

Predmetna stopnja

14-16



komplet izobraževalnih virov

# URBANA ŽARIŠČA

Vodnik za učitelje in delovni listi za dijake



Pregled	stran 3
Povzetek dejavnosti	stran 4
Podnebje iz veselja	stran 6
Vedno bolj vroča mesta: osnovne informacije	stran 7
Dejavnost 1: URBANA ŽARIŠČA	stran 8
Dejavnost 2: SEVANJE IN TEMPERATURA	stran 10
Dejavnost 3: MESTO IN PODEŽELJE	stran 12
Delovni list 1	stran 15
Delovni list 2	stran 16
Delovni list 3	stran 18
List z informacijami 1	stran 20
List z informacijami 2	stran 22
Povezave	stran 22

izobraževalni paket virov glede pobude o podnebnih spremembah – URBANA ŽARIŠČA  
<https://climate.esa.int/en/educate/>

Koncepte dejavnosti so razvili v Univerzi v Twenteju (NZ) in v Nacionalnem centru za opazovanje Zemlje (ZK)

Pri ESA smo veseli vseh povratnih informacij in komentarjev  
<https://climate.esa.int/helpdesk/>

Pripravila pisarna ESA za podnebje  
Vse pravice pridržane @ Evropska vesoljska agencija 2020–2021

## URBANA ŽARIŠČA

### Pregled

**Predmeti:** geografija, naravoslovje, fizika, poznavanje Zemlje

**Starostni razpon:** 14–16 let

**Tip:** branje, matematično raziskovanje, spletno raziskovanje

**Zahtevnost:** srednja do visoka

**Minimalni potreben čas:** 4 ure

**Cena:** nizka (5–20 evrov)

**Lokacija:** zaprti prostor

**Vključuje uporabo:** interneta, programske opreme za preglednice

**Ključne besede:** elektromagnetna energija, črno telo, največje sevanje, emisivnost, satelitsko opazovanje, temperatura zemeljske površine, svetilnostna temperatura, vročinski val, mestni toplotni otok, urbanistično načrtovanje

### Kratek opis

V tem sklopu dejavnosti se bodo dijaki naučili, kako pozidano okolje vodi do učinka mestnega toplotnega otoka in kako je mogoče uporabiti opazovanje Zemlje za njegovo spremljanje ter pomoč pri zmanjšanju.

V prvi dejavnosti raziščejo vizualne podatke o temperaturi za mesto in z njimi prepoznajo nekatere vzroke za nastanek mestnih toplotnih otokov.

Druga dejavnost predstavlja načela, ki temeljijo na merjenju temperature površine tal; lahko jih uporabimo za izračun učinka uporabe različnih materialov v mestih.

V zaključni dejavnosti dijaki s spletno aplikacijo Climate from Space in prenesenimi podatki primerjajo temperature in trende v mestnem in podeželskem okolju.

### Učni cilji

**Dijaki bodo po izvedenih dejavnostih lahko:**

Opisali učinek mestnega toplotnega otoka in našli nekatere njegove posledice.

Določili vidike pozidanega okolja, ki povečujejo in zmanjšujejo učinek mestnega toplotnega otoka.

Povezali obnašanje teh vidikov s fiziko prenosa toplote.

Opravili izračune, da prikažejo, kako je mogoče meritve toplotnega sevanja pretvoriti v vrednosti temperature.

Povezali vrednosti emisivnosti različnih materialov, ki se uporabljajo v mestih, s svetilnostnimi temperaturami.

Analizirali in predstavili podatke iz velikega niza podatkov s pomočjo preglednice.

Ustvarili poročilo za povzetek in razlago zaključkov iz analiziranih podatkov.

## Povzetek dejavnosti

	Naslov	Opis	Cilj	Predhodne priprave	Čas
1	Urbana žarišča	Branje in analiza slike	Opis učinka mestnega toplotnega otoka in naštevane nekaterih njegovih posledic. Določitev vidikov grajenega okolja, ki povečujejo in zmanjšujejo učinek mestnega toplotnega otoka. Povezovanje delovanja teh vidikov s fiziko prenosa toplote.	Prenos toplote s prevodnostjo, konvekcijo in sevanjem	1,5 ure
2	Sevanje in temperatura	Izračuni na podlagi enačb za sevanje črnega telesa (s pomočjo preglednice)	Izvedba izračunov za prikaz, kako je mogoče meritve toplotnega sevanja pretvoriti v vrednosti temperature. Vrednosti emisivnosti različnih materialov, ki se uporabljajo v mestih, povezati s svetilnostnimi temperaturami.	Območja elektromagnetnega spektra, izračuni s standardnim obrazcem, predpone SI	1 ura
3	Mesto in podeželje	Analiza numeričnih podatkov s pomočjo preglednice	Analizira in predstavi podatke iz velikega niza podatkov s pomočjo preglednice. Priprava poročila za povzetek in razlage zaključkov iz analiziranih podatkov.	Dejavnost 1	1,5 ure

Razpoložljiv čas je namenjen glavnim vajam, če je na voljo popolni dostop do informacijskih tehnologij in/ali porazdelitve ponavljajočih se izračunov in risb za cel razred. Vključujejo čas za izmenjavo rezultatov, ne pa tudi za njihovo predstavitev, saj se ta razlikuje glede na velikost razreda in skupin. Drugačni pristopi lahko trajajo dlje.

## Praktične opombe za učitelje

**Potreben material** za vsako dejavnost je naveden na začetku ustreznega razdelka, skupaj z opombami glede priprav, ki so potrebne poleg kopiranja delovnih listov in listov z informacijami.

**Delovni listi** so namenjeni za enkratno uporabo in jih je mogoče kopirati črno-belo.

**Listi z informacijami** lahko vsebujejo večje slike, ki jih lahko dodate svojim predstavitvam v razredu, dodatne informacije za dijake ali podatke, s katerimi lahko delajo.

Te vire je najbolje natisniti ali kopirati barvno, vendar jih je mogoče ponovno uporabiti.

Vse **dodatne preglednice, nabore podatkov ali dokumente**, potrebne za dejavnost, lahko prenesete na povezavi do tega kompleta: <https://climate.esa.int/educate/climate-for-schools/>

Ideje za **dodatno učenje** in predlogi za **diferenciacijo** so vključeni na ustreznih mestih v opisu vsake dejavnosti.

V pomoč pri **ocenjevanju** so odgovori in rezultati primerov vključeni na delovnem listu za praktične dejavnosti. Možnosti za uporabo lokalnih meril za ocenjevanje temeljnih veščin, kot sta komunikacija ali obdelava podatkov, so navedene v ustreznem delu opisa dejavnosti.

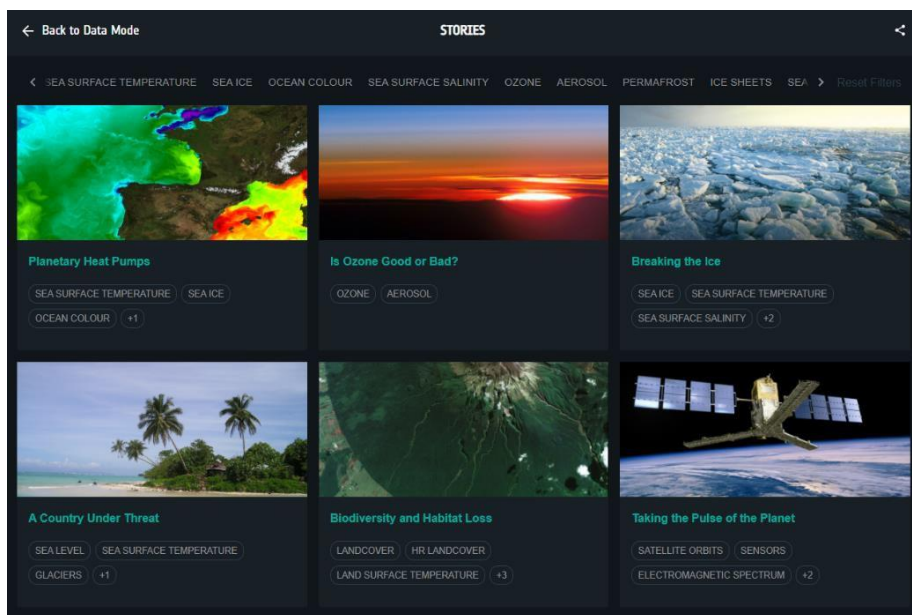
### Varnost in zdravje

Pri vseh dejavnostih predvidevamo, da boste še naprej upoštevali svoje običajne postopke glede uporabe splošne opreme (vključno z električnimi napravami, kot so računalniki), gibanja v učnem okolju, padcev in razlitij, prve pomoči itd. Ker je potreba po tem univerzalna, a se podrobnosti glede njihovega izvajanja precej razlikujejo, jih nismo vsakič razčlenili. Namesto tega smo poudarili nevarnosti, do katerih lahko pride pri določeni praktični dejavnosti, da zagotovimo informacije za vašo oceno tveganja.

Nekatere od teh dejavnosti uporabljajo spletno aplikacijo Podnebje iz vesolja (Climate from Space) ali druga interaktivna spletna mesta. Od teh lahko se lahko premaknete do drugih delov spletnega mesta ESA Climate Change Initiative ali do organizacije gostiteljice in nadaljujete do zunanjih spletnih mest. Če ne morete – ali ne želite – omejiti strani, ki si jih dijaki lahko ogledajo, jih opomnite na vašo lokalna internetna varnostna pravila.

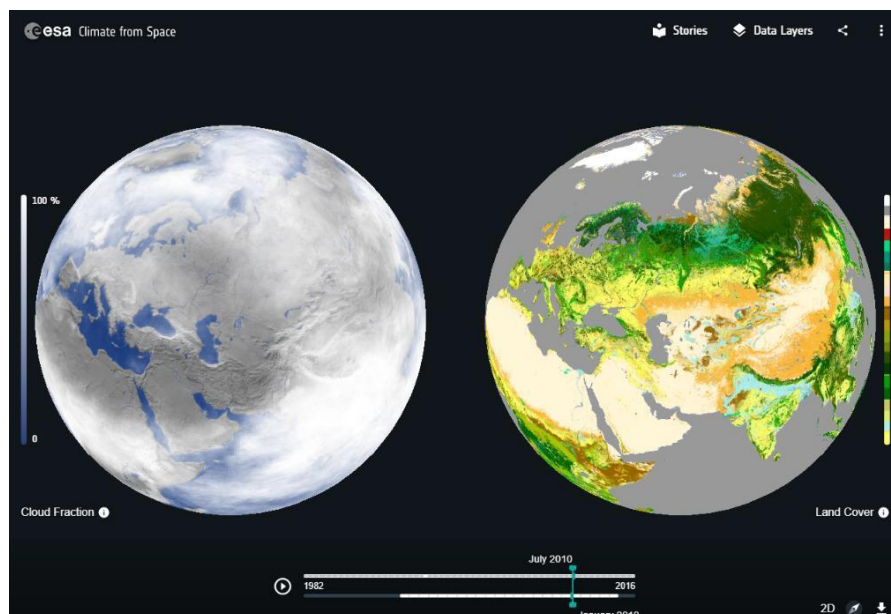
## Podnebje iz vesolja

Sateliti ESA igrajo pomembno vlogo pri spremljanju podnebnih sprememb. Aplikacija Climate from Space ([cfs.climate.esa.int](https://cfs.climate.esa.int)) je spletni vir, ki uporablja ilustrirane zgodbe za povzemanje nekaterih sprememb našega planeta in poudarjanje dela znanstvenikov ESA.



Slika 1: Zgodbe v spletni aplikaciji Climate from Space (Vir: ESA CCI)

Program pobude ESA za podnebne spremembe vsebuje zanesljive globalne zapise o nekaterih ključnih vidikih podnebja, ki so znani kot bistvene podnebne spremenljivke (essential climate variables – ECV). Spletna aplikacija Climate from Space omogoča dostop do več podatkov o vplivih podnebnih sprememb, kjer lahko te podatke raziščete sami.



Slika 2: Primerjava oblakov in pokritosti tal v spletni aplikaciji Climate from Space (vir: ESA CCI)

## Vedno bolj vroča mesta: osnovne informacije

Učinek mestnega toplotnega otoka je pojav, zaradi katerega so temperature v mestih pogosto višje od tistih v okoliških podeželskih območjih. Ta učinek se poveča med vročinskimi valovi, saj imajo materiali, uporabljeni za gradnjo, visoko toplotno kapaciteto, kar omejuje hlajenje ponoči.

Naraščajoče mestno prebivalstvo in učinki podnebnih sprememb pomenijo, da bo to v prihodnjih desetletjih prizadelo čedalje več ljudi.

V nekaterih mestih veliko ljudi uporablja klimatsko napravo za znižanje notranje temperature – to je rešitev, ki je ni le nemogoče izvesti na prostem, temveč težavo še poslabša z uporabo energije, katere velik del še vedno pridobivamo iz fosilnih goriv. Trajnostno upravljanje temperature v mestu se opira na bolj pasivne rešitve, ki upoštevajo toplotno kapaciteto in površinske lastnosti uporabljenih materialov, arhitekturne strukture, ki krepijo naravno kroženje hladnejšega zraka, in urbanistično načrtovanje, ki pomaga zmanjšati emisije.

Povečanje odpornosti na podnebne spremembe lahko vključuje iskanje načinov za ponovno uvedbo rastlin v urbano okolje. En primer tega so zelene strehe, ki se uvajajo v Arnhemu na Nizozemskem. Drugi pristop, ki so ga preizkusili v Los Angelesu, je barvanje temnih asfaltnih cest s plastjo svetlejšega materiala. To je privedlo do lokalnega znižanja temperature za 5 °C in modeliranje kaže, da bi lahko z uporabo v velikem obsegu znižali temperaturo celotnega mesta za 1 °C. Temperatura se zniža zato, ker temne barve absorbirajo sevanje, medtem ko svetle odbijajo energijo.

Mestni toplotni otoki in posamezna območja znotraj njih jasno izstopajo na satelitskih slikah temperature kopenske površine. Te prikazujejo veliko podrobnejše podatke o temperaturi, kot bi jih bilo mogoče zbrati samo s površinskimi meritvami. Opazovanje Zemlje je torej zelo uporabno za analizo in načrtovanje.

Dejavnosti v tem sklopu se osredotočajo na načine zbiranja podatkov zbirajo in kako dokazujemo učinek toplotnega otoka. Dijaki z raziskovanjem podatkov v vizualnih in numeričnih oblikah spoznajo, kako se nivoji toplotnega sevanja pretvorijo v temperaturne podatke. Te je mogoče uporabiti za spremljanje mestne toplote za podporo gradnji mest, ki so prilagojena podnebnju. To sicer zahteva upoštevanje sevanja črnega telesa in čeprav bo ta koncept verjetno del naprednejšega učnega načrta, so ključne točke za izvedbo opisane na listu z informacijami 2 in jih ni težko razumeti. Potrebni matematični izračuni so zahtevnejši, zato si lahko dijaki pomagajo s priloženo preglednico.



## Dejavnost 1: URBANA ŽARIŠČA

Dejavnost predstavlja učinek mestnih toplotnih otokov in upošteva morebiten vpliv v vedno toplejšem svetu, ki postaja čedalje bolj urbaniziran. Dijaki raziščejo toplotno karto mesta in svoje ugotovitve uporabijo pri ustvarjanju hipotetične toplotne karte lokalnega urbanega okolja. Nekateri oziroma vse te dejavnosti lahko uporabite kot domačo nalogo.

### Oprema:

- list z informacijami 1 (2 strani, druga stran je izbirna (glejte 3. korak))
- delovni list 1
- dostop do spleta
- zemljevidi z orisom lokalnega mestnega območja (izbirno)
- programska oprema za obdelavo slik ali barvice
- veliki listi papirja (izbirno – glejte 5. korak)
- spletna aplikacija Climate from Space: Zgodba *Urbana žarišča* (izbirno)

### Priprava

Če bodo dijaki opravili korak 5 na papirju, boste morali natisniti zemljevide z orisom lokalnega mestnega območja. Če je mogoče, pred tiskanjem zmanjšajte saturacijo, da odstranite barvne bloke in pustite sive obrise.

### Vaja

1. Predstavite temo tako, da dijaki povedo svoje osebne izkušnje z vročinskimi valovi in kako okolica vpliva na na doživljanje vročine – morda se lahko sklicujejo na to, kam gredo na počitnice, na določene zgradbe ali določene dele lokalnega urbanega okolja.
2. Dijaki naj preberejo list z informacijami 1.1 in s partnerjem navedejo eno stvar, ki so se jo naučili iz zgodbe, in eno vprašanje, ki ga želijo vprašati.  
Če to počnete pri pouku, lahko besedilo dopolnite z gradivom iz spletne aplikacije Climate from Space – *Urbana vročina*.
3. Dijaki naj obdelajo vprašanja 1–4 na delovnem listu 1. Uporabijo lahko elektronsko kopijo toplotnega zemljevida Madrida, če želite zmanjšati količino potrebnega barvnega kopiranja. Sliko lahko prenesete s [https://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Images/2008/07/AHS-observed\\_relative\\_temperatures\\_of\\_Madrid\\_Spain#.X9ouo5WBoXk.link](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2008/07/AHS-observed_relative_temperatures_of_Madrid_Spain#.X9ouo5WBoXk.link)
4. Pogovorite se o odgovorih na vprašanja z delovnega lista in o vseh vprašanjih, ki so jih dijaki označili med branjem lista z informacijami in na katera med izvajanjem dejavnosti niso odgovorili.
5. Izzovite jih, da izdelajo teoretični toplotni zemljevid lokalnega mestnega območja. To lahko storijo tako, da posnetku zaslona spletnega zemljevida dodajo plasti ali barvne bloke ali pa pobarvajo zemljevid na papirju.
6. korak na delovnem listu od dijakov zahteva, da označijo svoj zemljevid. To lahko storijo z uporabo besedilnih polj, nalepk ali samolepilnih listkov. Če zemljevid postavite na sredino večjega papirja ali platna/publikacije, ki ima besedilo ob robu, lahko zagotovite jasnejšo predstavitev.



6. Dijaki lahko razpravljajo in medsebojno ocenjujejo svoje zemljevide v obliki pogovorne vaje ali v naslednji nalogi, če je ta del dejavnosti uporabljen za domačo nalogo.

## Odgovori za delovne liste

Podrobnosti, ki jih navedejo dijaki, bodo odvisne od predznanja, ki ga imajo pred nalogo, zato njihovi odgovori morda ne bodo vključevali vseh spodnjih točk ali/in drugih veljavnih povezav.

1. Ceste so narejene iz betona ali asfalta, ki je temen, zato dobro absorbira toploto in jo ponoči oddaja. Ima tudi večjo toplotno kapaciteto kot zrak, zato shrani veliko toplote. Trenje med cesto in pnevmatikami vozil, ki vozijo po njej, ustvari dodatno toploto, ki jo cesta shrani.
2. Bela streha tribun slabo absorbira toploto. Odprta postavitve stadiona pomeni, da vroč zrak ni ujet v njem, ampak se lahko s konvekcijo dvigne. Če tistega dne ni bilo tekme, bo na stadionu malo ljudi. Tudi človeško telo v mirovanju energijo oddaja s približno vrednostjo 100 W.
3. V okolici so različni parki in igrišča, a eden najbolj osupljivih kontrastov je krožišče na Plaza de la Republica Argentina.
4. Stavbe so razporejene okoli več dvorišč – arhitekturne značilnosti, ki se že od antičnih časov v veliki meri uporablja v vročih podnebnih zaradi sence, ki jo zagotavljajo, in pasivnega hladilnega učinka, ki ga ustvarjajo. Strešna kritina je bolj blede od strešnikov, ki se uporabljajo v številnih okoliških stavbah. Dijaki lahko tudi izpostavijo, da klimatske naprave, ki so morda delovale podnevi, ne bodo dodajale toplote okolici, saj slika prikazuje polnoč.

Odgovori na preostala vprašanja bodo različni.

## Dejavnost 2: SEVANJE IN TEMPERATURA

Dejavnost prikaže, kako lahko zaznavanje toplotnega sevanja uporabimo za temperatur površin z upoštevanjem značilnosti črnega telesa. Dijaki spoznajo ustrezne enačbe in uporabijo tabelo za izračun.

### Oprema:

- list z informacijami 2
- delovni list 2 (2 strani)
- kalkulator
- preglednica dejavnosti 2 – Urbana žarišča

### Priprava

Prenesete lahko preglednico dejavnosti 2 – Urbana žarišča s spletne strani ESA Climate for Schools (<https://climate.esa.int/educate/climate-for-schools/>), in sicer na mesto, kjer imajo vaši dijaki dostop brez povezave s spletom.

Dijaki bodo morda potrebovali tudi dostop do diagrama, ki prikazuje področja elektromagnetnega spektra, če se ta vaja ne izvaja kot del sorodne teme. (Glejte na primer paket virov za dodatno izobraževanje *Zaznavanje utripa planeta* (razredna stopnja), ki je na voljo na zgornjem spletnem naslovu.)

### Vaja

1. Dijaki naj naštejejo metode in naprave, ki se uporabljajo za merjenje temperature. Pogovor lahko razširite tako, da vključite prednosti in slabosti vsake od njih. Nadaljujte z razmislekom, katere naprave bi lahko uporabili za daljinsko zaznavanje temperature – na primer, termočleni ali drugi elektronski termometri se lahko priključijo na oddajnik za posredovanje podatkov. Pojasnite, da bodo izvedeli več o delovanju termalnih kamer in opravili nekaj izračunov, ki predstavljajo osnovo njihovega delovanja.
2. Dijaki lahko samo preberejo list z informacijami in dokončajo izračune na delovnem listu s pomočjo preglednice. Vendar so enačbe precej zahtevne, zato bi bilo bolje, da preberete del lista z informacijami, opravite povezane izračune in preverite odgovore, preden preidete na naslednji razdelek. Tako lahko preverite razumevanje in po potrebi ponudite podporo.
3. Dijaki lahko združijo svoje pridobljeno znanje iz dejavnosti z zemljevidi, ki so jih izdelali na koncu dejavnosti 1, da predlagajo posebne spremembe, ki bi jih lahko izvedli na preučevanem območju za zmanjšanje učinka mestnega toplotnega otoka.

## Odgovori za delovne liste

1. 2. Dijaki se morda zavedajo podrazdelitev infrardečega dela spektra, ki se uporablja pri opazovanju Zemlje in daljinskem zaznavanju. Če želite, lahko to področje tudi predstavite. (NIR = bližnji infrardeči; SWIR = kratkovalovni infrardeči.)

	Temperatura		Največja valovna dolžina		Območje elektromagn. spektra
	/K	/°C	/m		
Sonce	5795	5522	$5,00 \times 10^{-7}$	500 nm	vidno (zeleno)
staljeno steklo	1700	1427	$1,70 \times 10^{-6}$	1,70 $\mu\text{m}$	infrardeče (NIR)
lava	1500	1227	$1,93 \times 10^{-6}$	1,93 $\mu\text{m}$	infrardeče (SWIR)
vroč beton	333	60	$8,70 \times 10^{-6}$	8,70 $\mu\text{m}$	infrardeče (toplotno)
Zemlja (povprečje)	300	27	$9,66 \times 10^{-6}$	9,66 $\mu\text{m}$	infrardeče (toplotno)
hladen beton	283	10	$1,02 \times 10^{-5}$	10,2 $\mu\text{m}$	infrardeče (toplotno)
Zemlja (najhladn. doslej)	184	-89	$1,57 \times 10^{-5}$	15,7 $\mu\text{m}$	infrardeče (toplotno)

3. a.  $1,50 \times 10^7 \text{ W sr}^{-1}\text{m}^{-3}$       b.  $9,65 \times 10^6 \text{ W sr}^{-1}\text{m}^{-3}$       c.  $7,38 \times 10^6 \text{ W sr}^{-1}\text{m}^{-3}$

4.

Površina	Emisivnost	Svetilnostna temperatura/K pri 10,85 $\mu\text{m}$ in 27 °C
Voda	0,99	23,1
Grob beton	0,94	22,3
Asfalt	0,93	22,1
Hrastova drevesa	0,885	21,4

5. Drevesa imajo nižjo svetilnostno temperaturo, kar pomeni, da njihova površina oddaja manj energije v ozračje, zato zraka okoli sebe ne segrejejo v enaki meri kot voda, beton ali asfalt.

Zagotavljajo tudi senco, ki bo preprečila, da bi tla pod njimi absorbirala sončno energijo in tako zmanjšajo energijo, ki jo tla oddajajo.

S transpiracijo pošiljajo vodo v ozračje, energijo za izhlapevanje na površini listov pa črpajo iz ozračja in znižujejo njegovo temperaturo.

## Dejavnost 3: MESTO IN PODEŽELJE

V tej dejavnosti dijaki uporabijo spletno aplikacijo Climate from Space, da določijo vrste pokritosti tal, ki so povezane s kontrastnimi lokacijami, in analizirajo prenesene podatke o temperaturah. Svoje znanje o temi utrdijo s pripravo poročila, ki vključuje njihove ugotovitve in podatke o značilnostih sevanja različnih površin.

### Oprema:

- dostop do spleta
- spletna aplikacija Climate from Space
- delovni list 3 (2 strani)
- preglednica dejavnosti 3: Urbana žarišča
- programska oprema za preglednice in obdelavo besedil

### Priprava

Prenesete lahko preglednico dejavnosti 3 *Planetarne toplotne črpalke* na spletni strani ESA Climate for Schools (<https://climate.esa.int/educate/climate-for-schools/>), in sicer na mesto, kjer imajo vaši dijaki dostop brez povezave s spletom.

### Vaja

1. Dijake opomnite, da so si ogledali, kako iz vesolja merimo temperaturo površine na Zemlji in kako se spreminja v mestu, vendar do zdaj niso upoštevali dokazov za učinek mestnega toplotnega otoka. To bodo storili v tej vaji s primerjavo podatkov za urbano in podeželsko območje.
2. Dijaki naj sledijo navodilom in odgovorijo na vprašanja v delovnem listu 3. Morda bodo potrebovali dodatno pomoč na naslednjih področjih:
  - Ključ za pokritost tal v aplikaciji Climate from Space je precej podroben. Spodbudite jih k iskanju širših kategorij: mestna območja so rdeča, gole skale in redka vegetacija so svetle barve, gozdovi in gozdnata območja so odtenki zelene, druge vrste vegetacije so prikazane v rumeni itd.
  - Nekateri dijaki bodo morda potrebovali pomoč pri določanju ustreznega grafa za risanje. Morda bo koristno pripraviti sestavljene oznake za x-os kot v primeru.
  - Najhitrejši način za določitev povprečnih temperatur za vsak mesec za vprašanje 4 je uporaba funkcije SUMIF.
3. Dijake, ki delajo hitro, lahko prosite, naj naredijo eno ali več od naslednjih nalog:
  - Primerjajte temperaturni trend pozimi in poleti za vsako lokacijo (recimo januar in julij). Se spreminjajo na enak način kot celoletni trend? Če ne, kakšne razlike so prikazane?
  - Dijaki z boljšim poznavanjem statistike lahko tudi količinsko opredelijo variacije na vsaki lokaciji – bodisi v celotnem obdobju bodisi za določene čase.  
– in upoštevajte, kako dobro dokazi podpirajo trende, ki so jih opisali.

- Dijaki si lahko ogledajo tudi druge podatkovne plasti v spletni aplikaciji Climate from Space, za katere menijo, da bi lahko vplivale na temperaturo na vsaki lokaciji – na primer vlažnost tal in oblačnost.
4. Zadnja naloga na delovnem listu 3.2 je izdelava poročila, ki povzema in pojasnjuje te ugotovitve. Lahko služi uporabite za ocenjevanje iz teme kot celote, ali zgolj na področju komunikacijskih veščin in veščin ravnanja s podatki glede na lokalna merila.

## Odgovori za delovne liste

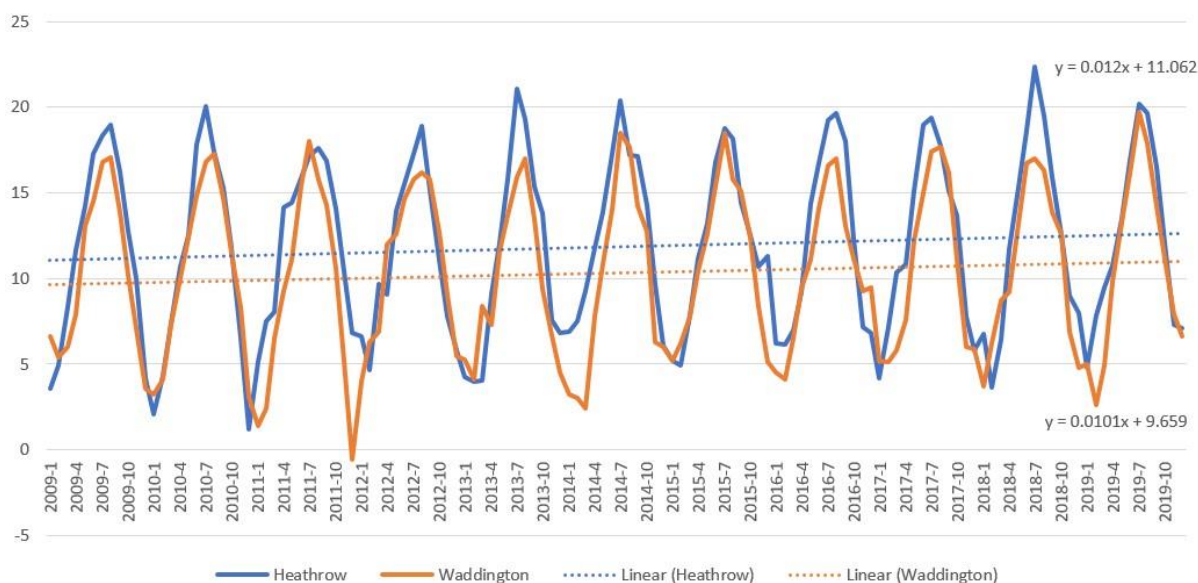
1. Heathrow – urbano; Waddington – polja.

2. Odstranite podatke pred letom 2009 iz podatkovnega niza. Heathrow; izračunajte povprečne temperature za Heathrow.

3. Glejte sliko 3.

Podobnosti: maksimumi in minimumi se pojavljajo vsako leto ob istem času na obeh lokacijah (januar oziroma julij); razpon med najvišjo in najnižjo temperaturo na vsaki lokaciji je podoben (približno 20 °C).

Razlike: Splošno gledano so temperature na Heathrowu višje kot v Waddingtonu; zimske temperature v Waddingtonu so precej nižje od tistih na Heathrowu približno eno od treh let; poletne temperature na Heathrowu so skoraj vsako leto opazno višje od tistih v Waddingtonu.



Slika 3: Povprečne mesečne temperature za Heathrow in Waddington, Združeno kraljestvo (Vir: Climate-data.org)

4.

Povprečna temperatura/°C	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Heathrow	5,1	5,7	8	10,9	13,9	17	19,5	18,6	16	12,8	8,5	6,4
Waddington	4,3	4,5	6,5	9,2	12,2	14,9	17,4	16,9	14,4	11,4	7,4	4,9

5. Ti podatki potrjujejo sklep, da je Heathrow na splošno toplejši od Waddingtona. Primerjava mesečnih povprečij kaže, da je ta razlika običajno največja v poletnih mesecih.
6. Glejte sliko 3.  
Temperature na obeh lokacijah naraščajo, hitreje na Heathrowu kot v Waddingtonu. Stopnji sta  $0,010\text{ °C/mesec} = 0,12\text{ °C/leto}$  v Waddingtonu in  $0,012\text{ °C/mesec} = 0,14\text{ °C/leto}$  na Heathrowu.

Številski podatki za to dejavnost so bili preneseni iz:

[www.metoffice.gov.uk/pub/data/weather/uk/climate/stationdata/heathrowdata.txt](http://www.metoffice.gov.uk/pub/data/weather/uk/climate/stationdata/heathrowdata.txt) in  
[www.metoffice.gov.uk/pub/data/weather/uk/climate/stationdata/waddingtondata.txt](http://www.metoffice.gov.uk/pub/data/weather/uk/climate/stationdata/waddingtondata.txt)

## Delovni list 1: URBANA ŽARIŠČA

Na listu z informacijami 1.2 poiščite načrt ulice in/ali fotografije iz zraka ali satelitske slike v pravih barvah dela Madrida, prikazanega na nočni sliki.

S tem boste lažje odgovorili na spodnja vprašanja.

1. Cestno omrežje je jasno prikazano na sliki. Zakaj?

---



---

2. Stadion Bernabéu je prav tako zelo jasno viden. Zakaj?

---



---

Besedilo na listu z informacijami 1.1 omenja več ukrepov, ki lahko pomagajo ohranjati mesta hladna, vključno s ponovno uvedbo naravnih elementov, izboljšanjem pretoka zraka v zgradbah in okoli njih ter uporabo različnih materialov ali barv.

3. Poiščite mesto, ki se zdi hladnejše od okolice, ker vsebuje rastline.

---

4. Vrsta vladnih zgradb, obkrožena v izvlečku na desni, se zdi hladnejša od nekaterih drugih.

Katere arhitekturne značilnosti lahko pojasnijo to? Svoj odgovor podkrepite s sklicevanjem na izstopajoče zgradbe.




---



---



---



---

Kako bi bil videti podoben zemljevid dela vašega mesta, mesta ali najbližjega mestnega območja?

5. Pobarvajte izvleček zemljevida, da pokažete svoje razmišljanje. Ne pozabite vključiti ključa.

6. Dodajte oznake, da pojasnite svoje odločitve za vsaj štiri funkcije ali lokacije.

7. Primerjajte svoj zemljevid s tistim, ki so ga ustvarili ostali. Se strinjajo?

Če se ne strinjajo, se pogovorite o razlikah in poskušajte doseči soglasje.



## Delovni list 2: SEVANJE IN TEMPERATURA

Za nekatera od teh vprašanj lahko uporabite preglednico dejavnosti 2 – Urbana žarišča. Vaš učitelj vam bo dal podatke.

Pri vseh izračunih uporabljajte pravilne enote.

### Temperatura in najvišja valovna dolžina

Najvišja intenzivnost sončnega sevanja je pri 500 nm.

$$\lambda_{\text{peak}} = \frac{b}{T}$$

1. Za oceno temperature sonca uporabite Weinov zakon.

Svoj odgovor dodajte v tabelo spodaj.

2. Zdaj uporabite Weinov zakon za izračun najvišje valovne dolžine sevanja stvari v tabeli. Odgovorite tako v standardni obliki kot z ustrežno predpono ter navedite, v katerem delu elektromagnetnega spektra je sevanje.

	Temperatura		Največja valovna dolžina /m		Območje elektromagn. spektra
	/K	/°C			
Sonce			$5,00 \times 10^{-7}$	500 nm	vidno (zeleno)
staljeno steklo	1700				
lava	1500				
vroč beton	333				
Zemlja (povprečje)		27			
hladen beton		10			
Zemlja (najhladnejša)		-89			

### Sevanje pri drugih temperaturah

Senzor na satelitu za opazovanje Zemlje zaznava infrardeče sevanje z valovno dolžino 10,85  $\mu\text{m}$ .

3. V preglednico vnesite ustrezne podatke, da uporabite Planckovo formulo sevanja črnega telesa za izračun sevanja betona pri spodaj prikazanih temperaturah.

$$L_{BB}(\lambda) = \frac{2hc^2}{\lambda^5 \left( \exp\left(\frac{hc}{\lambda k_B T}\right) - 1 \right)}$$

Pred uporabo formule ne pozabite spremeniti temperatur v Kelvine.

- a. 60 °C (vroče) \_\_\_\_\_
- b. 27 °C (povprečno) \_\_\_\_\_
- c. 10 °C (hladno) \_\_\_\_\_

## Svetilnostne temperature

Mestne površine niso črna telesa, zato moramo upoštevati emisivnost.

4. V preglednico vnesite ustrezne podatke za izračun svetilnostne temperature vode, betona, asfalta in hrasta pri temperaturi 27 °C.

$$T_b = \frac{hc}{\lambda k_B \ln\left(1 + \frac{1}{\epsilon(\lambda)} \left[\exp\frac{hc}{\lambda k_B T} - 1\right]\right)}$$

Emisivnosti so prikazane v tabeli, ki jo lahko uporabite tudi za zapis svojih odgovorov. Predpostavimo, da senzor zaznava enako valovno dolžino kot tisti v vprašanju 3.

Površina	Emisivnost	Svetilnostna temperatura/K pri 10,85 μm in 27 °C
Voda	0,99	
Grob beton	0,94	
Asfalt	0,93	
Hrastova drevesa	0,885	

5. Kako vaši odgovori na vprašanje 4 podpirajo idejo, da lahko vegetacija pomaga zmanjšati učinek mestnega toplotnega otoka?  
Ali obstajajo kakšni drugi načini za to?

---



---



---



---

## Delovni list 3: MESTO IN PODEŽELJE

Odprite spletno aplikacijo Climate from Space ([cfs.climate.esa.int](https://cfs.climate.esa.int)).

Kliknite na simbol Data Layers (podatkovni sloji – zgoraj desno) in izberite Land Cover (pokritost tal).

Večkrat predvajajte animacijo in preverite, ali razumete kontrolnike na zaslonu in kako vam lahko pomagajo natančneje pogledati določena mesta ali čase.

Kliknite na ⓘ spodaj levo, da si ogledate ključ. Preverite, ali lahko prepoznate vrste barv, ki se uporabljajo za različne kategorije rabe zemljišč.

Pregledali boste temperature v dveh krajih v Združenem kraljestvu.

- Heathrow, London.
- Waddington, Lincolnshire.

Poiščite tl mestl na spletnem zemljevidu, da boste vedeli, kako jih poiskati v spletni aplikaciji Climate from Space.

1. Kakšno vrsto pokritosti tal imata vsak kraj in njegova okolica? Ali se je v času, ki ga zajemajo podatki, bistveno spremenila?

Heathrow \_\_\_\_\_

Waddington \_\_\_\_\_

Za naslednje korake boste potrebovali preglednico dejavnosti 3 – Urbana žarišča.

Vaš učitelj vam bo dal podatke.

### Usklajevanje podatkov

Preglednica prikazuje mesečne temperaturne zapise za vsako lokacijo. Preden jih lahko primerjate, morate poskrbeti, da se nabori podatkov ujemajo.

2. Kaj morate storiti?

\_\_\_\_\_

Naredite kopijo lista in uskladite oba niza podatkov.

### Pregled podatkov

Narišite oba niza podatkov na en graf z datumom na osi x in temperaturo na osi y.

3. Primerjajte letni cikel temperaturnih nihanj na vsaki lokaciji in uporabite številke za podkrepitev svojih zaključkov.

Podobnosti: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Razlike: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Izračunajte povprečno temperaturo za vsak mesec na vsaki lokaciji. Ustvarite lahko tudi ustrezen izris teh podatkov.

Povprečna temperatura/°C	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
Heathrow												
Waddington												

5. Ali s tem dobite nove informacije, lahko potrdite ali ovržete katerega od sklepov, do katerih ste prišli iz celotnega izrisa? Utemeljite svoj odgovor.

---



---

Svojemu izrisu dodajte črto linearnega trenda za vsak niz podatkov, ki prikazuje enačbe za vsako črto na grafu.

6. Kaj nam povedo te črte in njihove enačbe glede dogajanja s temperaturami v Heathrowu in Waddingtonu? Še enkrat poiščite podobnosti in razlike ter uporabite slike, da podprete svoje opise.

---



---



---



---

### Poročanje o sklepih

Na podlagi teh podatkov napišite kratko poročilo. Vaše poročilo mora vsebovati:

- Opis uporabljenih lokacij in podatkov,
- potrditev vira podatkov,
- vsaj en grafikon,
- opis ključnih vzorcev ali trendov,
- razlago vsakega vzorca ali trenda na podlagi tega, kar ste se naučili v tej temi.

Vaše poročilo lahko vključuje tudi:

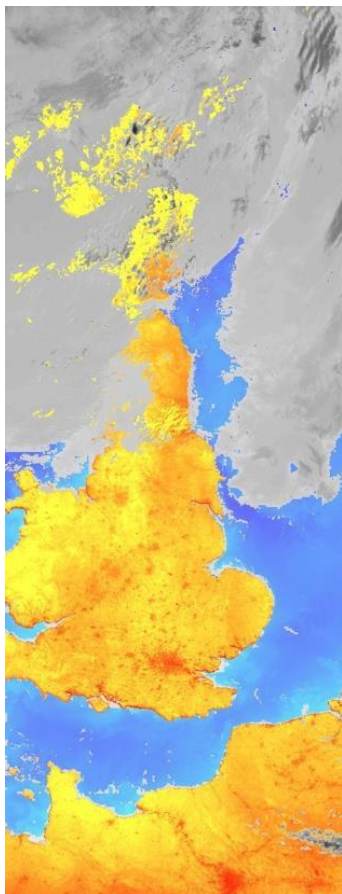
- Dodatne grafikone, zemljevide, diagrame ali ilustracije,
- dodatne podatke iz drugih virov s pravilno navedbo,
- ukrepe, ki bi jih lahko sprejeli za zmanjšanje kakršnih koli trendov, ki povzročajo težave ali jih lahko povzročijo v prihodnosti,
- predloge za nadaljnje raziskave, vključno s tem, katere podatke bi potrebovali in kako bi jih uporabili.

Vaše poročilo ne sme vsebovati več kot 1000 besed, vključno z opombami in napisi, a brez referenc.

## List z informacijami 1: URBANA ŽARIŠČA

Za praznovanje novega leta 2020 v Moskvi so morali pripraviti umetni sneg. V ruski prestolnici, ki slovi po mrzlih in ostrih zimah, so temperature dosegle 5,4 °C

– to je bila najvišja decembrska temperatura od začetka merjenja leta 1879. Za dogodek deskanja na snegu so uporabili 'sneg', postrgan s površine bližnjega drsališča. Otroci so igrali nogomet na dvoriščih, ki so običajno gostila hokejske tekme.



Nočni toplotni zemljevid severozahodne Evrope. Siva območja so oblaki, kopne rdeče barve je toplejše od tal, ki so prikazane z rumeno. (Vir: ESA)

Vročinski valovi so leta 2003 po Evropi ubili 70.000 ljudi, leta 2010 pa 55.000 samo v Rusiji. Najbolj ekstremne temperature so bile zabeležene v mestih. Ker se vedno več ljudi seli v urbana območja, ceste in zgradbe nadomeščajo rastline. Ker imajo uporabljeni materiali veliko večjo toplotno kapaciteto kot rastline in drevesa, pozidano okolje shranjuje energijo in temperature se kmalu dvignejo. Mesta postanejo 'urbani toplotni otoki', kjer je temperatura do 7 °C višja od okoliške pokrajine. Kako jasno izstopajo pozidana območja, lahko vidite na satelitski sliki na levi, ki prikazuje temperaturo zemeljske površine ponoči.

Približno 2 % zemeljske površine pokrivajo mesta, v katerih živi več kot 55 % od 7,7 milijarde prebivalcev sveta. Pričakujemo, da bo do leta 2050 skupno 75 % od 9,5 milijarde svetovnega prebivalstva živel v mestih, zato bo veliko več ljudi občutilo učinek toplotnega otoka.

Koliko ta učinek vpliva na urbano območje, je odvisno od dejavnikov, kot so število, vrsta in razporeditev zgradb in cest ter od materialov, iz katerih so izdelane. Ponovno vključevanje narave v mesta, postavitve stavb na način, ki izboljša pretok zraka, ter uporaba materialov in barv, ki zadržijo manj toplote kot tisti, ki jih trenutno uporabljamo, lahko preprečijo naglo zvišanje temperatur v mestih. So takšni ukrepi dovolj za ohladitev naših rastočih mest?

Meritve temperature zemeljske površine (LST) iz vesolja lahko pokažejo, kako vročinski valovi vplivajo na temperaturo.

Znanstveniki, ki jih je financirala Evropska vesoljska agencija (ESA), so naredili zemljevide LST, ki prikazujejo posnetek temperatur na tleh in so dovolj podrobni, da prikažejo ključne značilnosti mesta, kot je London. Primerjava teh z natančnimi dolgoročnimi zapisi omogoča raziskovalcem in načrtovalcem, da raziščejo vpliv vročinskih valov in sprememb na urbano okolje. Informacije na ravni posameznega stanovanjskega bloka v mestih – ali celega okrožja – lahko urbanistom pomaga izboljšati zasnovo mest, tako da jim predlaga, kje umestiti zelene površine, katere materiale uporabiti in kako postaviti zgradbe za optimalno hlajenje.

Druga skupina znanstvenikov, ki jih financira ESA, uporablja satelitske podatke za izdelavo podrobnih zemljevidov pokritosti tal. Te lahko uporabimo skupaj z informacijami LST za raziskovanje interakcij med ljudmi in naravo ter preučevanje, kako podnebne spremembe

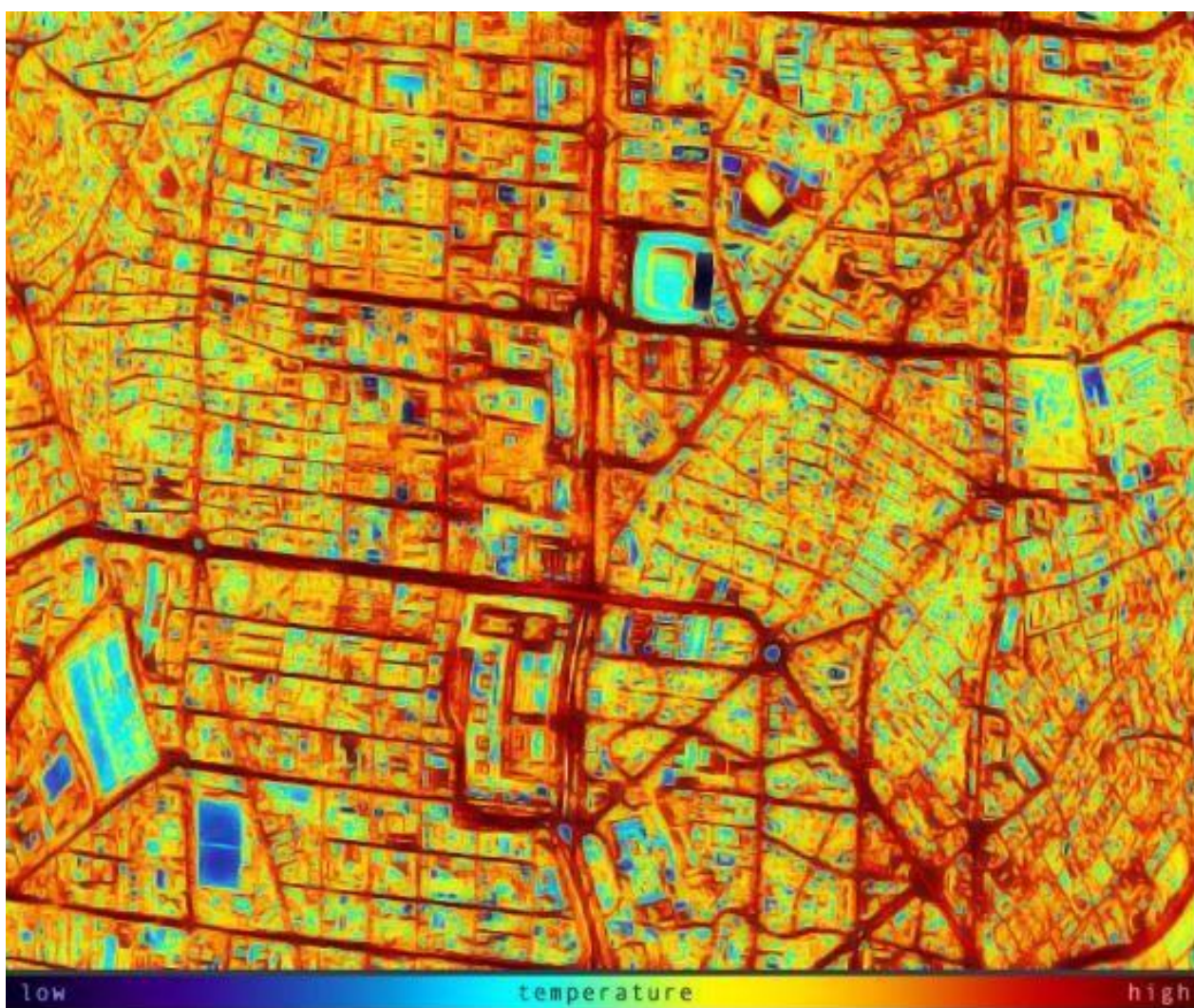


vplivajo na te interakcije. Ekipe ESA pravzaprav ustvarjajo nize podatkov za celo vrsto količin, znanih kot bistvene podnebne spremenljivke (ECV), ki pomagajo opisati in razložiti, kako podnebne spremembe vplivajo na naš planet. Pokritost tal in LST sta le dve od teh spremenljivk, ki nam skupaj pomagata razumeti, kako načrtovati boljšo prihodnost.

### Določanje žarišč

Ta slika Madrida je nastala na podlagi podatkov, zbranih z instrumentom, ki je letel v zraku nad mestom ob polnoči 1. julija 2008.

Kopijo slike v visoki ločljivosti za uporabo v dejavnosti 1 lahko prenesete na [https://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Images/2008/07/AHS-observed\\_relative\\_temperatures\\_of\\_Madrid\\_Spain#.X9ouo5WBoXk.link](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2008/07/AHS-observed_relative_temperatures_of_Madrid_Spain#.X9ouo5WBoXk.link)



(Vir: ESA)

## List z informacijami 2: SEVANJE IN TEMPERATURA

### Črna telesa

Vsak predmet, ki je toplejši od absolutne ničle (0 K ali -273 °C), oddaja elektromagnetno sevanje. Tako imenovana črna telesa so popolni radiatorji: oddajajo neprekinjen spekter in količina sevanja, ki ga oddajajo na vsaki valovni dolžini, je odvisna samo od njihove temperature,  $T$ , običajno podane v Kelvinih, K.

Črno telo oddaja največjo količino sevanja pri najvišji valovni dolžini, vrhunec  $\lambda$ . Weinov zakon navaja: bolj ko je predmet vroč, krajša je najvišja valovna dolžina:

$$\lambda_{\text{peak}} = \frac{b}{T} \quad T \text{ je temperatura v Kelvinih in } b \text{ je Weinova konstanta, ki ima vrednost } 0,00290 \text{ mK (meter-Kelvin).}$$

### Črno telo in krivulje sevanja

Planckova formula se uporablja za izračun, koliko sevanja\* črno telo določene temperature oddaja pri določeni valovni dolžini. Ta količina je znana kot sij,  $L_{BB}$ . Formula je videti zapletena, vendar je treba upoštevati, da vsi so členi v enačbi, razen temperature,  $T$ , in valovne dolžine,  $\lambda$ , konstante:

$$L_{BB}(\lambda) = \frac{2hc^2}{\lambda^5 \left( \exp \frac{hc}{\lambda k_B T} - 1 \right)}$$

$h$  = Planckova konstanta,  $6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$   
 $c$  = hitrost svetlobe,  $3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$   
 $k_B$  = Boltzmannova konstanta,  $1,38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$

### Določanje temperatur

Planckovo enačbo je mogoče preurediti kot vsako drugo. Če torej poznamo  $L_{BB}$  za določeno valovno dolžino, lahko izračunamo temperaturo črnega telesa, ki jo je oddajalo. Toplotna kamera deluje takole: senzor zazna infrardeče sevanje na enak način kot senzor vaše kamere zazna vidno svetlobo, programska oprema pa pretvori 'svetlost' vsake slikovne pike na temperaturo, ki jo prikaže v določeni barvi.

Vendar pa večina predmetov niso črna telesa: količina sevanja, ki ga oddajajo pri vsaki valovni dolžini, je odvisna od več elementov in ne le od temperature. Zato moramo za iskanje temperature enačbo nekoliko prilagoditi in jo preurediti.

$$T_b = \frac{hc}{\lambda k_B \ln \left( 1 + \frac{1}{\epsilon(\lambda)} \left[ \exp \frac{hc}{\lambda k_B T} - 1 \right] \right)}$$

Dodatni člen, emisijska sposobnost,  $\epsilon$ , nima enot, ker prikazuje razmerje med sevanjem, ki ga predmet oddaja pri določeni valovni dolžini, in tistim, ki ga oddaja podobno črno telo.

Ta površinska temperatura,  $T_b$ , je znana kot svetilnostna temperatura. Morda ne ustreza temperaturi predmeta kot celote, vendar kaže, kako objekt oddaja toploto v okolico, in je zato uporabna, če želimo videti vpliv različnih vrst pokritosti tal na ozračje.

\* Strogo gledano je to količina oddane energije na sekundo na kubični meter v določeni smeri, zato so enote  $\text{W sr}^{-1}\text{m}^{-3}$



## Povezave

### Viri

Spletna aplikacija Climate from Space

<https://cfs.climate.esa.int>

Podnebje za šole

<https://climate.esa.int/educate/climate-for-schools/>

Učenje z vesoljem

[http://www.esa.int/Education/Teachers\\_Corner/Teach\\_with\\_space3](http://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Teach_with_space3)

Sevanje črnega telesa

<https://sci.esa.int/web/education/-/48986-blackbody-radiation>

### Vesoljski projekti ESA

Urad ESA za podnebje

<https://climate.esa.int/>

Prostor za naše podnebje

[http://www.esa.int/Applications/Observing\\_the\\_Earth/Space\\_for\\_our\\_climate](http://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Space_for_our_climate)

Odprave ESA za opazovanje Zemlje

[www.esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/ESA\\_for\\_Earth](http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/ESA_for_Earth)

Earth Explorers

[http://www.esa.int/Applications/Observing\\_the\\_Earth/The\\_Living\\_Planet\\_Programme/Earth\\_Explorers](http://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/The_Living_Planet_Programme/Earth_Explorers)

Copernicus Sentinels

[https://www.esa.int/Applications/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Overview4](https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Overview4)

### Dodatne informacije

Merjenje temperature Zemlje s pomočjo satelitov

[https://www.esa.int/Applications/Observing\\_the\\_Earth/Taking\\_Earth\\_s\\_temperature](https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Taking_Earth_s_temperature)

Vročinski valovi, urbana žarišča in toplotni otoki

[https://www.esa.int/Applications/Observing\\_the\\_Earth/Satellites\\_predict\\_city\\_hot\\_spots](https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Satellites_predict_city_hot_spots)

Več videoposnetkov Zemlje iz vesolja

[http://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Sets/Earth\\_from\\_Space\\_programme](http://www.esa.int/ESA_Multimedia/Sets/Earth_from_Space_programme)

ESA Kids

[https://www.esa.int/kids/en/learn/Earth/Climate\\_change/Climate\\_change](https://www.esa.int/kids/en/learn/Earth/Climate_change/Climate_change)