

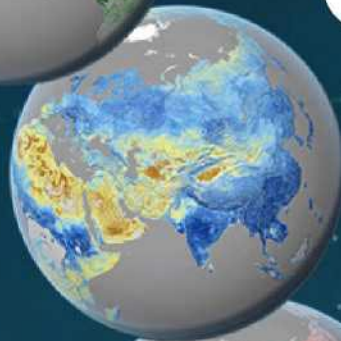
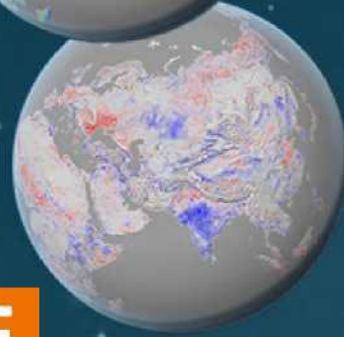
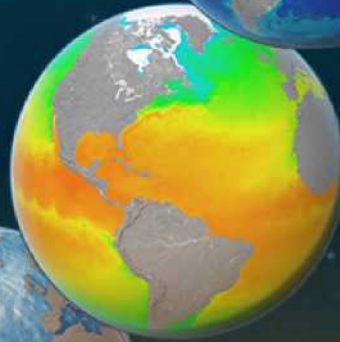
Secondary  
**14-16**



education resource pack

**TAKING THE PULSE  
OF THE PLANET**

Teacher guide and student worksheets



Ülevaade	lk 3
Tegevuste kokkuvõte	lk 4
Kliima kosmosest	lk 6
Maa seire: taustainfo	lk 7
Tegevus 1: PLANEEDI PULSI MÕÕTMINE	lk 8
Tegevus 2: MIDA ME KOSMOSEST NÄEME?	lk 10
Tegevus 3: EL NIÑO ja LA NIÑA	lk 13
Õpilase tööleht 1	lk 15
Õpilase tööleht 2	lk 16
Õpilase tööleht 3	lk 18
Teabeleht 1	lk 20
Lingid	lk 22

Kliimamuutuste algatuse haridusalaste vahendite pakett PLANEEDI PULSI MÕÕTMINE (põhikooli III aste) <https://climate.esa.int/en/educate/>

Twente ülikooli (Holland) ja Maa seire keskuse (*National Centre for Earth Observation*) välja töötatud kontseptsioonid

ESA Kliimaosakonnale saab anda tagasisidet siin:

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

Koostanud ESA kliimaosakond

Copyright © European Space Agency 2020–2021

# Planeedi pulsi mõõtmine: ülevaade

## Lühike kokkuvõte

**Õppeained:** geograafia, loodusõpetus, matemaatika, IT

**Vanus:** 14–16aastased

**Raskusaste:** keskmine kuni raske

**Õppetunnile kuluv aeg:** 4 tundi

**Tegevuskoht:** siseruumid

**Vahendid:** Internet, nutitelefon/kaamera, kalkulaator

**Märksõnad:** kaugseire, sensor, satelliit, orbiit (geosünkroonne, polaarne, päikesesünkroonne), jalajälg, resolutsioon (ruumiline, ajaline)

## Lühikirjeldus

Õppematerjalis antakse ülevaade sellest, kuidas andurid andmeid koguvad ja kuidas satelliidi orbiidist sõltub üksikasjaliku info saadavus.

Tutvustatakse kaugseire kontseptsioone ja otsitakse vastust küsimusele, milliseid satelliite ja andureid eri rakenduste uurimiseks kasutada.

Uuritakse erinevate tegurite mõju satelliidipildi nähtavatele detailidele.

Õpilased uurivad veebirakenduse „Climate from Space“ abil eri kliimamuutujaid El Niño ja La Niña nähtuste ajal.

## Õpiväljundid

### Õpilased oskavad:

- loetleda kaugseiresüsteemi põhikomponente;
- kirjeldada eri satelliitide orbiitide eeliseid ja puudusi Maa ja selle kliima jälgimisel;
- edastada teadusuuringute tulemusi kaasahaaraval viisil;
- määrata digitaalse pildi resolutsiooni;
- pakkuda välja põhjuseid, miks eri instrumentide abil kogutud andmete resolutsioon on erinev;
- kasutada kliimaandmeid El Niño ja La Niña nähtuste tuvastamiseks;
- selgitada El Niño ja La Niña nähtuste ülemaailmset mõju.

## Tegevuste kokkuvõte

	Pealkiri	Kirjeldus	Tulemus	Eelteadmised	Aeg
1	Planeedi pulsi mõõtmine	Kaugseiresatelliitide orbiitide uurimine	Teadmine kaugseiresüsteemi põhikomponentidest ja satelliitide orbiitide eelistest ning puudustest Maa seirel. Õpitakse teadusuuringute tulemusi edastama kaasahaaraval viisil	Puuduvad	1,5 tundi
2	Mida me kosmosest näeme?	Piltide võrdlusobjekti ja eraldusvõime uurimine kaamera ja veebirakenduse „Climate from Space“ abil	Oskus määrata digitaalse pildi resolutsiooni. Saadakse teada, kuidas andureid on satelliitidel kasutamiseks muudetud/kohandatud. Mõistetakse, miks eri instrumendid koguvad andmeid eri resolutsiooniga.	SI ühikute tundmine, arvutamisoskus	1 tund
3	El Niño ja La Niña	Satelliidiandmete kasutamine kliimatsükli uurimiseks	Õpilased oskavad kliimaandmete abil tuvastada El Niño ja La Niña nähtuseid. Oskavad selgitada nende nähtuste ülemaailmset mõju, tuua välja mõju inimesele ja ühiskonnale	Puuduvad	1,5 tundi

Ajakulu juures on arvestatud, et õpilastel on tõrgeteta ligipääs IT vahenditele ja internetile või jaotmaterjalile. NB! Tulemuste arutelu võib võtta rohkem või vähem aega kui tabelis toodud, see sõltub klassi suurusest ja rühmade arvust. Alternatiivsed meetodid võivad võtta rohkem aega.

## Praktilised märkused õpetajale

Iga tegevuse alguses on välja toodud **vajalikud vahendid** ja kommentaarid ettevalmistuse kohta.

**Töölehed** on mõeldud ühekordseks kasutamiseks ja neid võiks kopeerida mustvalgelt. Mitmekordselt kasutatavad teabelehed võiks printida värviliselt.

Tegevuste jaoks täiendavad materjalid (andmed, tabelid jne) saate alla laadida siit: <https://climate.esa.int/en/educate/climate-for-schools/>

Tegevuste juures on ära toodud ka **edasiarendused** ja erinevad **lahendusvariandid**.

Hindamise hõlbustamiseks on lisatud töölehtede vastused ja näidistulemused. Õpetajal on võimalus hinnata ka selliseid põhioskusi nagu andmetöötlus või tulemuste esitlemine.

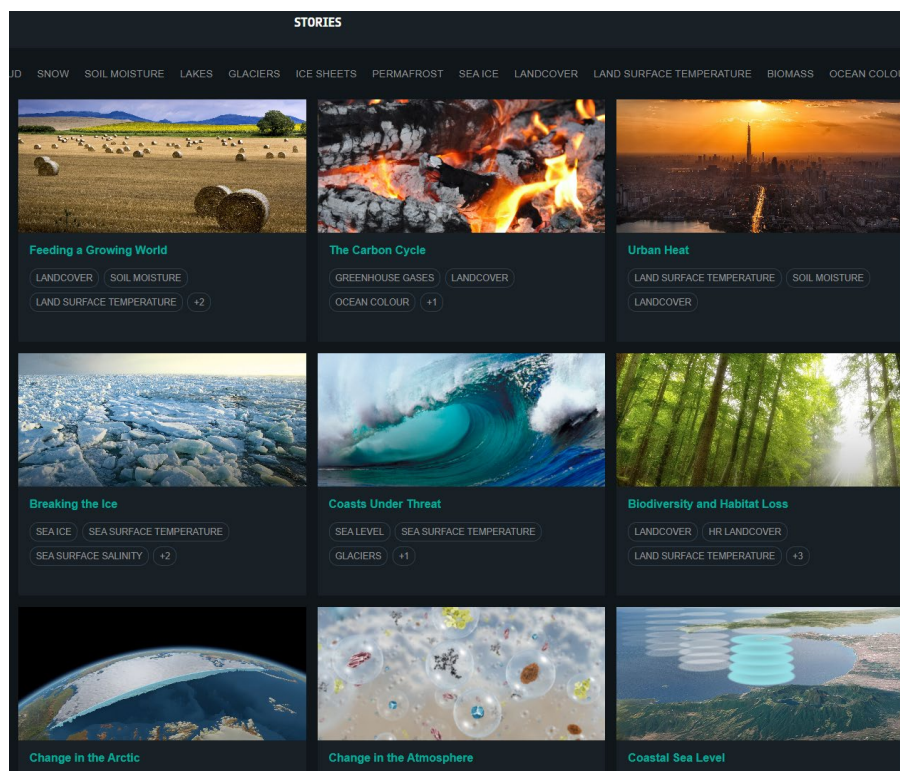
## Töötervishoid ja tööohutus

Toome riskide all välja ainult konkreetse praktilise tegevusega seotud ohud ning eeldame, et jätkate õpikeskkonnas oma tavapärast ohutut käitumist (elektriseadmed, arvutid, esmaabi jne).

Mõned tegevused vajavad veebirakendust „Climate from Space“. Siit on võimalik liikuda ESA kliimamuutuste veebisaidi teistele lehtedele ja sealt edasi välistele veebisaitidele. Kui te ei saa või ei soovi piirata Interneti eri lehekülgede kasutamist, tuletage õpilastele meelde Interneti turvalisuse põhimõtteid.

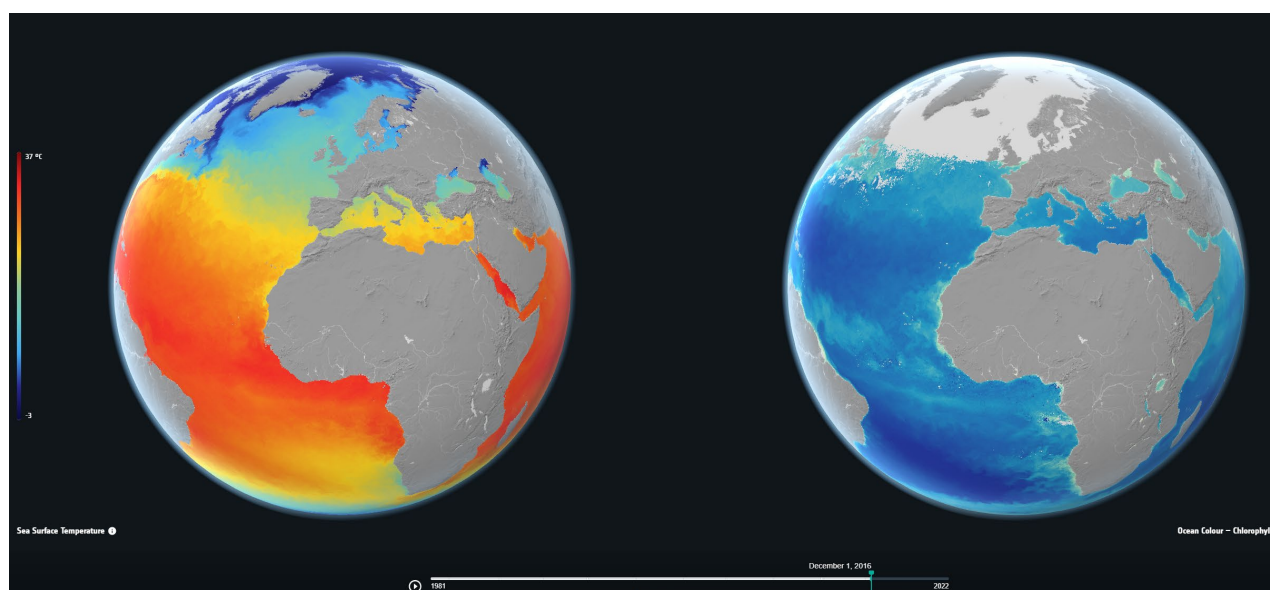
## Kliima kosmosest

ESA satelliitidel on oluline roll kliimamuutuste seires. Veebirakendus „Climate from Space“ ([cfs.climate.esa.int](https://cfs.climate.esa.int)) on veebirakendus, kus üheks osaks on illustreeritud lood kliimamuutustest (joonis 1).



Joonis 1. Veebirakendus „Stories in the Climate from Space“ (Allikas: ESA CCI)

ESA kliimamuutuste veebisaidilt leiate usaldusväärseid ülemaailmseid andmeid oluliste kliimamuutuste tegurite (nt õhutemperatuur, lumikate, ookeani temperatuur) kohta. Veebirakendusega „Climate from Space“ saab iseseisvalt uurida kliimamuutusi ja nende mõjusid (nt joonis 2).



Joonis 2. Merepinna temperatuuri ja ookeani värvuse võrdlemine veebirakenduses „Climate from Space“ (allikas: ESA CCI)

## Maa jälgimine kosmosest: taustainfo

### Maa seire ja kaugseire

Maa seireks nimetatakse Maa andmete kogumise protsessi. Euroopas mõeldakse selle all tavaliselt andmete kogumist satelliitidelt. Selle kohta võib kasutada ka terminit *kaugseire* – mõõtmiste tegemine vahemaa tagant. Satelliidiandmete kontrollimiseks kasutatakse maapinnal, merel või atmosfääris olevate instrumentide kogutud andmeid.

### Satelliidi eelis

Maa seire üks olulisemaid osasid on kliima seire. Kliimasüsteem on keeruline ja selle mõistmine nõuab mõõtmisi üle kogu maailma. Satelliidid võimaldavad meil näha korraka suurt maapinda, sealhulgas kohti, kuhu oleks võimatu reisida ja regulaarselt mõõtmisi teha. Ühel satelliidipildil oleva teabe kogumiseks maapealsete vaatlustena, oleks meil vaja tervet vaatlajate armeed. Tänu mitmete eri satelliitide mõõtmistele on meil olemas detailsed mõõtmistulemused aastakümnete kohta, mida teadlased ja poliitikakujundajad saavad kasutada uuringutes ja otsuste tegemiseks.

Õppematerjali kaks esimest tegevust keskenduvad satelliitide orbiitidele, kõrgustele ja üksikasjalikkuse tasemetele. Orbiite on kirjeldatud teabelehel nr 1 (lk 20 ja 21). Õpilase töölehel 2.1 (lk 16) õpetatakse lihtsa matemaatika abil arvutama resolutsioone.

### Maa seire kliima jaoks

Võime öelda, et kliima on mingi paikkonna geograafilisest asendist tingitud pikaajaline ilmade laad ja rütm. Satelliitidelt saadud Maa seireandmed aitavad meil kliimamuutusi põhjustavatest protsessidest aru saada. Seireandmete abil saab modelleerida tuleviku kliimat ja hinnata leevendamata meetmete mõju.

Viimases tegevuses uuritakse satelliidiandmete abil El Niño või La Niña nähtust Vaikse ookeani lõunaosas. Nende nähtuste tekkepõhjuste selgitamiseks soovitame kasutada animatsiooni (viide toodud lk 13).

## Tegevus 1: PLANEEDI PULSI MÕÕTMINE

Selles tegevuses tutvustatakse õpilastele kaugseire olemust ja uuritakse satelliitide eri orbiite. Seda tegevust võib teha iseseisva kodutööna või klassis individuaal-, paaris- või rühmatööna.

### Vahendid

- Teabeleht nr 1
- Õpilase tööleht nr 1
- Veebirakendus „Climate from Space“ (vabatahtlik)
- Interneti kasutamise võimalus

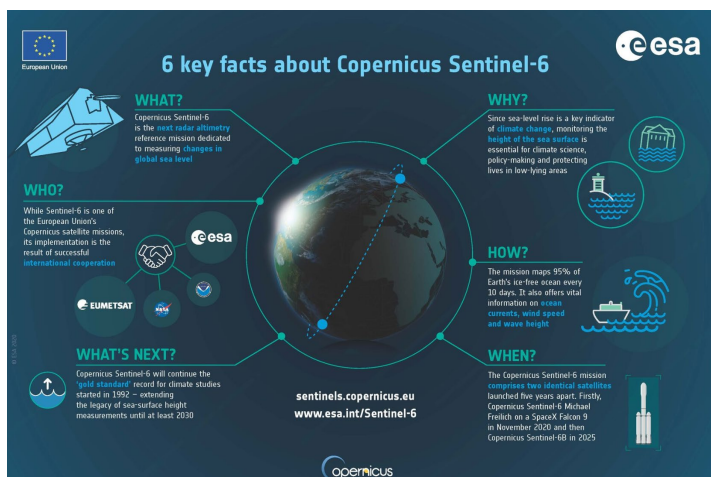
### Ülesanne

1. Töötage läbi teabeleht nr 1 (klassis või individuaalselt, laske õpilastel koostada küsimusi). Õpilased täidavad töölehe jaotise *orbiidi tüübid*.
  - Animatsioon Sentinel-6 orbiidi kohta:  
[https://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Videos/2020/11/Sentinel-6\\_orbit/\(lang\)](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2020/11/Sentinel-6_orbit/(lang))
  - Teema kohta leiate lisamaterjali veebirakenduses „Climate from Space“ olevast loost (*Taking the Pulse of the Planet*): 1) slaidil nr 2 on rida kosmosest tehtud ajaloolisi pilte Maast, seal on ka kuulus pilt „Blue Marble“ 2) slaidil nr 3 on näidatud erinevad orbiidid ja kuidas satelliidid nendel andmeid koguvad.
2. Kontrollige koos orbiidi tüüpide vastuseid ja vastake küsimustele. Kui õpilased täidavad seda ülesannet kodus, võib abi olla ESA (inglisekeelsest) artiklist:  
[https://www.esa.int/Enabling\\_Support/Space\\_Transportation/Types\\_of\\_orbits](https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Transportation/Types_of_orbits).
3. Paluge õpilastel vastata töölehe ülejäänud küsimustele.
  - Kui õpilastel on raskusi rakenduste välja pakkumisega, suunake neid mõtlema nt dronide kasutusala peale.
  - Hea lähtekoht uuringute tegemiseks on Copernicuse Sentineli satelliitide kirjeldus:  
[https://www.esa.int/Applications/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/The\\_Sentinel\\_missions](https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/The_Sentinel_missions) ja põhjalik loetelu ESA poolt tehtavast Maa seirest:  
[https://www.esa.int/Applications/Observing\\_the\\_Earth/Highlights/Earth\\_observation\\_missions](https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Highlights/Earth_observation_missions).
  - Õpilased võivad uurida ühte või mitut huvipakkuvat satelliiti. Vajadusel jagage soovitusi.
  - Võite soovitada, milliseid muutujaid (ja/või muutujate paare) võiks konkreetse uurimuse jaoks vaja minna.



- Oma tulemuste esitamiseks võiksid õpilased kasutada infograafikut. Soovi korral võite õpilastele näidata nädisinfograafikut (joonis nr 3), mis on hea resolutsiooniga saadaval siin:

[ESA - Six key facts about Copernicus Sentinel-6](#)



Joonis 3. Nädisinfograafik (allikas: ESA)

4. Õpilased esitavad oma tulemused plakatitel olevate infograafikute abil. Leppige eelnevalt ühiselt kokku, milliste kriteeriumide alusel infograafikuid (ühiselt) hindate.

## Töölehe vastused

### Orbiidi tüübid

1	Vaatab alati sama poolkera	GEO
2	Läbib enamikke kohti Maal	LEO
3	Saab teha iga päev palju pilte ühest ja samast kohast	GEO
4	Annab/loob väga üksikasjalikke pilte	LEO
5	Kasutatakse kaugseires	GEO/LEO
6	Aitab seirata maakatte tüüpe	LEO
7	Toetab ilmaprognooside tegemist	GEO

Need vastused on kooskõlas teabelehel nr 1 oleva looga. NB! LEO satelliitide andmeid kasutatakse ka kohalike ilmaprognooside tegemiseks.

### Kaugseire

Võimalikke vastuseid on palju, allpool on toodud mõned näited:

Andur	Platvorm	Rakendus
Videokaamera	Droon	Liikluse jälgimine
Südamemonitor	Käepael	sporditreening
GPS-andur	Märgis	Lindude rände jälgimine
Liikumisandur	Poi	Laine kõrgus/omadused
Temperatuuriandur	Sein	Ilmajaam

## Tegevus 2: MIDA ME KOSMOSEST NÄEME?

See tegevus kutsub õpilasi mõtlema teguritele, mis määravad, kui detailset satelliidipilti on võimalik saada. Õpilased analüüsivad tavalise (telefoni) kaameraga tehtud pilti, et mõista sarnaste kolmnurkade ja proportsionaalsuse kontseptsioone. Veebirakendusega „Climate from Space“ uuritakse andmete resolutsiooni ja suurt hulka kliimamuutujaid, mida saab kosmosest mõõta.

### Vahendid

- Õpilase tööleht nr 2
- Meetrine joonlaud või mõõdulint
- Nutitelefon või digikaamera
- Kalkulaator
- Pilditöötlustarkvara, millega õpilased on tuttavad
- Veebirakendus „Climate from Space“ <http://cfs.climate.esa.int/>

### Ettevalmistus

Vaadake ESA nädalapilti Maa seire kohta: [ESA - Earth from Space image collection](#)

ja laadige alla üks pilt, mida tunnis teistele tutvustada. Selleks võib olla kõige uuem pilt, elukohaga seotud pilt või mingil muul teile oluline pilt.

### Ülesanne

1. Näidake õpilastele satelliidipilti ja arutlege, mis seal peal on. Kui lihtne on määrata pildi suurust? Kas on mingeid konkreetseid objekte, mis aitavad suurust määrata? Kuidas? Mis on väikseim objekt, mida õpilaste arvates pildil näeb?
2. Selgitage, et satelliidifotod on kasulikud, kui teame skaalat ja eraldusvõimet (resolutsiooni) ning paluge õpilastel töötada läbi 2. töölehe juhised ja küsimused. Õpilastel tuleb kasutada infot orbiidi kõrguste kohta eelmisest tegevusest ja pöörake tähelepanu ühikutele.  
Küsimus 13 ei ole kohustuslik.

## Töölehe vastused ja näidistulemused

### Kui suure pildi saate oma kaameraga teha?

Vastused 1., 2. ja 4. küsimusele on lihtsa nutitelefoniga saadud proovitulemused. Kui õpilastel pole võimalik endal praktilist tööd teha, võite anda neile proovitulemused.

Vastused küsimustele 3, 5 ja 6 põhinevad valimi andmetel, seega on need üksnes suunavad.

- 1,25 m
- 1,5 m
- Võrdlusobjekt on 250 m, nii et objektiks võib olla näiteks jooksurada.
  - 8330 m – väikelinn
  - 333 km – umbkaudne vahemaa Londoni ja Pariisi vahel
  - 583 km – umbkaudne vahemaa Amsterdami ja Berliini vahel

### Mida saab teie kaameraga näha?

- 2560 pikslit
- $4,88 \times 10^{-4}$  m piksli kohta (st umbes 0,5 mm piksli kohta)
- Resolutsioon on 9,76 cm, nii et objektiks võib olla näiteks sõidurajamärgistus.
  - 3,26 m – autod
  - 130 m – suured hooned, näiteks tehased
  - 228 m – põllud

### Kaamerad kosmoses

7. Põhimõtteliselt jah, kui tegemist on „õige“ kaameraga. ISSi astronautid kasutavad samasuguseid kaameraid nagu meie kasutame Maa peal.

Praktikas on mitmeid piiranguid, sh:

- kui kaamera asub kiiresti liikuval platvormil, võib pilt hägustuda, kuna kaameral ei pruugi olla piisavalt lühikest säriaega;
- odav andur ei pruugi koguda selge pildi jaoks piisavalt valgust;
- kontrastsuse suured erinevused võivad mõjutada automaatset säriaega, mille tulemuseks on tumedad või tuhmid pildid;
- vead optikas võivad põhjustada näiteks pildi servade moonutusi;
- kokkupuude kosmilise kiirgusega võib põhjustada kujutise nihkumist ja „surnud“ pikslite esinemist.

Lisaks on mõned andurid võrreldes tavakaameratega tundlikud erineva elektromagnetspektri osa suhtes.

8. Õpilased võivad mainida, et:

- kaamera peab suutma väljalennu stressi üle elada;
- kõik õhuga täidetud õõnsused peavad olema satelliidil oleva vaakumi tõttu hästi suletud;

- kõik komponendid peavad (Maa madalal orbiidil) vastu pidama väga ekstreemsete temperatuuride juures: +120 °C otsese päikesevalguse käes kuni –150 °C Maa varjuküljel;
- kõik fookuse, ava, säriaja jne kohandused tuleb teha kaugjuhtimispuldi abil;
- kaamera peab sisaldama pigem andmesaatjat kui mälukaarti.

### Ajaline resolutsioon

9. Kui sageli pilte tehakse. Kui õpilane ei suuda sellele küsimusele vastata, võiks selle vahele jätta ning hiljem, pärast veebirakenduses „Climate from Space“ andmekogudega tegelemist, selle küsimuse juurde tagasi tulla.
10. 4 km, igakuine
11. Kasutatavate andurite eraldusvõime võib olla erinev.  
Osade andmekogude ajaline resolutsioon on kuine või aastane, vaatamata sellele, et andmeid kogutakse iga kümne päeva tagant (vt eelmine tegevus). Usaldusväärsete andmete saamiseks andmeid (nii ajaliselt kui ruumiliselt) keskmistatakse.
12. Pilvkate mõjutab paljusid mõõtmisi. Põhjuseks võib olla ka maakatte tüüp (nt vihmametsad), millest andur ei suuda läbi „näha“. Nendel aladel ei saagi nt mullaniiskust mõõta.

### Vabatahtlik ülesanne

13. a) Kaugus on  $0,25 \times 2 \times \pi \times 6400 \div 360$  mõlemas suunas, seega umbes 27,9 km × 27,9 km.  
b) Ekvaatorist eemale liikudes jääb piksli suurus põhja-lõuna suunal samaks, kuid ida-lääne suunal väheneb.  
Ring ümber Maa laiuskraadil  $\theta$  on raadiusega  $6400 \times \cos \theta$  km.  
40° N juures oleks 0,25° piksel umbes 21,2 km × 27,9 km.

## Tegevus nr 3: EL NIÑO ja LA NIÑA

Selles tegevuses uurivad õpilased El Niño ja La Niña nähtusi ja nende mõju veebirakenduse „Climate from Space“ abil.

### Vahendid

- Õpilase tööleht nr 3
- Internet
- Veebirakendus „Climate from Space“: <http://cfs.climate.esa.int/>

### Ülesanne

1. Küsige õpilastelt, miks sünoptikud ja kliimateadlased annavad vahemikke ja tõenäosusi, mitte fikseeritud numbreid. Maa kliimasüsteem on keeruline ja arvesse tuleb võtta kliimamuutujate erineva pikkusega looduslikke tsükleid (päevased, hooajalised, mitmeaastased). Selles tegevuses näevad õpilased, kuidas satelliitvaatlused aitavad meil jälgida ühte sellist tsüklit ja selle mõju.
2. Paluge õpilastel lugeda läbi õpilase töölehe 3.1 esimese ülesande juhised.
3. Näidake õpilastele töölehe täitmise abistamiseks ESA El Niño ja La Niña animatsiooni algust (kuni 2:05 minutini):  
[http://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Videos/2018/12/El\\_Nino\\_and\\_La\\_Nina](http://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2018/12/El_Nino_and_La_Nina)
4. Enne veebirakenduses andmekogude uurimist, kontrollige ja arutlege koos vastuste üle. Andmekogusid võivad õpilased uurida individuaalselt, paarides või rühmades. Vajadusel selgitage andmekogude nimetusi (nt võib vajada selgitust sõna anomaalia – erinevus tavapärasest väärtusest).
5. Võite enne andmekogudega töötamist küsida õpilastelt, kuidas nende arvates El Niño ja La Niña nähtused mõjutavad muutujate väärtusi andmekogudes.
6. Kui õpilased juba suudavad andmete alusel El Niño ja La Niña nähtusi tuvastada, näidake animatsiooni ülejäänud osa. See annab võimaluse kontrollida oma vastuseid ja materjali mõttekaardi loomiseks (õpilase tööleht 3.2).
7. Podcasti tegemine võib jääda kodutööks. Kui õpilasel puuduvad kodus selleks vajalikud tehnilised vahendid, võivad nad kirjutada valmis käsikirja ning salvestada koolis või esitada töö mingil muul kujul. Podcasti võib ühiselt kokku lepitud kriteeriumide alusel hinnata õpetaja, õpilased või kõik koos.

## Töölehe vastused

### Mis põhjustab El Niño ja La Niña?

Tavaline aasta	<b>G, E, B</b>
El Niño aasta	<b>H, I, D</b> ; B on ikka veel õige; ka G ja E, kui tuule suund ei ole pöördunud.
La Niña aasta	<b>F, C, A</b> ; G, E ja B on samuti veel õiged.

### El Niño ja La Niña kosmosest

Tabelis on toodud ära ainult animatsioonis mainitud elemendid. Õpilased võivad soovi korral midagi juurde lisada.

Andmekiht	El Niño	La Niña
Merepinna temperatuur	Lõuna- ja Kesk-Ameerika Vaikse ookeani rannikul on tavapärasest soojem vesi; sooja vee vöönd ulatub üle Vaikse ookeani	Lõuna- ja Kesk-Ameerika Vaikse ookeani rannikul on tavapärasest jahedam vesi; jaheda vee vöönd ulatub üle Vaikse ookeani
Ookeani värvus	Madalam klorofüllü kontsentratsioon või kitsam fütoplanktoni ulatus	Kõrgem klorofüllü kontsentratsioon või laiem fütoplanktoni ulatus
Merevee tase	Merevee tase on piirkonnas tavapärasest kõrgem (positiivsed anomaaliad/punane värvus)	Merevee tase on piirkonnas tavapärasest madalam (negatiivsed anomaaliad, sinine)
Pilvisus	Suurenenud pilvisus üle tavapärasest soojema vee Lõuna- ja Kesk-Ameerika Vaikse ookeani rannikul	Suurenenud pilvisus Austraalia/Indoneesia kohal

### El Niño ja La Niña tuvastamine

Väga tugevad kuni mõõdukad nähtused alates 1990. aastast (tugevuse vähenemise järjekorras):

El Niño: 2015–16, 1997–98, 1991–92, 2009–10, 2002–03, 1994–95

La Niña: 2010–2011, 1999–2000, 2007–2008, 1998–1999, 2011–2012, 1995–1996

### El Niño ja La Niña mõju

Individuaalsed vastused.

Õpilased võivad uurida mõju nt Lõuna-Ameerika kalandusele, Austraalia põudadele, üleujutustele või tulekahjudele. Nad võivad uurida ka mõju kaugematele piirkondadele (vt video animatsioon).

## Õpilase tööleht nr 1: PLANEEDI PULSI MÕÕTMINE

### Orbiidi tüübid

Kas alltoodud väited kehtivad 1) geosünkroonse ekvatoriaalse orbiidi (GEO) 2) päikesesünkroonse madala Maa orbiidi (LEO) või mõlema kohta? Kasutage otsustamiseks infot teabelehel nr 1.

1. Vaatab alati sama poolkera \_\_\_\_\_
2. Läbib enamikke kohti Maal \_\_\_\_\_
3. Saab iga päev teha palju pilte ühest ja samast kohast \_\_\_\_\_
4. Loob väga üksikasjalikke pilte \_\_\_\_\_
5. Kasutatakse kaugseires \_\_\_\_\_
6. Aitab seirata maakatte tüüpe \_\_\_\_\_
7. Toetab ilmaprognooside tegemist \_\_\_\_\_

### Kaugseire

Teabelehel nr 1 esitatud loos kasutatakse satelliitidele paigaldatud kaameraid Maa kliima jälgimiseks. Kuid andurite ja platvormide teisi kombinatsioone saab kasutada väga erinevate nähtuste jälgimiseks. Mõelge, milliste nähtuste jälgimiseks võiks neid kasutada. Kirjutage oma ideed allolevasse tabelisse.

Andur	Platvorm	Rakendus

### Uurime satelliite

Valige üks Maa seire satelliit ja koostage selle kohta infograafik, mis sisaldab järgmisi elemente:

- pilt või joonis satelliidist;
- orbiit, millel satelliit liigub;
- mida satelliidil asuv(ad) andur(id) tuvastab/tuvastavad;
- kes hoiab satelliiti töös ja milline on missiooni eesmärk;
- millal satelliit orbiidile saadeti ja selle (eeldatav) eluiga;
- millised on teised selle satelliidiga seotud satelliidid.

Võite lisada mis tahes muud teavet, kuid pidage meeles, et teie infograafik peaks jääma atraktiivseks ja kergesti loetavaks.

## Õpilase tööleht nr 2: MIDA ME KOSMOSEST NÄEME?

### Kui suure pildi võib teie kaamera teha?

1. Valige klassis tahvel või aken. Kui lai see on? \_\_\_\_\_
2. Kui kaugel sellest peate seisma, et see fotole ära mahuks? \_\_\_\_\_

Tehk pilt.

Teie pildil oleva objekti (tahvli või akna) suurus on teie kaamera **võrdlusobjekt** sellel kaugusel.

3. Võrdlusobjekti mõõtude ja kauguse alusel arvutage välja, millist objekti saaksite samade seadistustega järgnevatel kaugustel/kõrgustel pildistada:
  - a) 300 m kõrgusel maapinnast lendaval droonil \_\_\_\_\_
  - b) 10 000 m kõrgusel asuval õhusõidukil \_\_\_\_\_
  - c) Rahvusvahelises kosmosejaamas (ISS) 400 km kaugusel \_\_\_\_\_
  - d) Maa-lähedasel orbiidil asuval satelliidil \_\_\_\_\_

### Mida saab teie kaameraga näha?

Laadige tehtud foto alla ja avage see pilditöötlustarkvaras.

4. Mitu pikslit on pildi laius? \_\_\_\_\_
5. Kasutage seda tulemust ja esimesele küsimusele antud vastust, et leida oma pildi mõõtkava (m piksli kohta): \_\_\_\_\_
6. Nüüd otsige üles väikseim objekt, mida kaamera näeks, kui kaamera asuks:
  - a) droonil \_\_\_\_\_
  - b) õhusõidukil \_\_\_\_\_
  - c) ISS-is \_\_\_\_\_
  - d) Maa-lähedasel orbiidil asuval satelliidil \_\_\_\_\_



## Kaamerad kosmoses

7. Kas te näeksite oma kaameraga nii kaugelt selliseid üksikasju, kui kaamera oleks nendes kohtades? Miks?

---

8. Mis võiks teie arvates satelliitidel kasutatavate kaamerate puhul olla teisiti? Millist mõju avaldaks see piltidele?

---



---

## Ajaline eraldusvõime

Pildi mõõtkava (meetrit piksli kohta) nimetatakse **ruumiliseks eraldusvõimeks (resolutsiooniks)**. Aga on olemas ka **ajaline eraldusvõime**.

9. Mida tähendab Teie arvates „ajaline eraldusvõime“? \_\_\_\_\_

Avage veebirakendus „Climate from Space“ ([cfs.climate.esa.int](https://cfs.climate.esa.int)).

Klõpsake üleval paremal andmekihtide sümbolil (*Data Layers*) ja valige loendist *Ocean Colour* (ookeani värv).

Klõpsake all vasakul nupule .

10. Millised on nende andmete ruumilised ja ajalised resolutsioonid?

---

11. Uurige mõne muu andmekogumi ruumilist ja ajalist resolutsiooni. Need on tõenäoliselt erinevad. Miks? \_\_\_\_\_

12. Olete märganud, et on kohti, kus andmed puuduvad (hallid alad). Mis võib olla selle põhjuseks?

---



---

## Vabatahtlik ülesanne

13. Vahel antakse ruumiline eraldusvõime kraadides, mitte meetrites. Kui arvestame, et Maa raadius on 6400 km, milline piksli suurus vastab ruumilisele eraldusvõimele 0,25°:

a) ekvaatori juures? \_\_\_\_\_

b) teie elukohas? \_\_\_\_\_

## Õpilase tööleht nr 3: EL NIÑO JA LA NIÑA

### Mis põhjustab El Niño ja La Niña?

Väljendid A–I kirjeldavad vee ja õhu liikumist üle troopilise Vaikse ookeani. Mõned kirjeldavad tavalist aastat, mõned El Niño aastat ja teised La Niña aastat. Kirjutage tabelisse sobivale reale täht või tähed.

- A Jaheda vee vöönd ulatub idast läände üle ookeani pinna.
- B Mööda Kesk- ja Lõuna-Ameerika rannikut tõuseb pinnale külm ja toitainerikas vesi.
- C Vaikse ookeani idaosas tõuseb külm vesi kiiremini kui tavalisel aastal.
- D Pilvkate on Vaikse ookeani piirkonnas suurenenud.
- E Soe pinnavesi liigub Austraalia poole.
- F Passaattuuled on tugevamad kui tavaliselt.
- G Passaattuul puhub idast läände.
- H Passaattuuled nõrgenevad või isegi pöörduvad.
- I Ookean Ameerika rannikul on soojem kui tavaliselt.

<b>Tavaline aasta</b>	
<b>El Niño</b>	
<b>La Niña</b>	

### El Niño ja La Niña kosmosest

Avage veebirakendus „Climate from Space“ ([cfs.climate.esa.int](https://cfs.climate.esa.int)).

Klõpsake paremal üleval andmekihtide sümbolil (*Data Layers*) ja vaadake valikute loendit.

1. Milliste andmekihtide väärtused teie arvates El Niño ja/või La Niña ajal muutuvad?
2. Millised mustrid või muutused toimivad mõlemal juhul?

Pange oma mõtted kirja allolevasse tabelisse.

Andmekiht	El Niño	La Niña

### El Niño ja La Niña tuvastamine

Proovige veebirakenduses „Climate from Space“ muuta mõne andmekihi aega ja kohta. Vajadusel paluge abi õpetajalt.

1. Uurige andmekihte (või ainult ühte neist), mille väärtused teie arvates El Niño ja/või La Niña nähtuse ajal muutuvad.
2. Leidke üks või mitu El Niño ja La Niña nähtust.
3. Kirjutage nende nähtuste esinemise aeg (kui nähtus esines kahel järjestikusel aastal, kirjutage mõlemad aastad):

El Niño \_\_\_\_\_

La Niña \_\_\_\_\_

### El Niño ja La Niña mõju

El Niño ja La Niña mõju on suurem kui vaid muutunud sademete mustrid.

1. Viige läbi kirotsing nende nähtuste mõju kohta eri kogukondadele ja riikidele terves maailmas. Visandage selle kohta mõistekaart:

2. Valige üks mõjudest välja ja uurige, millised mõjud olid konkreetse El Niño või La Niña nähtuse ajal või pärast seda.
3. Salvestage kokkuvõtte podcasti osana. Salvestis peaks:
  - olema audiofail, mis ei ole pikem kui kolm minutit;
  - sisaldama lühikest selgitust selle kohta, mis on El Niño ja/või La Niña;
  - selgitama, kuidas nähtus viib olukorrani, mida kirjeldate;
  - kirjeldama mõju inimestele, keskkonnale ja/või tööstusele.

## Teabeleht 1: PLANEEDI PULSI MÕÕTMINE



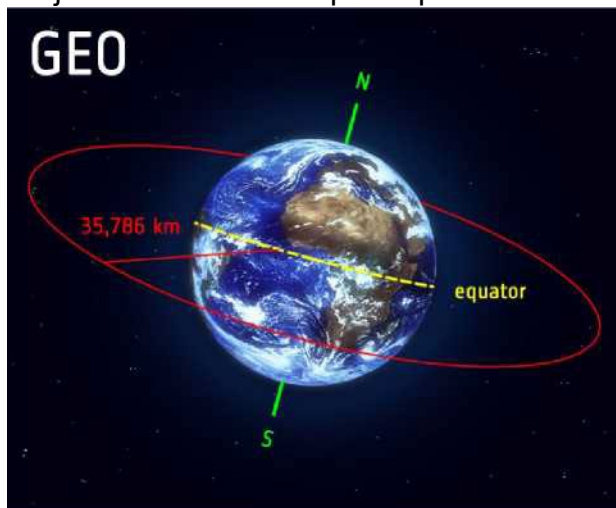
Kuulus Sinise marmorkuuli kujutis Maast (allikas: NASA)

Sinine marmorkuul (*The Blue Marble*) on pildi nimi, mis on tehtud Apollo 17 meeskonna poolt. See on läbi aegade üks levinumaid fotosid maakera kohta. Pildil domineerib merede ja ookeanide sinine värv, kuid lähemalt vaadates võime eristada veel paljusid värve: kollane Sahara liiv, tumerohelised troopilised vihmametsad, valged pilved ookeanide kohal ning Antarktikat kattev jää ja lumi. Sellised pildid, mis on tehtud tavaliste kaameratega, sisaldavad tohtul hulgal teavet. Sarnaseid pilte kasutatakse laialdaselt, nt televisiooni ilmaennustuse osas.

Teadlased kasutavad mõistet *kaugseire*, et kirjeldada objektide vaatlemist eemalt. Kaugseiresüsteem vajab **andurit** (eespool toodud näites on selleks kaamera) ja **platvormi** (antud juhul satelliit). **Maa seireks** kasutatakse mitut tüüpi andureid, mis on paigaldatud erinevat tüüpi satelliitidele. Teadlased kombineerivad andurite saadud infot eri viisidel, sõltuvalt sellest, millist nähtust nad uurivad. Vaatleme, kuidas orbiidi tüüp mõjutab andmeid, mida satelliidi instrumendid saavad koguda.

### Orbiidi tüübid

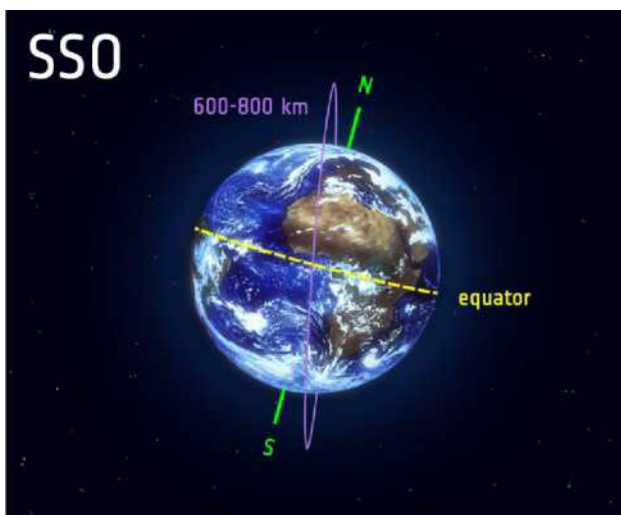
Paljud ilmaennustuse pildid pärinevad instrumentidelt, mis asuvad umbes 36 000 km



Geosünkroonne ekvatoriaalne orbiit (GEO) (allikas: ESA)

kõrgusel Maa pinnast. Satelliidid, mis neid kannavad, liiguvad samal kiirusel kui planeet pöörleb ja seega paistab satelliit statsionaarselt samas taevapunktis. Sellisel **geosünkroonsel ekvatoriaalsel orbiidil asuvaid satelliite** nimetatakse **geostatsionaarseteks satelliitideks**. GEO võimaldab teha iga päev palju pilte ühest ja samast asukohast. Nende abil saavad meteoroloogid jälgida, kuidas ilmasüsteemid muutuvad.

Kõik satelliidid ei ole geostatsionaarsed. Teised saavad vaadata kogu maakera, reisides pooluselt poolusele. Need **polaarorbiidil olevad satelliidid** asuvad **Maa-lähedasel orbiidil (LEO)** umbes 700 km kõrgusel. Polaarsatelliitidel kulub ümber maakera liikumiseks vaid umbes sada minutit ja nende teekond ületab ekvaatorit umbes neliteist korda päevas.



Päikesesünkroonne orbiit (SSO) on Maa-lähedase orbiidi (LEO) eriliik (allikas: ESA)

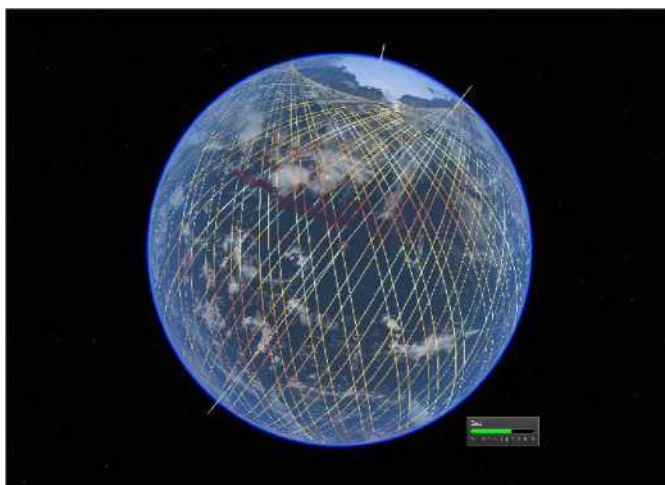
Enamik polaarorbiidi satelliite järgib väga kindlat teed, mida nimetatakse **päikesesünkroonseks orbiidiks (SSO)**. Nad ei lähe otse üle pooluste, nende orbiit on veidi kallutatud. Selle tulemusena on iga kord ekvaatori teatud punkti läbides kohalik aeg umbes sama.

Enamikus kohtades saavad päikesesünkroonsete polaarorbiidiga satelliitide pardal olevad kaamerad teha ainult ühe pildi päevas. Kuid pildid on üksikasjalikumad kui need, mis on võetud geostatsionaarsetelt satelliitidelt, sest kaamera on Maale palju lähemal. Teine põhjus, miks kasutada just SSO orbiiti on

selles, et kuna kõik konkreetse koha pildid tehakse samal kellaajal, ei mõjuta pilte Päikese kõrguse muutused. See võimaldab täpsemalt näha ülejäänud muutusi, mis on kliimamuutuste jälgimiseks väga olulised. Muutused näitavad meie planeedi tervist, samamoodi nagu arstile annab infot inimese pulsi mõõtmine.

### Satelliitvaatluste kasutamine

Euroopa Kosmoseagentuur, mis on maailma üks juhtivaid kosmoseorganisatsioone, on kogunud satelliidiandmeid üle neljakümne aasta. Ja kasutanud selleks enamasti päikesesünkroonsel polaarorbiidil tiirlevate satelliitide abil. Näiteks võimaldab see meil näha, kuidas globaalne soojenemine on meie planeeti mõjutanud, ning on eriti kasulik selleks, et näidata, mis toimub raskesti ligipääsetavates piirkondades. See on oluline, sest raskesti ligipääsetavad piirkonnad nagu ookeanid, mäed, troopilised vihmametsad, savannid ja polaaralad kuuluvad kliimamuutuste suhtes kõige haavatavamate piirkondade hulka.



Copernicuse satelliidil Sentinel 6 kulub ühe orbiidi läbimiseks ligikaudu sada minutit ja seega „näeb“ satelliit enamikke Maa jäävabu ookeane vähemalt kümne päeva jooksul (allikas: ESA).

## Lingid

### ESA allikad

Kliima kosmosest:

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

Kliima koolidele:

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

Õpetage kosmosega:

[http://www.esa.int/Haridus/Õpetajad\\_Corner/Teach\\_with\\_space3](http://www.esa.int/Haridus/Õpetajad_Corner/Teach_with_space3)

El Niño uurimine:

[https://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace\\_Weather\\_EN/SEML1PVO1FG\\_0.html](https://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_Weather_EN/SEML1PVO1FG_0.html).

### ESA kosmoseprojektid

ESA kliimabüroo:

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

Kosmos meie kliima jaoks:

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

ESA Maa seire missioonid:

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

Maa-uurijad:

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

Copernicuse programmi Sentinel satelliidid:

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

### Lisainformatsioon

Orbiidi tüübid:

[https://www.esa.int/Enabling\\_Support/Space\\_Transportation/Types\\_of\\_orbits\\_\(inglise\\_keeles\)](https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Transportation/Types_of_orbits_(inglise_keeles))

El Niño diagrammid:

[https://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Images/2018/08/El\\_Nino](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2018/08/El_Nino).

Maa kosmosest (videod)

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

ESA Kids lehekülg:

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