

Naslov rada: **PRIMJERI DNEVNOG HODA TEMPERATURE TLA I ZRAKA U OPATIJI**

Učenicke: Tina Zorić (7.r.), Paola Tijan (7.r.), Nina Slavić (7. r.)

Mentorice: Marija Popović, prof., Dragica Rade, prof.

OŠ „Rikard Katalinić Jeretov“ Opatija

1. Istraživačka pitanja/ hipoteze

- Utječu li meteorološki elementi i pojave (oblaci, kiša, vjetar) na promjenu temperature u zraku i tlu?
- Zagrijava li se i tlo od Sunčevog zračenja uslijed gibanja molekula kao i zrak?
- Mijenja li se temperatura tla ovisno o temperaturi zraka?
- Postoji li razlika u temperaturi zraka na 10 cm i 150 cm?

Motiv: Povezivanje GLOBE protokola s procesima u prirodi

Pojam temperature i topline na početku našeg istraživačkog rada nam je bio pomalo nejasan, jer se nismo previše zamarale time. Međutim, kako se naš projekt bazira uglavnom na ovim pojmovima, dobile smo nova saznanja (GLOBE, fizika), pa nam se više ne mogu dogoditi nesporazumi.

Temperatura je fizikalna veličina (mjeri se °C) kojom se izražava toplinsko stanje neke tvari. Ona ovisi o tome koliko unutarnje energije sadrži neko tijelo određene mase i tlaka. Temperatura ne može prelaziti s tijela na tijelo, nego prelazi toplina. Toplina je dio unutarnje energije koja prelazi sa jednog tijela na drugo zbog postojanja razlike temperatura. Toplina se prenosi dodirnom sa toplijeg tijela na hladnije, miješanjem i zračenjem i svaki od medija (zrak, voda, tlo) se zagrijava drugačije.

Tlo je svojevrsan “**pretvarač energije**”, koji EM zračenje sa Sunca pretvara u oblike energije kojima se zagrijava zrak, tlo i vode, koriste je biljke i ostali organizmi. Početkom školske 2009. godine, na prijedlog naših mentorica počele smo rad na ovom projektu. Naime, trebale smo pratiti promjene temperature tla i zraka svakog sata počevši od 8 sati ujutro, do 17 (18) sati navečer. Ovakva mjerenja smo do sada napravile 5 puta tijekom jeseni, zime i proljeća. Sva smo mjerenja radile prema GLOBE protokolu kod naše meteorološke postaje. Mjerile smo temperaturu tla na 5 i 10 cm, temperaturu zraka na 10 i 150 cm (kućica). Istovremeno smo pratile i meteorološke promjene u atmosferi (kišu, maglu, vjetar, oblake). Moramo napomenuti da temperaturu tla na 5 i 10 cm kao i temperaturu zraka, mjerimo svakoga dana prema GLOBE protokolu u lokalno solarno podne.

2. Metode istraživanja

- a) GLOBE protokol za atmosferu i tlo: mjerenje temperature tla na 5 i 10 cm, određivanje naoblake i vrste oblaka, mjerenje pH tla, određivanje tipa i boje tla, određivanje vode u tlu
- b) Mjerenje smjera i brzine vjetra
- c) Tablična i grafička analiza izmjerenih podataka

Pribor i materijal: 2 digitalna termometra za tlo (na 5 i 10 cm), alkoholni termometar za zrak na 10 cm, živin termometar za zrak min-max u kućici, vjetrokaz, anemometar, karta naoblake, pH metar, menzura, čaša, protokol za određivanje tipa tla, katalog za boju tla, destilirana voda, spremnici za zemlju i mikrovalna pećnica.

Kako smo radili: Kod naše atmosferske postaje (*kućice*) postavile smo 2 digitalna termometra za tlo, preciznosti 0,1 °C i očitavali ih svakih sat vremena. Oni su stalno bili ubodeni u tlo i njihov položaj su osiguravali stoperi od gumenog crijeva. Temperaturu zraka na 10 cm smo mjerili alkoholnim termometrom, kojeg smo pričvrstile za ravnalo ubodeno u tlo tako da je spremnik termometra bio udaljen 10 cm od tla. Preciznost ovog termometra je također 0,1 °C.

Nismo imali nikakvu zaštitu kako bismo ga zaštitili od direktnog zračenja Sunca. Jedino što smo mogli učiniti je postaviti kišobran iznad termometra, ali se toga nismo sjetili odmah, već na zadnjem mjerenju kada je bilo kasno. Temperaturu zraka u kućici smo mjerile standardno pomoću min-maks termometra (živin) kojim mjerimo temperaturu svakodnevno. Odredile smo tip, boju, pH tla prema GLOBE protokolu. Vlažnost tla smo određivale jednom tjedno tako da smo zemlju sušile u mikrovalnoj pećnici 12 minuta. Opažene podatke upisivali smo u bilježnicu, a potom unijele u tablice i izradile grafikone. Dobivene rezultate smo proučavale i crtale na računalu, a u diskusijama s našim mentoricama, došle smo do zanimljivih zaključaka.

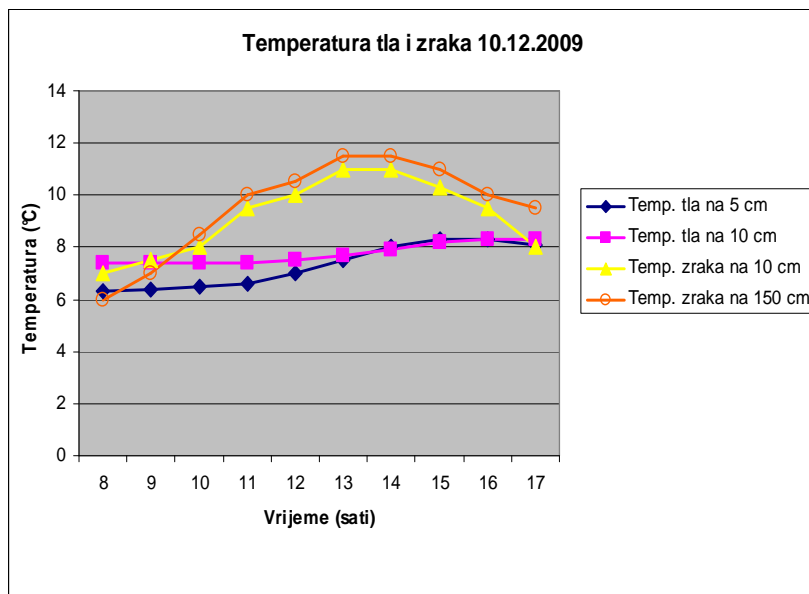
Jedan od GLOBE protokola je mjerenje dnevnog hoda temperature tla tijekom svijetlog dijela dana. Mjeri se svakih sat vremena, a najčešće se odaberu sunčani i mirni dani bez oborina, magle i vjetera. Meteorolozi nazivaju ove dane „neporemećeni“ dani. Obično se odabere po jedan dan u svakom godišnjem dobu. Mi smo s pripremanja za naš projekt krenuli krajem jeseni kada smo imali puno kišnih dana i prava je sreća da smo uspjeli vršiti mjerenja. Ovakav način mjerenja je nama novo iskustvo.

3. Prikaz i analiza podataka

Opis mjernog mjesta i svojstva tla

Naša je mjerna postaja u krugu meteorološke kućice 8 metara udaljena od školske zgrade. Tlo je obraslo travom koja se redovito kosi. U blizini su posađene ruže i lavanda kao i jedno stablo na manjoj udaljenosti. Stablo kao ni škola zgrada ne stvaraju sjenu na kućici. To je dakle ravna površina s vjerojatno umjetnim nasipom nastalim pri gradnji škole. Analizom smo utvrdili **tip tla koji je praškasto-ilovasto, a pH je 7,3. Postotak vlažnosti je bio 15 do 27%, ovisno o tome jeli padala kiša dan prije.**

Mjerenja smo započeli 10.12.2009., a svojstva hoda temperature zraka i tla su predočena grafom 1. i tab.1. Temperature zraka na 10 cm i 150cm su dosta ujednačene što se može vidjeti iz Grafom



1. Na svim mjernim točkama je minimalna temperatura nastupila u 8 sati. Maksimalne temperature su prije nastupile u zraku i bile su nešto više nego u tlu. Promjene temperature u tlu su iznosile oko 1°C, a u zraku oko 5°C. Naime toga dana temperatura zraka u kućici je bila 6°C u 8 sati, pa je narasla na 11,5°C u 13 i 14 sati kada je dostigla maksimum. Potom je počela padati, pa je u 17 sati bila 9,5°C.

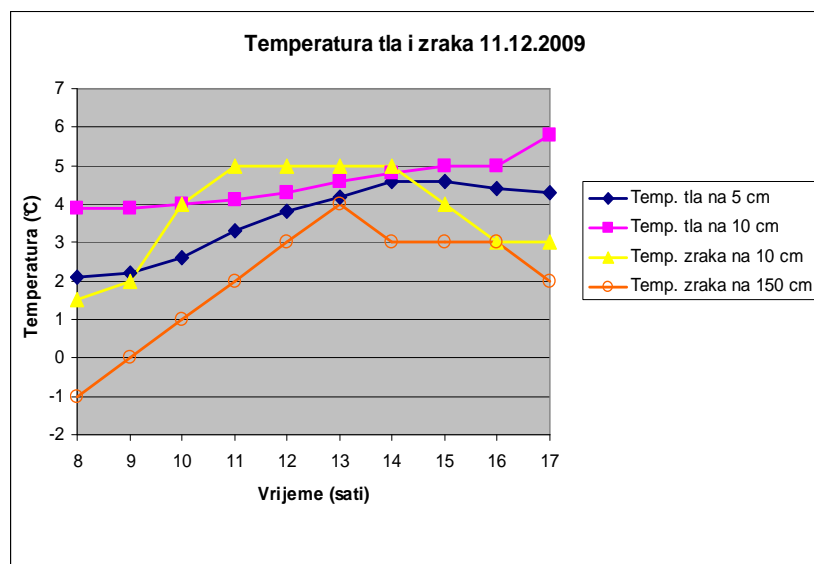
Graf 1: Prikaz hoda temperature tla na 5cm i 10 cm i zraka na 10cm i 150 cm od 8 do 17 sati, 11.12.2009, školska postaja

Na 10cm iznad tla temperatura zraka je bila 7°C u 8 sati, pa je narasla na 8°C u 17 sati. Najviša je bila između 13 i 14 kada smo izmjerile 11°C. U tlu je temperatura u 8 sati bila 6,3 na 5 cm i 7,4 na 10 cm. Maksimum je postignut nakon 15 sati i to nešto više od 8°C na 5 i 10 cm od tla.

Tab.1.: Osnovna obilježja hoda temperature zraka i tla u vremenu od 8 do 17 sati za **10.12.2009.**, školska postaja

	Amplituda °C	Minimalna temperatura, °C	Vrijeme nastupa min. temp. , sat	Maksimalna temperatura, °C	Vrijeme nastupa maks. temp. , sat
Zrak, 150 cm	5,5	6,0	8	11,5	13
Zrak, 10 cm	4,0	7,0	8	11,0	13
Tlo , 5 cm	1,7	6,3	8	8,0	15
Tlo, 10 cm	0,6	7,4	8	8,0	15
Izlaz Sunca IS-zalaz Sunca ZS	IS 07,30 sati - ZS 16,19 sati po lokalnom vremenu Mjerenje od 8:00 sati – 17:00 sati lokalnog vremena				
Opis vremena	Jutro je počelo mirno, bez vjetera i vedro do 10 sati kada su se pojavili oblaci cirusi koji su pokrivali nebo prema našim procjenama oko 30%. Čitav dan je bio bez oborina.				

Slijedećeg dana je temperatura zraka u kućici bila -1°C, pa je rasla do 13 sati na 4°C kada je počela padati zbog pojave slabog sjeverozapadnjaka. Podaci su predočeni u tab. 2 i grafu 2. Na



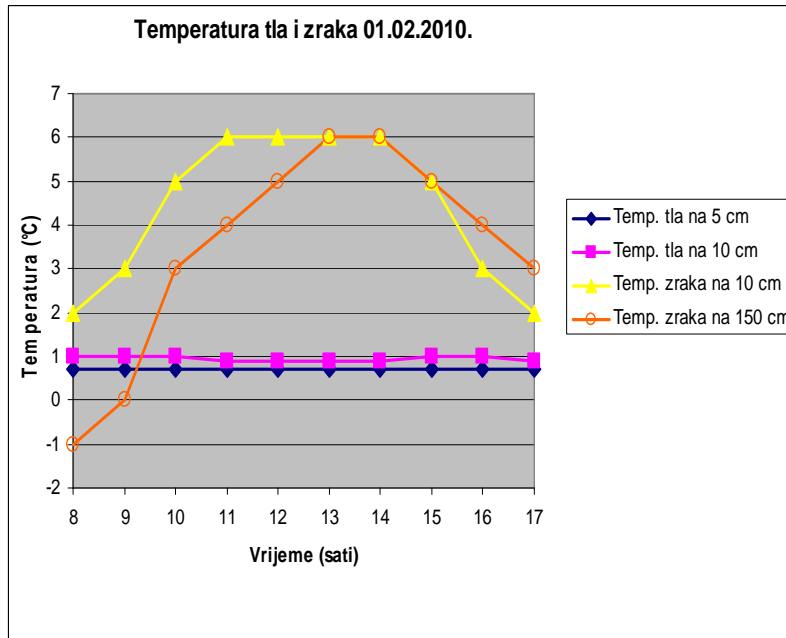
10 cm iznad tla u 8 sati je temperature bila 1,5°C, pa je rasla do 11 sati na 5°C. Ova se temperatura zadržala do 14 sati a potom je počela padati na 3 °C u 17 sati. U tlu je na 10 cm temperature bila uvijek viša od one na 5cm. Tako je na 10 cm temperatura od 3,9°C u 8 sati narasla na 5°C u 17 sati, dok je na 5 cm temperature bila nešto niža i kretala se od 2,1 do maksimalne 4,6 u 14 sati. Ovdje se tlo pojavljuje kao topli medij tj. akumulator topline.

Graf 2. Prikaz hoda temperature tla na 5cm i 10cm, temperature zraka na 10cm i 150cm, **na dan 11.12.2009.**, školska postaja

Tab. 2: Osnovna obilježja hoda temperature zraka i tla u vremenu od 8 sati do 17 sati za **11.12.2009.**, školska postaja

	Amplituda, °C	Minimalna temperatura, °C	Vrijeme nastupa min temp. , sat	Maksimalna temperatura, °C	Vrijeme nastupa maks. temp. , sat
Zrak, 150 cm	5,0	-1	8	4,0	13
Zrak, 10 cm	3,5	1,5	8	5,0	11
Tlo , 5 cm	2,5	2,1	8	4,6	14
Tlo, 10 cm	1,9	3,9	8	5,8	17
Izlaz Sunca IS-zalaz Sunca ZS	IS 07,31 sati- ZS 16,19 sati , lokalno vrijeme Mjerenje 8:00 sati – 17:00 sati lokalnog vremena				
Opis vremena	Toga dana je temperatura znatno pala te nam je stoga bilo zanimljivo mjeriti dan za danom. Moramo priznati kako smo očekivali nešto zanimljivo. Dan je u jutarnjim satima bio miran i bez vjetera do 14 sati				

kada se pojavio sjeverozapadnjak 1,3 km /h. Međutim to je trajalo vrlo kratko jer na slijedećem mjerenju nismo više primijetile vjetar, i tako je bilo do 17 sati kada smo prekinuli s mjerenjem. Oblaci stratusi su pokrivali nebo od ujutro do navečer, po procjeni oko 50%.



Mjerenja smo nastavili tek u veljači. Podaci su predočeni tab. 3 i grafom 3. Tada je u kućici izmjerena temperatura zraka bila od -1°C u 8 sati, do 6°C u 13 i 14 sati. Na 10 cm iznad tla temperatura je bila od 2°C u 8 sati, do maksimalnih 6°C u 13 i 14 sati. Ovdje primjećujemo nešto višu temperaturu zraka uz tlo (na 10cm) nego na 150 cm. To je zbog toga što je cijeli dan bilo vedro pa se tlo zagrijava od Sunčeve energije i grije se i sloj zraka uz tlo, pa je potrebno više vremena da se miješanjem toplina prenese na veću visinu 150cm. Zanimljivo je da je u tlu, na obje dubine, temperatura tijekom

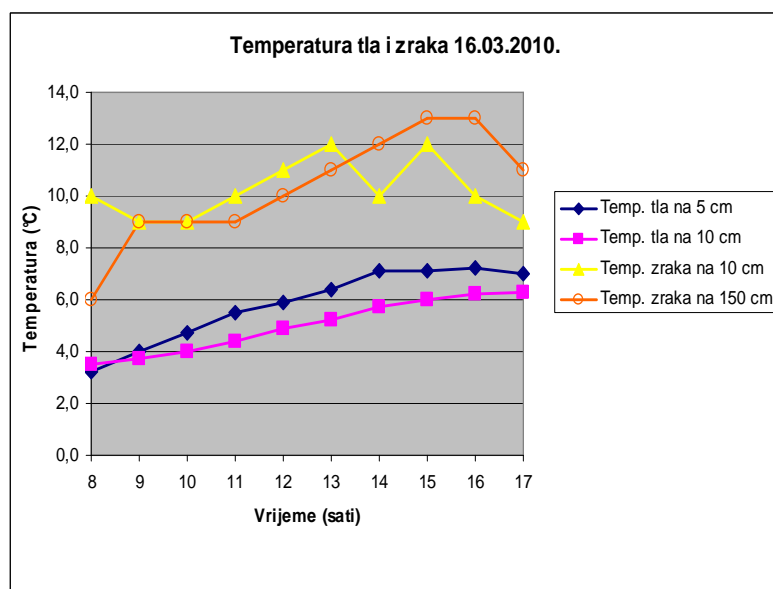
čitavog vremena mjerenja bila gotovo konstantna.

Graf 3. Prikaz hoda temperature tla na 5cm i 10 cm, i temperature zraka na 10cm i 150 cm na dan **01.02. 2010**, školska postaja

Tab. 3: Osnovna obilježja hoda temperature zraka i tla u vremenu od 8 sati do 17 sati za **01. 02. 2010.**, školska postaja

	Amplituda, °C	Minimalna temperatura, °C	Vrijeme nastupa min temp., sat	Maks. temp., °C	Vrijeme nastupa maksimalne temp., sat
Zrak, 150 cm	7,0	-1	8	6,0	13
Zrak, 10 cm	4,0	2,0	8	6,0	11
Tlo , 5 cm	0,0	0,7	Od 8 do 17 sati	0,7	Od 8 do 17 sati
Tlo, 10 cm	0,1	0,9	11	1,0	15
Izlaz Sunca IS- zalaz Sunca ZS	IS 07,23 sati- ZS 17,09 sati, lokalno vrijeme Mjerenje 8:00 sati – 17:00 sati lokalnog vremena				
Opis vremena	Ovako niske temperature tla tumačimo smrzavanjem tla tijekom noći (dan prije je padala kiša pa se je voda u tlu zaledila) koje se nije moglo zagrijati zbog vjetra i niske temperature zraka. Puhala bura od 5 km/ sat u jutarnjim satima. Nebo je bilo vedro s malo naoblake.				

Nekoliko dana prije astronomskog početka proljeća smo ponovno mjerili hod temperatura tla i zraka. U kućici smo u 8 sati izmjerile 6°C, a na 10 cm iznad tla temperature zraka je bila 10°C



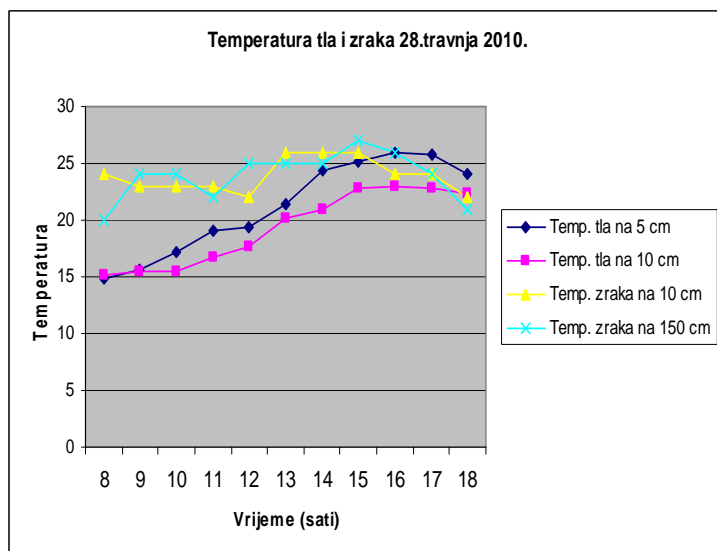
Maksimum je u kućici dostigla u 15 i 16 sati kada smo bilježile 13°C, a na 10 cm iznad tla najvišu temperature od 12°C bilježimo u 15 sati. Povećanje temperature zraka tek u 15 i 16 sati tumačimo činjenicom da su oblaci koji su se pojavili prije toga zadržali dio toplinskog zračenja od Sunca. U tlu su se temperature pratile na 5 i 10 cm i bile su oko 3 u 8 sati, da bi do 18 sati porasle na 7 i 6°C. dubine. Sažeto su osnovne značajke promjene temperature predočene u tab. 4

Graf 4. Prikaz hoda temperature tla na 5cm i 10 cm i temperature zraka na 10 cm i 150 cm, na dan **16. 03. 2010.**, školska postaja

Tab. 4: Osnovna obilježja hoda temperature zraka i tla u vremenu od 8 sati do 17 sati za **16. 03. 2010.**, školska postaja

	Amplituda, °C	Minimalna temperatura, °C	Vrijeme nastupa min temp. , sat	Maksimalna temperatura, °C	Vrijeme nastupa maks. temp, sat
Zrak, 150 cm	7,0	6,0	8	13,0	15
Zrak, 10 cm	5,0	7,0	18	12,0	13
Tlo , 5 cm	4,0	3,2	8	7,2	16
Tlo, 10 cm	2,8	3,5	8	6,3	17
Izlaz Sunca IS- zalaz Sunca ZS	IS 06,13 sati - ZS 18,09 sati lokalno vrijeme Mjereno od 8:00 sati – 18:00 sati lokalnog vremena				
Opis vremena	Toga dana je vrijeme bilo mirno, osim slabog sjeverozapadnjaka koji se pojavio nakratko oko 14 sati. Početak dana je bio sunčan pa smo bili sretni jer smo očekivali prave vrijednosti i pravi protok topline iz atmosfere u tlo i obratno. U dijelu dana kad je trebalo doći najviše sunčevog zračenja pojavili su se oblaci (cumulusi) i do 80% prema našim procjenama, a pri kraju dana opet je bilo vedro.				

Krajem travnja smo očekivale više temperature i veće promjene u tlu i zraku. Kada smo došli u školu odmah smo se složili da je dan pravi za naša praćenja, jer je započeo baš onako kao što meteorolozi kažu “neporemećeno”. Na kraju dana smo potvrdili samo djelomično onu narodnu “da se po jutru dan poznaje”. Temperatura zraka u kućici se mijenjala od 20°C u 8 sati ujutro, do maksimalno 27°C u 15 sati, a onda se smanjila na 21°C na kraju dana. Na 10 cm iznad zemlje temperatura je bila isto visoka, ali ujednačenija od prethodne i mijenjala se samo za 2 stupnja, od 24 do 26°C.



U tlu su temperature bile slične vrijednosti. Na 5 cm dubine najviša je temperature bila oko 15 sati i iznosila je 25 °C. Na 10 cm dubine smo imali najvišu temperature od 22,9 °C od 15 sati do kraja našeg mjernog dana. Iznenadile smo se da su amplitude u tlu bile veće nego u zraku.

Graf. 5. Prikaz hoda temperature tla na 5cm i 10 cm i temperature zraka na 10 cm i 150 cm dan **28. 04. 2010.**, školska postaja

Tab. 5: Osnovna obilježja hoda temperature zraka i tla u vremenu od 8 sati do 17 sati za . **28. 04. 2010.**, školska postaja

	Amplituda, °C	Minimalna temperatura, °C	Vrijeme nastupa min temp. , sat	Maksimalna temperatura, °C	Vrijeme nastupa maks.temp. , sat
Zrak, 150 cm	7,0	20,0	8	27,0	15
Zrak, 10 cm	4,0	22,0	12	26,0	13
Tlo , 5 cm	11,0	14,8	8	25,8	17
Tlo, 10 cm	7,8	15,1	8	22,9	16
Izlaz Sunca IS- zalaz Sunca ZS	IS 05,56 sati-ZS 20,04 sati po lokalnom ljetnom vremenu Mjereno 8:00 sati – 18:00 sati lokalnog vremena				
Opis vremena	Bilo je toplo kao na početku ljeta, imali smo naoblaku od raspršenih, do po našoj procjeni 50% cumulusa. Na mahove bi se pojavio i slab sjeverozapadnjak.				

4. Zaključci

Naše zaključke ćemo iznijeti prema rezultatima koje smo dobili. Jasno nam je da imamo malo podataka i da nismo odabrale baš sve “prave i neporemećene” dane za naša mjerenja. Međutim, ova je godina bila čudna i kiše je bilo puno pa nam sve to skupa nije polazilo za rukom. U buduću ćemo također produbiti ovaj projekt, jer ćemo imati i više iskustva. Začudili smo se koliko se vrijednosti mijenjaju tijekom dana, tj. iz sata u sat. Kada svakodnevno sakupljamo podatke u određeno vrijeme, obično ne razmišljamo o onome što je bilo prije, i što će biti kasnije. Svakako da su podaci sakupljeni na ovaj način (satne vrijednosti tijekom svijetlog dijela dana) potpuniji za donošenje zaključaka. Istina je da smo se i naradili, i da nije lako ostajati čitav dan u školi i pratiti svaki sat promjene temperature, ali, mi smo htjeli nešto više.

- **Temperaturni maksimum brže postiže zrak u odnosu na tlo.**
- **Satna promjena temperature je manja u dubljim slojevima tla (10 cm).**
- **Vidljiv je utjecaj vjetra na temperaturu zraka u višim slojevima (kućica).**
- **Oblaci kao termički regulatori utječu na prijenos zračenja atmosfera-tlo.**
- **Temperatura zraka se mijenja brže i u većem rasponu od temperature tla jer je tlo veći akumulator energije.**

5. Izvori znanja

Internet: www.meteo.hr

Marina Grčić., GLOBE seminar , Karlovac 7. – 8. ožujka 2008. Atmosferski protokoli