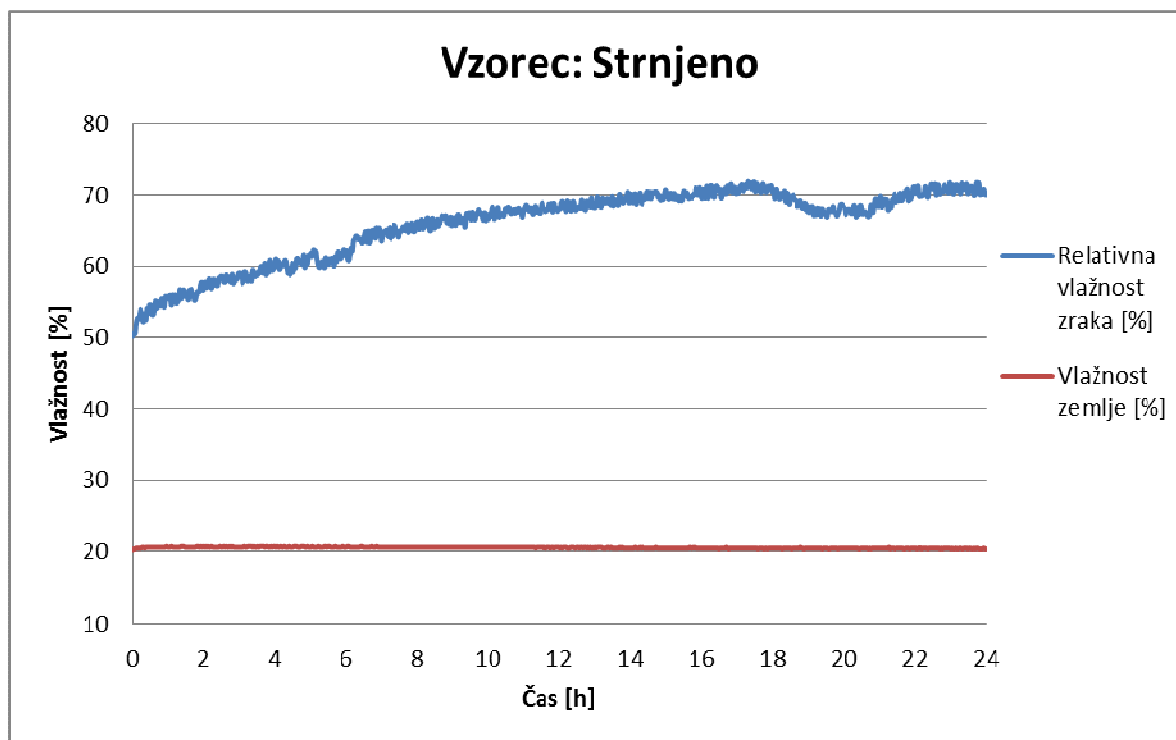
Učenec 1: Kisik?

Učenec 3: Vlažnost zemlje?

Učitelj: Dobro, gremo lepo po vrsti. Kako so grafi označeni z enotami, ali ste že kdaj risali grafe?

Učenci, vsi skupaj: Ne.

Pričakovali smo, da so učenci v sedmem razredu že večji risati ter še posebej brati grafe. Kljub temu da poučevanja grafov nismo imeli v načrtu, smo učenem razložili osnove branja in risanja grafov. Učencem smo povedali, da je v našem primeru graf sestavljen iz dveh osi, X ter Y. Na X osi je neodvisna spremenljivka, v našem primeru čas, medtem ko je na Y osi odvisna spremenljivka, v našem primeru relativna vlažnost zraka ali vlažnost zemlje, ki ju prikazujemo v odstotkih. Povedala sem jim tudi, naj si izrišejo tudi legendo. Učenci so nato graf prerisali.



Graf 1: Prikaz naraščanja relativne vlažnosti zemlje ter padanja vlažnosti zemlje pri vzorcu strnjeno.

Sprememba vlažnosti prsti:
 $20,52 \% - 20,35 \% = 0,17 \%$

Učenec 2 (med prerisovanjem grafa): A zadnja črta, ki prikazuje vlažnost zemlje, je ravna?

Učitelj: Dobro vprašanje. Bom povečala sliko, da vidimo, če je res ravna.

Učenci opazijo, da je krivulja skoraj ravna, vendar se počasi niža. Nato smo jo primerjali s krivuljo, ki prikazuje relativno vlažnost zraka. Učenci so opazili in tudi verbalizirali, da se krivulji razlikujeta in da je krivulja vlažnosti zemlje veliko bolj konstantna kot krivulja relativne vlažnosti zraka (Graf 1). Po končani primerjavi grafov sem učencem pregledala izrisane grafe. Nekatere smo opozorili na to, da morata biti ob grafu legenda, da sploh vemo, kaj prikazuje, ter enota merjene spremenljivke.

Učencem smo nato povedali, da bomo sedaj izmerili maso za drugi vzorec lončkov, ki se imenuje sama prst in predstavlja 16 lončkov, napolnjenih s prstjo (Tabela 4).

Tabela 4: Masa lončkov pred začetkom poskusa pri vzorcu sama prst.

257,10 g	230,30 g	223,91 g	254,68 g
245,30 g	209,02 g	230,37 g	236,96 g
218,48 g	255,08 g	225,79 g	225,09 g
211,63 g	225,15 g	272,09 g	218,54 g



Slika 10: Vzorec sama prst (Žmavčič, 5. 4. 2017)

Tokrat so učenci že samostojneje pripravili eksperiment. Nato so odštevali (10, 9, ..., 0) in pritisnili »START« na Vernier merilniku.

Ob koncu drugega srečanja smo učencem naročili, naj si do naslednjic zamislijo en vzorec, ki bi ga radi samostojno izmerili. Pogoj je bil, da je vzorec sestavljen iz 16 lončkov, v katerih so rastline ali prst.

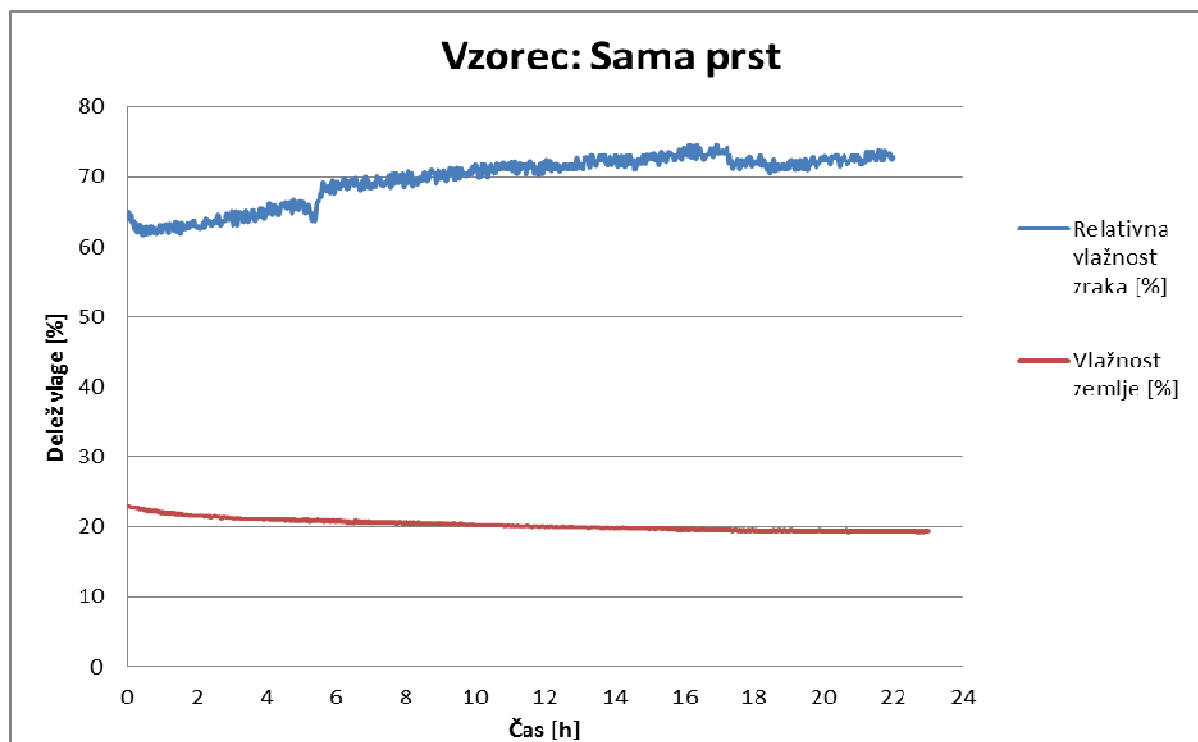
3.2.3 Tretje srečanje z učenci

Z učenci se tretjič srečamo dva dni pozneje. Učence najprej pozdravimo, nato jim naročimo, naj stehajo rastline. Eden izmed učencev tehtal rastline, medtem ko si ostali zapisujejo mase lončkov v tabelo. Učenec, ki je tehtal, je imel malo težav z odčitavanjem mas s tehtnice ter s postopkom.

Tabela 5: Prikaz teže lončkov po poskusu vzorca sama prst pri tehtanju.

249,71 g	205,51 g	214,95 g	242,55 g
235,14 g	205,12 g	226,85 g	227,8 g
214,31 g	251,98 g	221,68 g	219,27 g
207,34 g	220,92 g	265,38 g	214,36 g

Učencem smo nato za primerjavo pokazali prejšnji graf vzorca strnjeno. Učenci so primerjali graf 1 in graf 2.



Graf 2: Sprememba relativne vlažnosti in vlažnosti zemlje pri vzorcu sama zemlja.

Sprememba vlažnosti prsti:

$$25,3 \% - 19,4 \% = 5,9 \%$$

Učitelj: Pred seboj imate dva grafa, levi prikazuje spremembo vlažnosti zemlje in zraka pri vzorcu strnjeno, desni pa prikazuje spremembo vlažnosti zemlje ter zraka pri vzorcu samo prst. Kaj lahko opazite? Ali sta si podobno, različna?

Učenec 1: Ta (graf samo prst) je lepši.

Učenec 2: Tudi tukaj gre vlažnost zraka navzgor.

Učitelj: Ali je pri vzorcu strnjeno krivulja vlažnosti bolj položna ali ne?

Učenec 3: Da, pri (vzorcu) samo prst je bolj strma.

Učitelj: Zakaj pa mislite, da je tako?

Učenec 2: Zato ker rastline proizvajajo kisik?

Učitelj: In ...

Učenec 2: Tukaj pa ni bilo rastlin.

Kot je vidno iz razgovora, učenci še vedno zamenjujejo proces fotosinteze ter proces transpiracije, saj utemeljujejo manjšo vlažnost zemlje s sproščanjem kisika. Ker očitno učencem še vedno predstavlja razumevanje transpiracije težavo, smo poskušali razlago spremeniti in jo razložiti na drugačnem primeru.

Učitelj: Prav, vas bom malo drugače vprašala. Predstavljajte si gozd in travnik. Kje mislite, da je bolj vlažno?

Učenec 1,2,3: V gozdu.

Učitelj: Zakaj?

Učenec 2: Ker prst vpija vlago...

Učitelj: Ok. Še kakšno mnenje?

(tišina)

Učitelj: Kakšno vlogo pa imajo drevesa v gozdu? Kaj nam nudijo krošnje?

Učenec 3: Senco... Pa več vlage.

Učitelj: Da. Torej, če primerjamo na primer njivo ter gozd, vemo, da je v gozdu bolj vlažno in hladno zato, ker ni direktnega sončnega sevanja. Sevanje pa povzroči kaj?

(tišina)

Učenec 2: Toploto?

Učitelj: Ja. Saj je pri nas isto, če smo na soncu, potem nam je vroče oziroma toplo, zato se začnemo pospešeno znojiti in več vode gre iz nas. Pri prejšnjem vzorcu, ko smo pa imeli same rastline, pa so te rastline delale zemlji senco in je bilo posledično manjše sevanje. Zato, če pogledamo, je bila tudi manjša razlika v upadu krivulje vlažnosti zemlje pri tistem vzorcu, ki je vseboval rastline. A vam je to razumljivo?

Učenec 1: Potem je bilo sevanje večje in več vode je izhlapelo pri drugem grafu (Graf 2).

Učencem smo skušali problem predstaviti na bolj vsakdanjem primeru, ki se je izkazal za precej uspešen. Učencem smo nato po tehtanju povprašali, ali so se spomnili kakšnega vzorca, katerega bi radi izmerili. Razvila se je razprava, kako postaviti rastline, koliko lončkov potrebujejo ...

Učenec 2: A morajo biti same rastline ali je lahko mešano?

Učitelj: Sem vam že zadnjič rekla, da je lahko pomešano ...

Učenec 2: Lahko bi dal par rastlin pa par samo zemljo ...

Učenec 3: Lahko pol-pol.

Učenec 2: Kaj pa, če jih mešano damo?

Učitelj: Dobro. A potem ste vsi za mešano?

Učenec 1,2,3: Mhm (učenci kimajo).

Ko smo skupaj dosegli dogovor, so rastline sami razporedili v mešano postavitev v obliki šahovnice; torej en lonček sama prst, drugi lonček z rastlino, tretji sama prst (Slika 11).



Slika 11: Prikaz razporeditve lončkov, ki so jo učenci sami naredili (Žmavčič, 10.4.2017)

Učenci so lončke stehali (Tabela 6).

Tabela 6: Prikaz mase lončkov vzorca mešano (šahovnica) pred poskusom.

226,73 g	152,53 g	243,42 g	130,27 g
151,85 g	166,38 g	133,28 g	233,41 g
229,67 g	124,73 g	216,22 g	149,21 g
145,32 g	258,20 g	131,95 g	230,30 g

Rastline so položili v komoro, nastavili merilnike ter komoro zalepili. Merjenje je trajalo 48 ur, saj je bil vmes vikend.

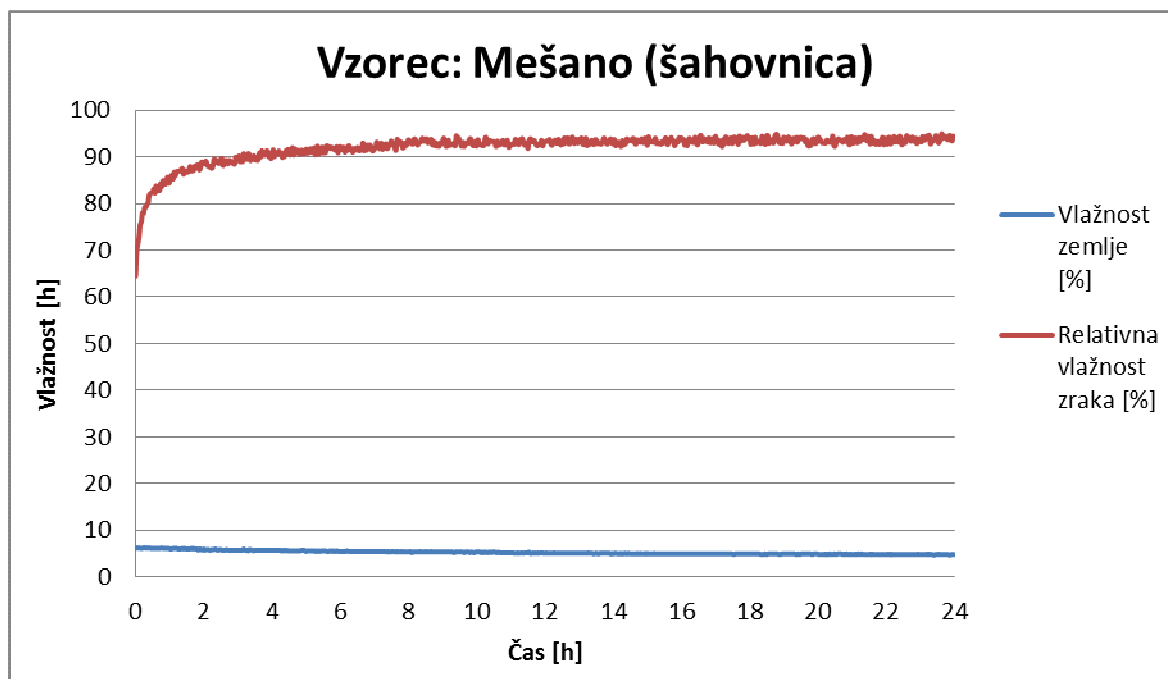
3.2.4 Četrto srečanje z učenci

Z učenci smo se srečali v ponedeljek ob 12. uri. Učence pozdravimo in jim naročimo, naj shranijo podatke z merilnikov ter stehajo lončke iz komore (Tabela 7).

Tabela 7: Prikaz mase lončkov vzorca mešano(šahovnica) po koncu poskusa.

214,78 g	138,04 g	238,17 g	126,33 g
130,70 g	156,39 g	127,97 g	229,82 g
216,09 g	115,41 g	212,61 g	142,13 g
134,42 g	254,10 g	125,55 g	226,05 g

Z učenci smo si ogledali izrisan graf (Graf 3). Ker je med zadnjima srečanjema minil cel vikend, sem učence povprašala, ali vedo, kaj graf prikazuje ter kaj smo merili. Najprej pokažem graf, ki je prikazoval spreminjanje vlažnosti zemlje ter relativne vlažnosti zraka.



Graf 3: Sprememba relativne vlažnosti in vlažnosti zemlje pri vzorcu mešano (šahovnica).

Sprememba vlažnosti prsti:
 $6,1 \% - 4,00 \% = 1,1 \%$

Učitelj: Kaj nam te krivulje prikazujejo? Katero vlažnost prikazuje zgornja krivulja?

Učenec 3: V zraku.

Učitelj: Pod njo pa je prikazana krivulja, ki meri kaj?

Učenec 4: Kisik?

Učitelj: A smo res merili kisik?

Učenec 4: Aja ne, vlago v zemlji.

Še vedno se v odgovorih učencev pojavlja kisik! Nato smo skupaj primerjali pridobljene mase pred začetkom in po končanem poskusu pri treh različnih sestojih.

Tabela 7: Prikaz začetne, končne in skupne izgubljene mase pri različnih sestojih.

Vzorec	Masa lončkov pred začetkom poskusa	Masa lončkov po končanem poskusu	Skupna izgubljena masa lončkov
STRNJENO	2340,22 g	2274,11 g	66,11 g
SAMA PRST	3718,49 g	3622,88 g	96 g
ŠAHOVNICA	3028,38 g	2970,47 g	57,91 g

Skupaj z učenci smo nato skupaj razpravljali o pridobljenih rezultatih.

Učitelj: Če pogledamo skupno izgubljeno maso lončkov v treh različnih sestojih oziroma poskusih. Kateri vzorec je izgubil največ vode?

Učenec 3: Samo prst.

Učitelj: Da, sledi mu ...?

Učenec 4: Potem pač strnjeno, nato pa šahovnica.

Učitelj: Torej bi lahko rekli, da če imamo samo zemljo, je izguba vode največja. Zakaj pa?

Učenec 2: Zato ker ... izhlapi?

Učenec 3: Zato ker rastline porabijo vodo, ki je v zemlji? Pa potem izhlapi v zrak.

Učencem smo predstavili vpliv sončnega sevanja pri vodnem krogu. Razložili smo jim, da sončna energija poganja vodni cikel, hkrati pa proizvaja energijo za izhlapevanje. Ta energija je potrebna za spreminjanje agregatnega stanja vode – iz tekoče oblike v plinasto. Sončno sevanje oziroma žarki se odbijejo od tal, kar povzroči segrevanje prsti in nato ozračja. Tako v splošnem velja, da je stopnja evapotranspiracije pri višjih temperaturah višja, kot pri nižjih. Kljub temu učenci samega vpliva sončnega sevanja na evapotranspiracijo niso razumeli. Nato smo učencem zastavili drugačno vprašanje:

Učitelj: Sedaj pa si pogledjmo vlogo luči. V komori je bila luč. Kaj je njena vloga razen oddajanja svetlobe?

Učenec 2: Bolj je toplo.

Učitelj: Da in bolj kot je toplo ... večje je ...?

Učenec 4: Izhlapevanje.

Učitelj: Da. Kot smo že pojasnili zadnjič, luč v komori ustvarja svetlobo ter toploto in lahko bi se reklo, da predstavlja sonce. In ko sonce sije, je sevanje večje. Ker pa pri vzorcu sama prst ni bilo rastlin, je bila površina direktno izpostavljena sevanju, kar je povzročilo večje izhlapevanje. Ali vam je to razumljivo?

Učenec 2, 3, 4: Da.

Učitelj: Predstavljajte si na primer gozd. V gozdu je veliko dreves, ki delajo tlom ... Kaj?

Učenec 2: Senco.

Učitelj: Ja in posledično je zaradi sence, ki jo dajejo krošnje tudi manjše ...

Učenec 4: Sevanje.

Učenec 2: Pa zrak je bolj vlažen in hladen.

Učenci so sedaj razumeli in nadgradili znanje. Vedeli so že od prejšnjega srečanja, da je v gozdu zrak hladnejši in bolj vlažen, sedaj pa so povezali, da je to zaradi sence dreves, zaradi katere je manjše sončno sevanje in posledično tudi bolj svež zrak.

Učence smo nato povprašali, kako po njihovem mnenju vpliva prisotnost rastlin na koncentracijo vlage v zraku. Učenci odgovora niso poznali.

Učenec 2: Ne vem.

Učitelj: No, pa pojdimo od začetka. Kaj je transpiracija?

Učenec 2: Izhlapevanje vode iz listnih rež.

Učitelj: Tako je.

Učenec 2: Aja, če so rastline, je večja koncentracija vlage v zraku.

Tukaj bi morali vprašanje zastaviti z bolj vsakdanjimi besedami, npr. kako vpliva več rastlin na vlago, saj so učenci odgovor vedeli, vendar niso razumeli vprašanja.

Učence smo še enkrat vprašali, kaj je evapotranspiracija. Tokrat smo dobili zadovoljive odgovore:

Učenec: Gre za izhlapevanje iz listnih rež ter iz zemlje.

Opazili smo, da veliko učencev pozablja na izhlapevanje iz vodnih površin. Zato nas je zanimalo, če bi znali proces evaporacije, transpiracije ter evapotranspiracije umestiti v vodni cikel.

Učitelj: Da gre za proces izhlapevanja vode iz zemlje oziroma vodnih površin ter iz rastlin oziroma listnih rež v listih rastlin. Kje pa ta proces lahko opazujemo?

Učenec 2: Ja pri kroženju vode.

Učitelj: Tako, ja. Vi ste se o vodnem krogu že učili, kajne?

Učenec 2,3,4 : Da.

Učitelj: Dobro. Naslednje vprašanje za vas je, da opišete vodni cikel in njegove faze. Ali se še spomnite? Ena izmed faz je zagotovo evaporacija ter transpiracija, skupaj evapotranspiracija. Ali bi znali narisati in opisati, kaj se dejansko dogaja z vodo na našem planetu? Kako kroži?

Učenec 2: Pač iz vodnih površin gre v zrak in oblake in potem spet pade na zemljo.

Učitelj: Dobro. Začnimo z izhlapevanjem. Rekli smo, da obstajata v našem eksperimentu dve vrsti izhlapevanja: evaporacija ter transpiracija. Od tu gre voda kam?

Učenec 2: V oblak?

Učitelj: V ozračje, kjer nastanejo oblaki.

Učenec 3: Potem pade dež.

Učitelj: Dež, da. Kaj pa toča, sneg?

Učenec 2: Padavine.

Učitelj: Da. In potem, kaj se zgodi?

Učenec 4: Spet nazaj pade na tla.

Učitelj: Da, kaj pa se zgodi s to vodo?

Učenec 2: Ja nabira se v ... mlakah.

Učenec 4: Vodnih virih.

Učitelj: Kot so na primer?

Učenec 4: Jezera, reke, potoki, morja ...

Učitelj: Da, in tudi podtalnica.

Učenci so si nato sliko vodnega kroga narisali in dopisali procese, ki sodelujejo pri kroženju vode. Učence smo nato povprašali, ali vedo, kaj je vloga vetra v vodnem krogu ter kakšna je bila vloga ventilatorja v našem eksperimentu. Učenci so pravilno ugotovili, da je vloga vetra prerazporeditev vlage in da tako pomaga pri kroženju vode na Zemlji. Vedeli so tudi, da ko veter zapiha, nadomesti z vlago nasičen zrak z bolj suhim zrakom.

Učencem smo nato začeli zastavljati kompleksnejša vprašanja.

Učitelj: Ali je v gozdu izhlapevanje večje ali manjše v primerjavi s travnikom ob enaki količini padavin?

Učenec 2: Enako, ampak je več sence ... Samo potem je manjše, ja.

Učitelj: Kaj pa ostali? Kje je manjše izhlapevanje: v gozdu ali na travniku?

Učenec 3, 4: V gozdu.

Učitelj: Da. Zakaj pa? Kaj imamo v gozdu, kar na travniku nimamo?

Učenec 2: Mah?

Učitelj: Še kaj?

Učenec 2,3: Drevesa pa krošnje in senco.

Opazimo lahko, da jim vprašanje, ki zahteva analizo in sintezo, ne dela večjih težav. Lahko so sklepali iz izvedenega eksperimenta oziroma iz konkretnega na splošno.

Učitelj: Predstavljajte si, da ste posadili tri sadike jagod na vrtu, katerega skoraj cel dan obseva sonce. Kako bi vi pomagali rastlinam, da se ne bi prehitro izsušile?

Učenec 2: Zalivaš jih.

Učitelj: Da. Kdaj pa? Ob katerem času?

Učenec 1: Zvečer.

Učenec 2: Pa zgodaj zjutraj.

Učitelj: Da. Kako bi jim lahko še pomagali?

Učenec 2: Zgradili bi jim ... Joj, kako se že reče.

Učenec 3: Rastlinjak?

Učenec 2: Da!

Učitelj: Da, lahko bi tudi ... Kaj pa bi s tem naredili?

Učenec 2: Toploto. Pa pokrijemo jih.

Učenec 3: Ja, lahko bi jih s tistim belim pokrili ... Ali pa s slamo.

Učitelj: Da, kaj pa je vloga tistega belega?

Učenec 2, 3: Da voda ne izhlapi preveč iz zemlje.

Učencem smo nato zastavili tudi nekaj naravovarstvenih vprašanj, ki so povezana s procesi izhlapevanja, in sicer:

Učitelj: Kakšen vpliv bo imel golosek, ki je prikazan na sliki (Slika 8), na tamkajšnjo vlažnost zemlje in okolje nasploh?



Slika 12: Golosek (dostopno preko <http://www.iucbeniki.si/nar7/2028/index1.html>, 5. 4. 2017)

Učenec 2, 3: Manj bo organizmov, izsušitev.

Učitelj: Kaj še? Kakšna bo postala prst?

Učenec 2: Nerodovitna, trda, pesek ...

Učitelj: Ali bo tam še kdaj kaj zrastle?

Učenec 3: Ne.

Učitelj: Ali bo na takšnem območju potekala transpiracija?

Učenec 2: Tam ne, ker ni rastlin.

Učitelj: Kako bo pa to vplivalo na vodni cikel?

Učenec 2, 4: Ne bo kroženja vode, pač krog ne bo cel.

Učitelj: Če se transpiracija tukaj ne bo vršila, kaj se lahko s takšnim okoljem zgodi?

Če to povežemo z vodnim ciklom?

Učenec 2: Manj vlage bo.

Učitelj: Tako je. Manj vlage pomeni manj ...

Učenec 3: Padavin. Pa večjo sušo.

Učenci so naredili nekaj pravilnih sklepov o vplivu goloseka na okolje, vendar pa se postopoma na goloseke vrnejo različne rastline in ponovno poteka transpiracija. Nerodovitna prst kot posledica spiranja oziroma erozije tal vpliva tudi na mikroklimatske pogoje. Golosek je lahko tudi eden od razlogov širjenja puščav.

Učence smo vprašali, če imajo morda še kakšno vprašanje, ter jih nato povprašali po mnenju, ali jim je všeč takšen način dela (eksperimentiranje). Vsem učencem je bil eksperiment zanimiv, saj so lahko sami delali, opazovali, pisali, tehtali ... Pri tem so lahko bili dejavni. Bilo jim je zelo všeč, ker so lahko sami načrtovali vzorec ter upravljali z merilniki. Vsi učenci si želijo več takšnih metod dela.

Njihove misli so strnjene v nadaljevanju:

- *Ta oblika mi je zelo všeč, ker lahko sami nadziramo, kaj in kako delamo.*
- *Fajn mi je, ker smo aktivni in ne sedimo samo v klopi.*
- *Meni je všeč, ker smo dokazali nekaj sami in imamo meritve.*
Na šoli nimamo veliko eksperimentov ... Gremo sicer ven, ampak nič takšnih eksperimentov. Rad bi, da jih je več.
- *Zdi se mi dobro, pa tudi niste nič nas silili pa se drli pa vsiljevali odgovor, fajn je bila klima, lahko smo rekli vse, tudi če ni bilo prav.*
- *Naravoslovje mi je zelo všeč, zato bi rad, da bi imeli več takšnih eksperimentov in da bi sami dokazoval stvari pa merili z računalniki.*
- *(po končanem poskusu) Kdaj se lahko dobimo naslednjič?*

4 RAZPRAVA IN ZAKLJUČEK

Veliko avtorjev poudarja pomen eksperimentalnega dela pri predmetu Naravoslovje. Šorgo (2014) svetuje, da se pri raziskovalnem delu pri pouku naravoslovja uporabijo različne naprave in merilniki, ki jih učenci sami spremljajo, pridobljene podatke izmerijo ter interpretirajo. Tako raziskovalno učenje je tako »hands-on« kot »minds-on«, zato učenci veliko hitreje usvojijo znanje (Furtak, 2006).

Izkazalo se je tudi, da so učenci usvojili pojem evapotranspiracija ter tudi pojma evaporacija ter transpiracija. Pri prvem srečanju so imeli učenci precej napačnih razumevanj. Primer tega sta mnenji učenca 1 in učenca 2, da transpiracija predstavlja izhlapevanje iz zelenih delov rastlin in da se vrši preko klorofila, kar lahko pripišemo temu, da je v učnem načrtu za Naravoslovje v 6. razredu večji poudarek na procesu fotosinteze kot pa procesu transpiracije. Proces fotosinteze je na primer v učbeniku za Naravoslovje Dotik narave 6, ki ga uporabljajo učenci pri pouku, opisana na dveh straneh, hkrati pa se sama beseda fotosinteza večkrat pojavi v operativnih ciljih za 6. razred pri predmetu Naravoslovje in predstavlja enega glavnih poglavij v sklopu Živa narava (Program osnovna šola, Učni načrt Naravoslovje za 6. in 7. razred, 2011). Transpiracija je opisana v učbeniku Dotik narave 6 kot »izmenjevanje plinov skozi listne reže na listni povrhnjici« (Devetak, Kovič, Torkar, 2012). Z evaporacijo se učenci srečajo v šestem razredu pri vsebinskem sklopu Energija. V učbeniku Dotik okolja 6 je evaporacija opisana kot »proces izhlapevanja vode v obliki vodne pare v atmosfero« (Devetak, Kovič, Torkar, 2012). Prav tako v učbeniku Dotik narave 6 nismo zasledili nobenega eksperimenta, s katerim bi lahko ponazorili procesa evaporacije ter transpiracije.

Proces transpiracija se v osnovni šoli pojasni pri predmetu Naravoslovje. Učenci so vedeli, da je to proces, ki ga vrši rastlina, vendar pa so ga zamenjali s procesom fotosinteze, ki pa je v učnih načrtih za Naravoslovje v 6. in 7. razredu osnovne šole večkrat omenjan. Učenci so zato menili, da je proces povezan s klorofilom v celicah ter da poteka zgolj pri zelenih rastlinah. Na prvem srečanju smo tako najprej poglobili razumevanje pojma evapotranspiracija in razložili, da je transpiracija proces izhlapevanja vode preko listnih rež in le-tem podobnih struktur. Nato smo pojem povezali z evaporacijo ter tako prišli do pojma evapotranspiracija. Raziskovalno delo predstavlja eno izmed metod za spoznavanje in razlago naravnega sveta, ki temelji na podlagi znanstveno pridobljenih dokazov (Furtak, 2006). Aktivno oziroma raziskovalno učenje v šoli posnema raziskovalni proces in je tako prilagojen šolskemu pouku. Vključuje aktivnosti in veščine, ki so življenjsko pomembne (načrtovanje, branje in interpretiranje dokazov ipd.) (Hauri v Kranjc, 2015). Učenci so po končanem eksperimentu tudi odgovarjali na zastavljena vprašanja. Večina učencev je ob koncu poznala splošno definicijo transpiracije. Na podlagi grafov so razumeli, da je evaporacija intenzivnejša pri vzorcu sama prst kot pa evapotranspiracija pri vzorcu strnjeno. Nato smo preverili, če lahko pridobljeno znanje prenesejo tudi na druge primere iz narave, ekosisteme. Ob koncu so znali zadovoljivo opisati vodni krog ter pojasniti da tako evaporacija kot transpiracija predstavljata proces izhlapevanja vode v atmosfero. Na podlagi tega lahko **prvo hipotezo potrdimo**. Učenci po izvedbi eksperimenta razumejo proces evapotranspiracije kot del vodnega kroga.

Shuell (1968) pravi, da je ta oblika pouka aktiven, konstruktiven, socialen in nenazadnje tudi k cilju usmerjen proces. Cilj le-tega pa je, da bi učenci sami, z eksperimentom in vzporednim razmislekom o njegovem pomenu, odkrivali naravoslovne pojave, razvijali eksperimentalne veščine ter si olajšali razumevanje pojmov in pojavov pri naravoslovnih vedah (Kranjc, 2015). Prav tako pa je potrebno učence opremiti z besednjakom, da bodo znali sami opisati

svoje predvidevanja, spoznanja in utemeljiti svoje argumente na podlagi pridobljenih rezultatov, ki so ji pridobili med izvajanjem eksperimenta. (Ariely in Yarden, 2012).

Učence smo skozi prvi eksperiment sprva vodili. Šlo je za kombinacijo vodenega ter zaprtega tipa raziskovanja, ki prinese najboljše rezultate (Furtak, 2016). Na primer: predstavili smo jim delovanje merilnikov in jim podali navodila za izvedbo prvega dela eksperimenta. Učenci so rastline sami stehali. Delo so načrtovali skupaj (npr. smer tehtanja lončkov). V prvem delu eksperimenta jim je risanje tabel in grafov predstavljalo veliko problemov, vendar pa so le-to usvojili do konca eksperimenta. Učenci niso imeli težav s postavitvijo rastlin v komoro ter s priključitvijo merilnikov na sistem Vernier. Zatikalo pa se jim je pri pisanju hipotez, zato smo s skupnimi moči oblikovali dve znanstveni hipotezi. Učenci so po končanem poskusu grafe shranili in si jih ogledali na prenosnem računalniku. Z branjem grafa so imeli sprva kar nekaj težav, saj jih po besedah učencev, do našega eksperimenta niso še nikoli risali niti brali. Do zadnjega srečanja so usvojili branje grafov ter podajanje rezultatov. Težave, ki so jih sprva imeli pri izdelavi grafov in zastavljanju hipotez, smo torej z vodenim, zaprtim raziskovanjem lažje odpravili, kar potrjuje pravilnost naše odločitve, da v začetni fazi eksperimentiranja ohranimo večji nadzor nad potekom dela učencev. Pri zadnjem, tretjem delu eksperimenta pa so učenci samostojno načrtovali poskus. Sami so se dogovorili, kateri vzorec bi želeli testirati (mešano), postavili so merilnike, stehali rastline, podatke zapisali v tabelo ter razpravljali med seboj, kaj se bo zgodilo (zastavljali hipoteze). Po končanem poskusu so si ogledali grafe, skupne izgubljene mase vode pri vseh treh vzorcih ter zapisali odgovora na hipotezi. Na podlagi povedanega lahko **potrdimo drugo raziskovalno hipotezo**, in sicer da bo izvedba eksperimenta pozitivno vplivala na raziskovalno mišljenje učencev in pri njih razvijala spekter različnih veščin, kot so načrtovanje raziskave, predvidevanje rezultatov, interpretiranje rezultatov ipd.

Kranjc (2015) meni, da je raziskovanje danes postalo pedagoški cilj, saj naj bi poučevanje z uporabo raziskovalne metode ne le jasneje predstavljalo koncepte, temveč tudi povečalo učenčevo motivacijo ter razvijalo avtonomno, neodvisno mišljenje. Cilj tega pa je, da bi učenci sami z eksperimentiranjem odkrivali naravoslovne pojave, razvijali eksperimentalne veščine ter si olajšali razumevanje pojmov in pojavov pri naravoslovju. Eno izmed osrednjih načel učenja z raziskovanjem je, da naj učence zaposlujejo znanstveno zasnovana vprašanja (Bybee, 2000). Takšen didaktični pristop je po mnenju Furtak (2006) in mnogih drugih avtorjev za učence veliko bolj zanimiv, saj morajo sami zbrati dokaze, kar pa posledično poveča tudi njihovo motivacijo. Tako postane raziskovalno učenje aktiven proces, kjer je potrebna mentalna aktivnost učenca, saj se lahko le tako sam dokoplje do določenih pomenov. Učenec tako postane aktiven ustvarjalec svojega učenja in tudi preverja svoje uspehe pri učenju. Učitelj pa mora ustvariti pogoje, v katerih se učenci lahko učijo in jih poskuša ne ovirati učenja (Patry, 2004).

Na začetku našega eksperimenta so bili učenci veliko manj aktivni kot ob koncu, kar je razumljivo, saj smo na uvodnem srečanju učencem želeli naprej predstaviti eksperiment, preden ga pričnemo izvajati. Z vsakim naslednjim srečanjem pa je bila klima v skupini veliko bolj sproščena, učenci so več odgovarjali na vprašanja, tudi če so vedeli, da je odgovor morda napačen. Največ sodelovanja ter zagnanosti za delo smo opazili v zadnjih srečanjih, ko so sami zasnovali eksperiment. Učenci so si med seboj pomagali (pri zapisovanju rezultatov, prepisovanju grafov). Lahko bi rekli, da so bili pri zadnjem delu eksperimenta že zelo samostojni. Pri podajanju rezultatov (še posebej pri branju grafa) so bili proti koncu eksperimenta uspešnejši, vendar pa smo opazili pomanjkljivo uporabo strokovne naravoslovne terminologije (na primer: rastlina je shujšala ipd.).

Po končanem eksperimentu smo jih tudi povprašali, kako se jim je zdel eksperiment ter če bi si želeli imeti več takšnih metod poučevanja v šoli. Odgovori so bili pritrilni. To potrjuje ugotovitve številnih avtorjev (npr. Furtak, 2006), da praktično delo oziroma eksperimentiranje prispeva k dvigu motivacije za pouk naravoslovja.

Na podlagi vseh teh odgovorov, klime v razredu, motiviranosti učencev lahko zaključimo, da je raziskovalno delo pri učencih spodbudilo interes za naravoslovje. S tem **potrdimo še zadnjo hipotezo**.

Tekom izvajanja eksperimenta smo se srečali z nekaterimi preprekami. Ena izmed njih je bila predvsem to, da učenci niso smeli prinesiti kalkulatorje v šolo. Ko smo bili še v fazi načrtovanja dela z učenci, smo predvidevali, da bodo učenci mase izgubljene vode izračunali sami ter nato sami podali odgovore na naša vprašanja. Ker tako velikih vsot niso mogli izračunati brez kalkulatorja, smo to delo namesto njih opravili mi. Na drugem srečanju z učenci smo tudi opazili, da se učenci še niso učili o procentnem računu. Učenci so nam sicer povedali, da so se učili o promilih, niso pa govorili o odstotkih. Kljub temu da eksperiment ni vseboval težjih nalog računanja z odstotki, se je problem pokazal predvsem pri branju grafa, saj niso točno vedeli, kaj gledajo. Kljub temu pa so lahko videli krivuljo, ki jo je izrisal program, kar je precej olajšalo samo interpretacijo podatkov.

Prav tako so učencem delali težave tudi grafi in branje le-teh. Ko smo jim naročili, naj graf interpretirajo, niso vedeli, kaj sploh predstavljajo abscisa in ordinata, prav tako pa niso vedeli, kaj predstavljajo vrednosti na grafu. Predvidevali smo, da bodo učenci v 7. razredu znali interpretirati rezultate na podlagi grafov. Glede na zastavljen eksperiment je bila to ena izmed ključnih veščin, ki je potrebna za razumevanje samega procesa evapotranspiracije. To smo rešili tako, da smo učencem razložili elemente grafa ter spremenljivke. Učenci s spremenljivkami niso imeli veliko težav, saj so vedeli, kaj smo merili, hkrati pa so videli, kako so se vrednosti spreminjale.

Problem je predstavljal tudi znanstveni, tehnični jezik. Pojmi kot so: evapotranspiracija, evaporacija ter transpiracija, so učencem predstavljali izziv, saj gre za znanstvene pojave, opisane v znanstvenem jeziku. Naravoslovje kot naravoslovna veda, ima svoj lasten jezik, načine razmišljanja in lastne razlage o naravnih pojavih. Opisani jezik lahko opazimo v znanstvenih člankih, v katerih so opisani pojavi v naravoslovnem, znanstvenem jeziku. Dokazano je, da imajo tudi učenci, ki jim branje ne predstavlja težav, težave pri razumevanju znanstvenih besedil in navodil, saj učenci ne razumejo in ne poznajo dovolj tehničnih izrazov, da bi besedilo dojeli kot celoto. (Ariely in Yarden, 2012). Učenci so v veliki meri procese razumeli, vendar pa svoje ugotovitve niso znali opisati in argumentirati v znanstvenem jeziku. Najboljši primer tega je da so rastline »shujšale«, namesto da se zmanjšala teža lončkov/ da je iz prsti in zemlje izhlapeva voda ipd. . Podoben primer je tudi opisovanje vodnega cikla: voda »gre« v zrak in v oblake. Menimo, da bi učence morali pri naravoslovnih predmetih opremiti z različnimi strategijami za razumevanje znanstvenih definicij ter prav tako znanstvenega raziskovanja, kar pa bi privedlo do boljšega znanja, lahko pa bi povzročilo tudi večji interes za znanost (Ariely in Yarden, 2012).

Naš največji izziv pa je bil čas. Eksperiment smo izvedli v treh srečanjih po eno šolsko uro, torej skupaj v 125 minutah. Menimo, da bi bilo bolje, da bi začetna srečanja (še posebej prvo in drugo srečanje) trajala eno celo uro, saj bi tako lažje ugotovili, kaj učenci že vedo ter katere veščine so že usvojili, hkrati pa bi imeli več časa za ugotavljanje napačnih. Glede na to, da je eksperiment bil izveden v sklopu izbirnega predmeta, smo se z učenci dobivali zadnjo šolsko

uro, kar je povzročilo še večjo časovno stisko, saj so morali določeni učenci takoj po srečanju na avtobus ali pa so imeli že druge dejavnosti (glasbena šola ipd.).

Navkljub vsem preprekam in težavam so bili učenci pri izvajanju eksperimenta avtonomni ter motivirani za delo. Menimo, da je izvedeni eksperiment dober za prikaz značilnosti evapotranspiracije v skladu z učnim načrtom predmeta Naravoslovje v 6. in 7. razredu osnovne šole, vendar pa je potrebna dobra organizacija dela. Zavedamo se tudi, da veliko osnovnih šol v Sloveniji ni dovolj tehnično opremljenih z merilnimi vmesniki ter senzorji za merjenje. Prav tako pa vemo, da veliko učiteljev nima dovolj tehničnega znanja in volje za pripravo in izvedbo takšnega večurnega eksperimenta.

Izveden eksperiment bi bil lahko zanimiv tudi za krajinsko ekologijo. Krajinska ekologija je mlada znanstvena veda, ki preučuje odnose med ekološkimi procesi v antropogenem okolju in različnimi ekosistemi. Preučuje tudi vlogo človeka pri soustvarjanju krajinskih vzorcev in procesov (Farina, 2007). Človek s svojimi posegi v naravo degradira, spreminja in krči ter drobi naravne ekosisteme. Takšen primer smo učencem predstavili tudi v eksperimentu, ko smo jim pokazali sliko goloseka v Sloveniji (izsekavanje gozdov). To je le eden izmed mnogih posegov človeka v naravne ekosisteme, ki največkrat privedejo do spreminjanja klime v širšem območju ter zmanjševanja biodiverzitete. Lahko bi jim pokazali tudi sliko Krasa, ki je zaradi prekomernega izsekavanja gozda, kateremu je sledilo intenzivno pašništvo, postal suh in gol (Torkar, Čarni, Dešnik, Burnet, Ribeiro, 2012). Tako bi lahko učencem predstavili tudi ekološko vlogo gozda za varovanje kmetijskih površin pred izsuševanjem, vetrom ter pozebo.

Eksperiment bi bil prav tako primeren za ponazoritev vpliva različnih oblik rabe tal na klimo. Tekom eksperimenta smo vse vzorce poimenovali kot del ekosistema, ki ga je možno najti v naravi (vzorec strnjeno je predstavljal gozd, vzorec sama prst je predstavljal polje ali golosek ipd.). V kolikor bi imeli več časa, bi lahko učenci po končanem eksperimentu naredili tudi projektno nalogo, kjer bi opazovali vpliv različnih vzorcev krajine in vegetacije na klimo. Celoten eksperiment pa je prav tako dober uvod v razpravo z učenci o degradaciji okolja, vplivu človeka na spreminjanje podnebja, vlogi tropskih gozdov, širjenju puščav, širjenju tropskih vrst ipd.

5 SEZNAM LITERATURE

- Ariely, M., Yarden, A. (2018). Using authentic texts to promote disciplinary literacy in Biology. V Kavourakis, K., Reiss, M., J. (ur.), *Teaching Biology in Schools : Global Research, Issues, and Trends* (str. 204–216). New York: Routledge.
- Allen, R. G., Pereira, R. S., Raes, D., Smith M. (1998). Crop evapotranspiration – guidelines for computing crop water requirements, FAO Irrigation and drainage paper 56. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Pridobljeno s: <http://www.fao.org/docrep/X0490E/X0490E00.htm>.
- Batistič-Zorec, M. (2014). Teorije v razvojni psihologiji – 3. izd. Ljubljana: Pedagoška fakulteta, 2014.
- Baker, M. (1998). Understanding transpiration – more than meets the eye. *Journal of Biological Education*, 33(1), 17. Dostopno s: <http://eds.b.ebscohost.com.nukweb.nuk.uni-lj.si/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=a903ea38-f1ba-49a6-920e-73ab484465a9%40sessionmgr102&vid=4&hid=114>.
- Brilly, M., Šraj, M. (2000). Osnove hidrologije. Univerzitetni učbenik. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Bengtsson, L. (2010). The global atmospheric water cycle. *Environmental Research letters*, 5(2), 1–8. Pridobljeno s: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/5/2/025202/pdf>.
- Botanični terminološki slovar. (2011). Ljubljana: Založba ZRC. Pridobljeno s: <http://isjfr.zrc-sazu.si/sl/terminologisce/slovarji/botanichni/iskalnik?iztocnica=simplast#v>.
- Bybee, R. W., Taylor, J.A., Gardner A., Scotter, P. V., Powell, J. C., Westbrook, A. & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional model: origins and effectiveness*, (str. 1–80). Office Of Science Education National Institutes Of Health. C.
- Cesar, P., Šraj, M. (2012). Evapotranspiracija: Pregled vplivnih dejavnikov in metod izračuna. *Geografski vestnik*, 84(2), 73–87.
- Coştu, B., & Ayas, A. (2005). Evaporation in different liquids: secondary students' conceptions. *Research In Science & Technological Education*, 23(1), 75.
- Čagran, B., Ivanuš-Grmek, M., Sadek, L. (2009). Didaktični pristopi pri poučevanju predmeta spoznavanje okolja v tretjem razredu osnovne šole. Dostopno preko: <https://www.dlib.si/details/URN:NBN:SI:DOC-R8GQCBBH/?>.
- Čepič, M. (2014). Modeli v poučevanju naravoslovja. V M. Borstner, A. Žakelj (ur.), *Posodobitve pouka v osnovnošolski praksi naravoslovje* (str. 31–37). Pridobljeno s: <http://www.zrss.si/pdf/pos-pouka-os-naravoslovje.pdf>.
- Dermastia, M. (2007). Pogled v rastline. Ljubljana: Nacionalni inštitut za biologijo.
- Devetak, I., Kovič, M., Torkar, G. (2012). Dotik narave 6. Učbenik. Ljubljana: Založba Rokus Klett d.o.o.
- Farina, A. (2006). Principles and methods in landscape ecology: Toward a Science of Landscape. The Netherlands: Springer.

Žmavčič, T. Izvedba in evalvacija eksperimenta za ponazoritev evapotranspiracije pri izbirnem predmetu Organizmi v naravi in umetnem okolju. Mag. delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta, 2018

Frantar, P., Kurnik, B., Ožura, V. (2008). Vodna bilanca Slovenije 1971–2000. Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje. Pridobljeno s: http://www.arso.gov.si/vode/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/vodna%20bilanca/01_Uvodni_del.pdf.

Furtak, E. M. (2006). *The problem with answers: An exploration of guided scientific inquiry teaching*. *Science Education*, 90, (453–466). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching: A Meta-Analysis.

Furtak, E., M., Seidel, T., Iverson H., Briggs, C. D. (2012). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research* 82(3), str. 300–329.

Grant, B. W., Vatnick, I. (2004). Environmental correlates of leaf stomata density. *Teaching Issues and Experiments in Ecology*, 1(1), 2–24. Dostopno preko: https://www.researchgate.net/publication/228491525_Environmental_correlates_of_leaf_stomata_density.

Hayes, N., Orell, S. (1998). *Psihologija*. Ljubljana: Zavod republike Slovenije za šolstvo.

Hillel, D. (2004). *Introduction to Environmental Soil Physics*, 1st Edition. ZDA: Elsevier Academic Press.

Katul, G. (2012). Evapotranspiration: A process driving mass transport and energy exchange in the soil-plant-atmosphere-climate system. *Reviews of Geophysics*, 50(3), 4–25. Pridobljeno s: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2011RG000366/epdf>.

Kesal, F. (2003). *An investigation on constructivist classroom characteristics in EltMethodology II Courses*. A Thesis Submitted to Graduate School of Social Sciences of Middle East Technical University. Dostopno preko <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.632.9667&rep=rep1&type=pdf>.

Kranjc, T. (2015). Aktivno učenje – višja raven znanja?. V Hozjan, D. (ur.), *AKTIVNOSTI učencev v učnem procesu*, (str. 387–402). Elektronska knjiga. Koper: Univerzitetna založba Annales. Dostopno preko http://pefprints.pef.uni-lj.si/3178/1/Kranjc_Aktivno_u%C4%8Denje.pdf.

Krapše, T. (1999). Konstruktivizem kot didaktični sistem. V *Simpozij. Modeli poučevanja in učenja* (str. 66–70). Ljubljana: Zavod Republike Slovenije za šolstvo.

Krnel, D. (1993). *ZGODNJE UČENJE NARAVOSLOVJA*. Ljubljana: DZS.

Labinowicz, E. (2010). *Izvirni Piaget: Mišljenje-učenje-poučevanje*. Ljubljana: DZS.

Lah, A. (2002). OKOLJSKI POJAVI IN POJMI, okoljsko izrazje v slovenskem in tujih jezikih z vsebinskimi pojasnili. V *Svet za varstvo okolja Republike Slovenije*, Zbirka usklajeno in sonaravno štev. 8/2002 (str. 187). Ljubljana: Svet za varstvo okolja Republike Slovenije. Dostopno preko: <http://www.mkgp.gov.si/fileadmin/mkgp.gov.si/pageuploads/svo/knj08.pdf>.

Liuzzo, L., Viola, F., Noto, L. (2016). Wind speed and temperature trends impacts on reference evapotranspiration in Southern Italy. *Theoretical And Applied Climatology*, 123(1–2), str. 43–62. Pridobljeno s: <http://link.springer.com.nukweb.nuk.uni-lj.si/article/10.1007%2Fs00704-014-1342-5>.

Žmavčič, T. Izvedba in evalvacija eksperimenta za ponazoritev evapotranspiracije pri izbirnem predmetu Organizmi v naravi in umetnem okolju. Mag. delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta, 2018

Marentič Požarnik, B. (2000). *Psihologija učenja in pouka*. Ljubljana: DZS

Marentič Požarnik, B. (2005). Psihologija učenja in pouka. V J. Erčulj (ur.), *V učence usmerjeno poučevanje* (str. 47–67). Ljubljana: Šola za ravnatelje.

Moore, A. (2003). Breathing new life into the biology classroom. *EMBO Reports*, 4(8), 744–746.

Pidwirny, M. (2006). Evaporation and Transpiration. *Fundamentals of Physical Geography*, 2nd Edition. Pridobljeno s: <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/8i.html>.

Plut Pregelj, L. (2004). Konstruktivistične teorije znanja in šolska reforma: učitelj v vlogi učenca. v B. Marentič Požarnik (ur.), *Konstruktivizem v šoli in izobraževanju učiteljev* (str. 17–40). Ljubljana: Filozofska fakulteta.

Program osnovna šola. Naravoslovje. Učni načrt. (2011). Ljubljana: Ministrstvo za šolstvo in šport: Zavod RS za šolstvo, 2011. Pridobljeno 20. 7. 2016, s http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_naravoslovje.pdf.

Prohaska, S. J. (2003). Hidrologija 1. dio (hidro-meteorologija, hidrometrija i vodni režim). Rudarsko-geološki fakultet. Republiški hidrometeorološki zavod Srbije: Institut za vodoprivredu Jaroslav Černi.

Raspor, K. (2007). Meritve in analiza transpiracije listnatega gozda na povodju Dragonje (Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo). Pridobljeno s: http://drugg.fgg.uni-lj.si/377/1/VKI_0084_Raspor.pdf

Strmčnik, F. (2001). *Didaktika: Osrednje teoretične teme*. Zbirka Razprave Filozofske fakultete. Ljubljana: Znanstveni inštitut Filozofske fakultete.

Šorgo, A. (2014). Spodbujanje ustvarjalnosti in inovativnosti v pouku naravoslovnih predmetov. V M. Borstner, A. Žakelj (ur.), *Posodobitve pouka v osnovnošolski praksi – Naravoslovje* (str. 15–19). Pridobljeno s: <http://www.zrss.si/pdf/pos-pouka-os-naravoslovje.pdf>.

Šteh, B. (2004). Koncept aktivnega in konstruktivnega učenja. V B. Marentič Požarnik (ur.), *Konstruktivizem v šoli in izobraževanju učiteljev* (str. 149–163). Ljubljana: Filozofska fakulteta.

Taiz, L., Zeiger E (2002). *Plant Physiology*, 3th Edition. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, Inc., Publishers. Pridobljeno s: <http://www.slideshare.net/LauraStuka/ebook-plant-physiology-taiz-lzeiger-e>.

Tomažič, I. (2014). Od opazovanja, do raziskovanja. V M. Borstner, A. Žakelj (ur.), *Posodobitve pouka v osnovnošolski praksi – Naravoslovje* (str. 39–51). Pridobljeno s: <http://www.zrss.si/pdf/pos-pouka-os-naravoslovje.pdf>.

Tomić, A. (1997). *Izbrana poglavja iz DIDAKTIKE*. Ljubljana: Center za pedagoško izobraževanje Filozofske fakultete.

Trimble, S. W., Ward, D. A. (2004). *Environmental Hydrology*, second edition. Washington, D. C: Lewis publishers, CRC Press Company .

Žmavčič, T. Izvedba in evalvacija eksperimenta za ponazoritev evapotranspiracije pri izbirnem predmetu Organizmi v naravi in umetnem okolju. Mag. delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta, 2018

Tyree, M. T. (2000). Water relation of plants. V Baird, A.J., Wilby, R.L., Eco-hydrology: Plants and water in Terrestrial and aquatic Enviornments, (str. 11–38). Dostopno preko: https://books.google.si/books?id=0I8695gt03MC&pg=PP1&lpg=PP1&dq=baird+wilby+ecohydrology&source=bl&ots=ghUINCdTXU&sig=zorhdeKDiAygDs-p_8UWlt6HaD8&hl=sl&sa=X&ved=0ahUKEwjFiZD5ht3OAhVFvRoKHfxKD2YQ6AEITzAH#v=onepage&q=baird%20wilby%20ecohydrology&f=false.

Vernier- LabQuest 2. Pridobljeno s: <http://www.vernier.com/products/interfaces/labq2/>

Vodnik, D. (2012). Osnove fiziologije rastline. Ljubljana: Oddelek za agronomijo, Biotehniška fakulteta, 2012.

Vogrinc, J. (2008). Kvalitativno raziskovanje na pedagoškem področju. Ljubljana: Pedagoška fakulteta. Pridobljeno s: <http://pefprints.pef.uni-lj.si/179/1/Vogrinc1.pdf>.

Young, G., Dooge C. I, J., Rodda, J. C. (1994). Global Water Resource Issues. MA: Cambridge University Press.

Yip, D. Y. (2003). Developing a Better Understanding of the Relationship between Transpiration and Water Uptake in Plants. *Journal of Science Education and Technology*, 20 (1). 13.

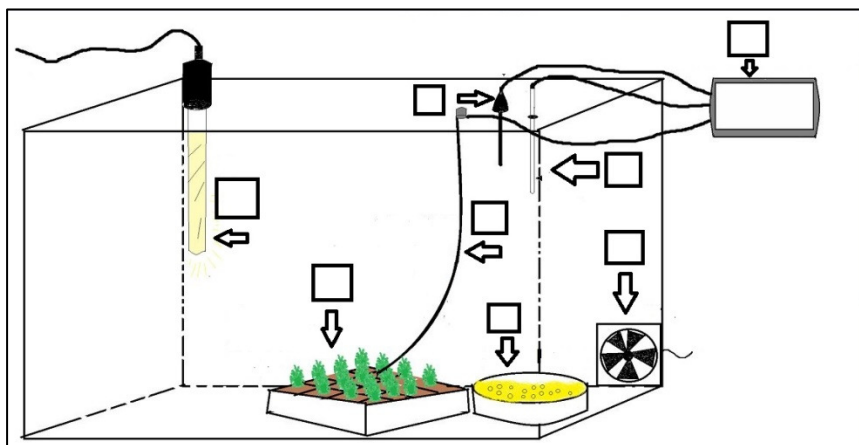
6 PRILOGE

1. DELOVNI LIST ZA UČENCE TER NAVODILA ZA DELO

EVAPOTRANSPIRACIJA

1. *Kako potuje voda po rastlini? Obrazloži s svojimi besedami.*

2. *Pred tabo je postavljena komora s pripomočki, ki jih bomo uporabili v eksperimentu. V kvadratke napiši številke (1–8), s katerimi so označeni pripomočki.*



1. Merilni sistem Vernier

5. 16 šotnih lončkov z zemljo in rastlinami

2. Senzor za merjenje vlage tal

6. Ventilator

3. Silikagel

7. Senzor za merjenje relativne vlažnosti zraka

4. Luč

8. Senzor za merjenje svetlobe

3. *Oblikuj vsaj dve hipotezi, ki ju boš želel/a preveriti s pomočjo postavljenega eksperimenta.*

4. *Merjene spremenljivke:*

5. *Kaj že veš o evaporaciji ter transpiraciji?*

6. *Označi del rastline, kjer poteka transpiracija, ter opiši, zakaj jo rastlina vrši.*



7. Po navodilih s pomočjo pripomočkov izmeri vpliv različnih sestojev na stopnjo evapotranspiracije. Bodi pozoren na spreminjanje vlažnosti zemlje ter relativne vlažnosti zraka. Prav tako bomo opazovali vpliv vetra na stopnjo evapotranspiracije s pomočjo ventilatorja.

Za merjenje vpliva sestoja na stopnjo evapotranspiracije bomo uporabili rastline, ki bodo posajene v treh vzorcih:

1. Prst s sadikami (vzorec: strnjeno, 16 lončkov z rastlinami)
2. Prst brez rastlin (vzorec: sama prst, 16 lončkov z zemljo)
3. Poljubna razporeditev

Pripomočki:

- merilni sistem Vernier
- senzor za merjenje vlage tal
- senzor za merjenje relativne vlažnosti zraka
- komora
- 16 sadike poljubne košate rastline v šotnih lončkih
- 16 šotnih lončkov z zemljo
- tehtnica
- silikagel
- ventilator

Potek dela in navodila

1. Nariši tabelo, v katero boš zapisoval težo vsakega lončka (16 lončkov) **pred začetkom** poskusa in **po koncu poskusa**.

2. Seštej vse mase lončkov ter izračunaj skupno maso lončkov.

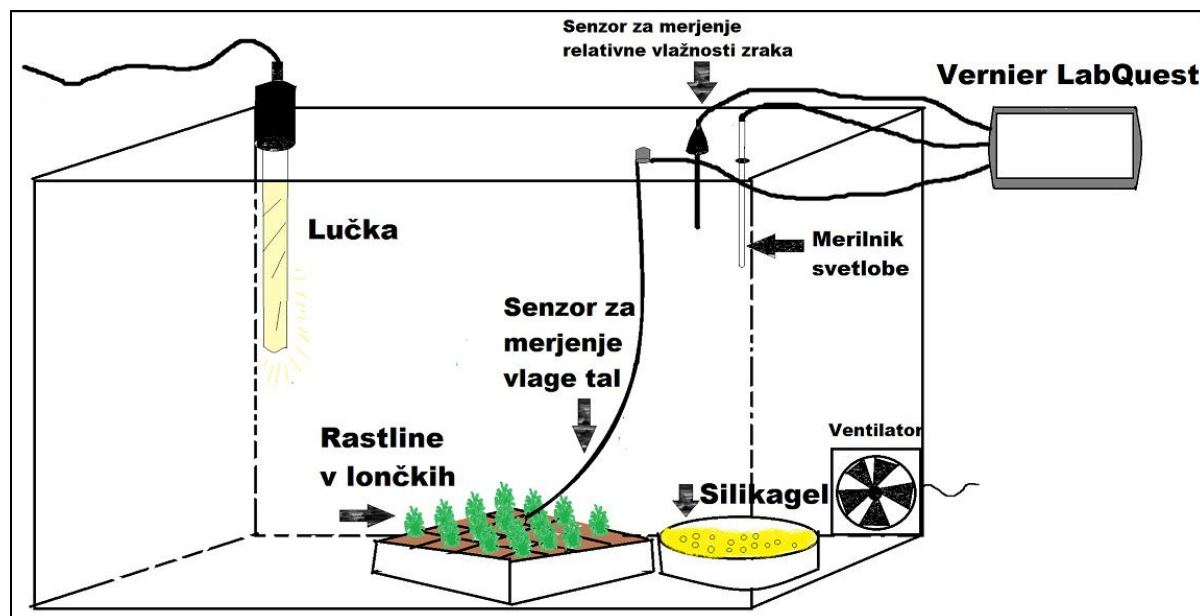
Skupna masa lončkov PRED ZAČETKOM EKSPERIMENTA: _____ g.

Skupna masa lončkov PO KONCU EKSPERIMENTA: _____ g.

3. Navodila za delo z Vernier Labquest 2

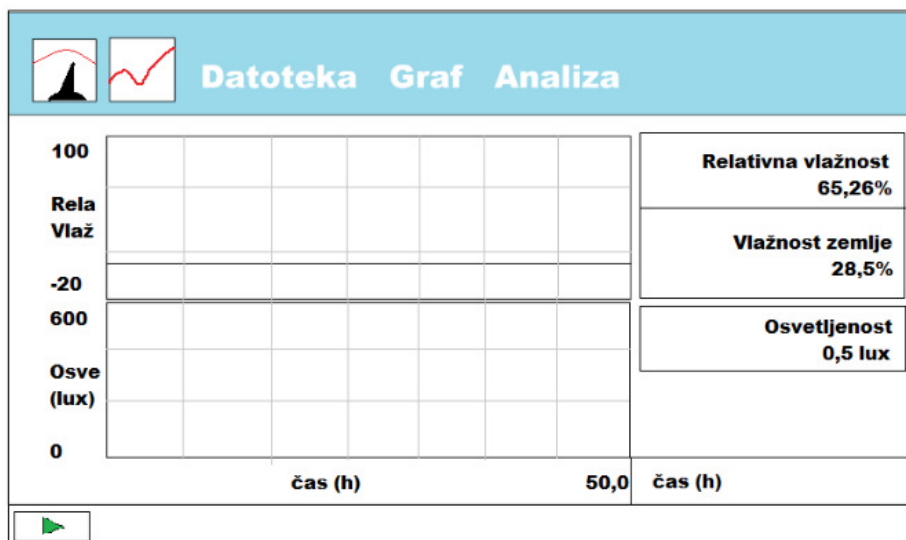
1. VZOREC: STRNJENO

1. Najprej namesti vse merilnike, lučko ter termometer v luknje v pokrov komore. Pomagaš si lahko si sliko 1.



Slika 1: Postavitev merilnikov v komori.

2. V desni kot daj v posodico nekaj silikagela.
3. V komoro položi 16 lončkov s sadikami.
4. Merilnike nato priklopi na napravo Vernier LabQuest 2. Napravo prižgi in počakaj, da jih naprava prepozna.
5. Na zaslonu v desnem kotu boš opazil ukaz »Datoteka« in izberi opcijo »Nastavitve«. S priloženim pisalom klikni nanj ter določi čas merjenja, ki naj bo:
vzorčenje: 30 vzorcev/h,
čas merjenja: 24 ur.
6. Senzor za vlažnost zemlje zapiči navpično v enega izmed lončkov. Pazi, da ne poškoduješ rastline.
7. Preveri, ali delajo vsi senzorji (v desnem grafu se ti bodo pokazale vrednosti, ki se bodo spreminjale). Zaslona na Vernier LabQuest mora izgledati tako (Slika 2):



Slika 2: Priklopljeni merilniki na Vernier LabQuest 2.

8. Prižgi luč ter pritisni na zeleno ikono v levem kotu, »play«.

1. Po končani meritvi shrani datoteko in izklopi svetilko in ventilator. Komoro odpri, da se prezrači. Senzor za merjenje vlažnosti zemlje previdno vzemi ven iz lončka rastline.
2. Lončke z rastlinami ponovno stehtaj ter njihove mase vnesi v tabelo (stran 4), ki si jo že narisal. Prav tako ponovno izračunaj skupno maso lončkov po eksperimentu.

4. Rezultati in analiza

1. VZOREC: STRNJENO

1. Dobljene meritve prenesi z merilne naprave LabQuest 2 na računalnik s pomočjo programa Logger Pro. Grafe preriši iz računalnika, saj ti bodo služili za diskusijo. Dobljene rezultate in grafe komentiraj in izpiši pomembne ugotovitve.

Prostor za rezultate z grafi in diskusijo

Slika 1: Graf vzorca strnjeno

Diskusija

1. *Kaj se dogaja s krivuljo, ki prikazuje koncentracijo vlažnosti zemlje?*
2. *Kaj se dogaja s krivuljo, ki prikazuje koncentracijo relativne vlažnosti zraka?*
3. *Zakaj krivulja, ki prikazuje relativno vlažnost zraka, narašča?*
4. *Kaj se dogaja s krivuljo, ki prikazuje svetlobo v luxih?*

5. *Kolikšna je bila razlika v skupni izgubljeni masi lončkov pred in po koncu končanega eksperimenta?*

6. *Kaj bi se zgodilo, če bi povečali hitrost vetra?*

7. *Katera od spodnjih definicij najbolj opisuje poskus strnjeno oziroma same rastline:*

a) *strnjen gozd*

c) *gozdni rob*

b) *nestrnjen gozd*

d) *mozaično krajino*

2. VZOREC: SAMA PRST

1. *Komoro sestavi po navodilih, ki si jih dobil/a v prvem delu eksperimenta.*

2. *Nariši tabelo, v katero boš zapisoval težo vsakega lončka (16 lončkov) **pred začetkom** poskusa in **po koncu poskusa**.*

Seštej vse mase lončkov ter izračunaj skupno maso lončkov.

Skupna masa lončkov PRED ZAČETKOM EKSPERIMENTA: _____ g.

Skupna masa lončkov PO KONCU EKSPERIMENTA: _____ g.

Rezultati in analiza

2. VZOREC: SAMA PRST

1. Dobljene meritve prenesi z merilne naprave LabQuest 2 na računalnik s pomočjo programa Logger Pro. Grafe preriši iz računalnika, saj ti bodo služili za diskusijo. Dobljene rezultate in grafe komentiraj in izpiši pomembne ugotovitve.

Prostor za rezultate z grafi in diskusijo

Slika 2: Graf vzorca sama prst

DISKUSIJA

1. *Kaj se dogaja s krivuljo, ki prikazuje koncentracijo vlažnosti zemlje?*

2. *Kaj se dogaja s krivuljo, ki prikazuje koncentracijo relativne vlažnosti zraka?*

3. *Zakaj krivulja, ki prikazuje vlažnost zraka, narašča?*

4. *Kaj se dogaja s krivuljo, ki prikazuje svetlobo v luxih?*

5. *Primerjaj grafa vzorca strnjeno (graf 1) ter vzorca sama prst (graf 2). V čem se razlikujeta?*

6. *Zakaj je razlika v teži lončkov v prvem delu eksperimenta (vzorec strnjeno) manjša kot pri vzorcu sama prst?*

7. *Kje v naravi bi našel tak vzorec?(možnih je več odgovorov)*
 - a) travnik
 - b) zapuščeni gozd
 - c) njiva
 - d) puščava

3. VZOREC:

1. *Komoro sestavi po navodilih, ki si jih dobil/a v prvem delu eksperimenta.*
2. *Nariši tabelo, v katero boš zapisoval težo vsakega lončka (16 lončkov) **pred začetkom** poskusa in **po koncu poskusa**.*

Seštej vse mase lončkov ter izračunaj skupno maso lončkov.

Skupna masa lončkov PRED ZAČETKOM EKSPERIMENTA: _____ g.

Skupna masa lončkov PO KONCU EKSPERIMENTA: _____ g

Rezultati in analiza

3. VZOREC:

1. Po končani meritvi shrani datoteko in izklopi svetilko in ventilator. Komoro odpri, da se prezrači. Senzor za merjenje vlažnosti zemlje previdno vzemi ven iz lončka rastline. Lončke z rastlinami ponovno stehtaj ter njihove mase vnesi v tabelo, ki si jo že narisal. Prav tako ponovno izračunaj skupno maso lončkov po eksperimentu. Dobljene meritve prenesi z merilne naprave LabQuest 2 na računalnik s pomočjo programa Logger Pro. Grafe preiši iz računalnika, saj ti bodo služili za diskusijo.

Prostor za rezultate z grafi in diskusijo

Diskusija

1. Kaj se dogaja s krivuljo, ki prikazuje koncentracijo vlažnosti zemlje?
2. Kaj se dogaja s krivuljo, ki prikazuje koncentracijo relativne vlažnosti zraka?
3. Zakaj krivulja, ki prikazuje vlažnost zraka, narašča?
4. Kaj se dogaja s krivuljo, ki prikazuje svetlobo v luxih?

EVAPOTRANSPIRACIJA

2. del

1. V tabelo izpiši skupne mase lončkov pred začetkom poskusa ter po končanem poskusu in izračunaj razliko.

<i>Vzorec</i>	<i>Masa lončkov pred začetkom poskusa</i>	<i>Masa lončkov po končanem poskus</i>	<i>Skupna izgubljena masa lončkov</i>
1. vzorec: STRNJENO			
2. vzorec: SAMA PRST			
3. vzorec:			

2. Primerjajte razlike v teži izgubljene vode. Kaj lahko opazite?

3. Kako vpliva prisotnost rastlin na koncentracijo vlage v zraku?

4. Kaj je evapotranspiracija?

5. Kakšna je vloga vetra pri evapotranspiraciji?

6. Opiši vodni cikel in njegove faze.

7. Do katerega pojava pride, ko relativna vlažnost zraka naraste na 100 %?

8. Ali je v gozdu izhlapevanje ob enaki količini padavin večje ali manjše v primerjavi s travnikom? Obrazloži.

9. Posadil si 3 sadike jagod na vrtu, na katerega skoraj cel dan sije sonce. Kako lahko rastlinam pomagaš, da se ne bodo prehitro posušile?

10. Razmisli, kakšen vpliv bo imel tak poseg na območju goloseka (slika 2) na vlažnost zemlje.



Slika 2: Golosek

13. Ali ti je tovrsten pouk všeč in zakaj?

14. Kaj si se pri izvajanju eksperimenta novega naučil?