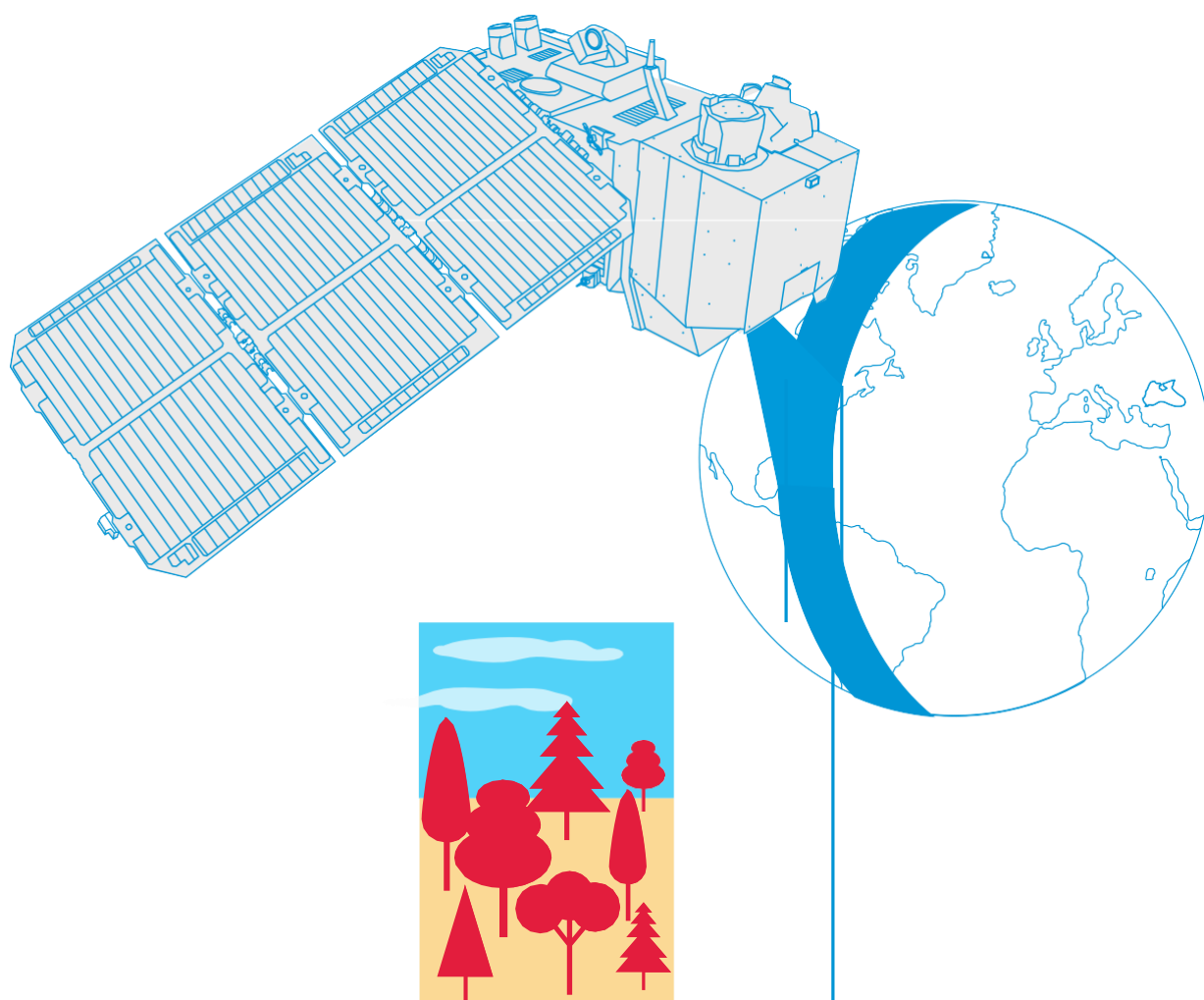
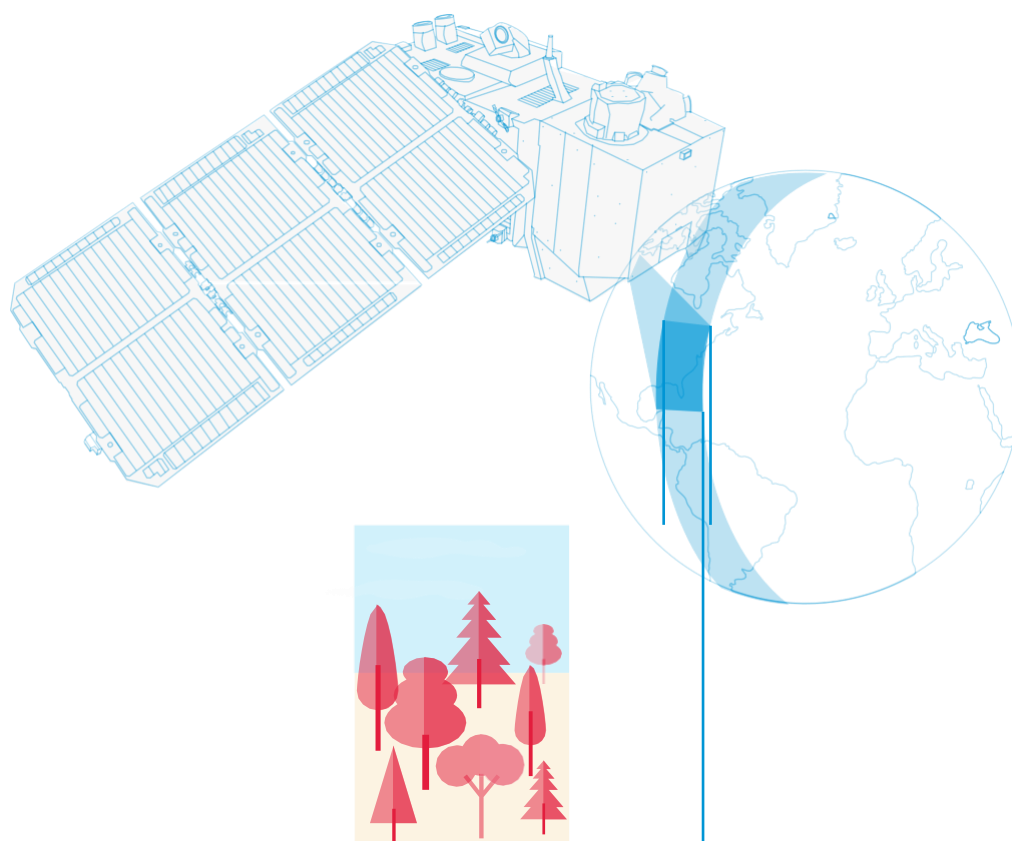


õpeta kosmosega

→ INFRAPUNA VEEBIKAAMERA HÄKKIMINE

Vaatleme maailma uuel viisil – infrapunakiirguse abil





Õpetaja juhend

Lühike kokkuvõte	lk 3
Tegevuste kokkuvõte	lk 4
Sissejuhatus	lk 5
Taust	lk 6
Tegevus 1: Veebikaamera häkkimine	lk 8
T 2: Objektide vaatlemine infrapunakiirgusega	lk 9
T 3: Maa vaatlemine infrapunakiirgusega	lk 11
Õpilaste tööleht	lk 13
Lingid	lk 20

Õpeta kosmosega – infrapuna veebikaamera häkkimine | P15
www.esa.int/education

Euroopa Kosmoseagentuuri Haridusosakonnale saab anda tagasisidet siin:
teachers@esa.int

Õppematerjali tegevuste kontseptsiooni on ESA jaoks välja töötanud Suurbritannia Riiklik Kosmoseakadeemia (NSA)

ESA Haridus
Copyright 2018 © European Space Agency

→ INFRAPUNA VEEBIKAAMERA HÄKKIMINE

Vaatleme maailma uuel viisil – infrapunakiirguse abil

Lühike kokkuvõte

Õppeained: füüsika, geograafia

Vanusevahemik: 12–16

Raskusaste: keskmine

Õppetunnile kuluv aeg: 30 minutit

Kulud: keskmised (10-30 eurot rühma kohta)

Asukoht: siseruum, kus on päevavalgust

Hõlmab: veebikaamera ja arvuti kasutamist

Märksõnad: Maa seire, infrapunakiirgus, satelliidipildid, füüsika, geograafia.

Ülevaade

Õppematerjali tegevused aitavad õpilastel tundma õppida elektromagnet-spektrit ja vaadelda odava muudetud veebikaamera abil infrapunakiirgust. See annab hea aluse arutlemiseks, kuidas kasutada infrapunakiirgust teabe saamiseks, mis ei ole kättesaadav nähtava valguse abil. Õpilased analüüsivad ka satelliidipilte, mis aitab neil mõista, miks on kasulik infrapuna spektrialas „näha“.

Õpieesmärgid

- Õpilased oskavad tuvastada elektromagnetkiirguse eri tüüpe.
- Õpilased oskavad kirjeldada infrapunakiirguse erinevaid rakendusi.
- Õpilased teavad, kuidas kasutada interneti vahendeid satelliitandmete leidmiseks ja analüüsimiseks.
- Õpilased mõistavad, kuidas infrapunakiirgust saab kasutada taimestiku seisundi jälgimiseks.
- Õpilased oskavad ära tunda loomulikes värvides satelliidipilte ja valemvärvipilte.

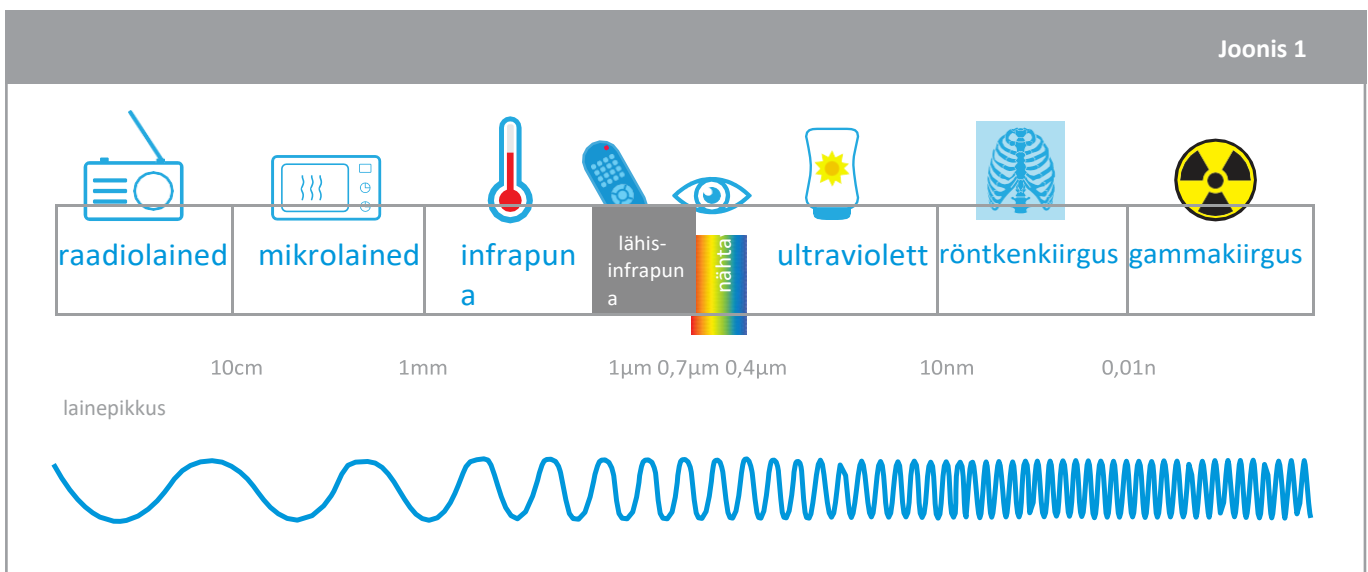
→ Tegevuste kokkuvõte

Tegevuste kokkuvõte					
	Pealkiri	Kirjeldus	Tulemus	Eeltingimused	Aeg
1	Veebikaamera häkkimine	Veebikaamera muutmine nii, et see „näeb“ nähtava valguse spektriala asemel infrapuna spektrialas	Infrapuna veebikaamera	Puuduvad	30 minutit
2	Objektide vaatlemine infrapuna-kaameraga	Erinevat tüüpi objektide vaatlemine nähtavas valguses ning infrapuna-kiirguse abil.	Infrapunakiirguse erinevate rakenduste tuvastamine ning mõistmine, kuidas infrapunakiirgust saab kasutada leidmaks teavet, mis pole nähtava valguse abil kättesaadav.	1. tegevuse lõpuleviimine	30 minutit
3	Maa vaatlemine infrapunakiirguse abil	Loomulikes värvides piltide analüüsimine ja võrdlemine infrapunakiirguse kujutamisel saadud valemipiltidega.	Arusaamine kuidas infrapunakiirgust saab kasutada taimestiku tervise hindamiseks ning miks on kasulik „näha“ infrapuna spektrialal.	Puuduvad	30 minutit

→ Sissejuhatus

Elektromagnetspekter on erinevate elektromagnetkiirguste (sh infrapunakiirguse) jaotus (joonis 1). Enamik Päikese kiiratavast elektromagnetkiirgusest peegeldatakse või neelatakse Maa atmosfääris. Aga osa kiirgusest, nagu nt nähtav kiirgus, raadiolained ja osa infrapunakiirgusest, on võimeline atmosfääri läbima.

Erinevate pinnaomadustega esemed peegeldavad ning neelavad päikesekiirgust erinevalt. Peegeldunud kiirgus sisaldab teavet eseme pinna kohta ning võimaldab meil näha eseme värvi ning kuju. Inimese silm on võimeline nägema ainult väga piiratud spektri osa – nähtavat valgust. Aga mittenähtava osa nägemiseks võime kasutada erinevaid mõõteriistu. Näiteks Maa kaugseire satelliitidel on teaduslikud mõõteriistad, millega näeb nähtavas, infrapunases ning ka teistes elektromagnetspektri lainepikkuste vahemikes.



↑ Elektromagnetspekter hõlmab erinevat tüüpi kiirgusi, alates pikimatest raadiolainete spektrialast kuni lühimate gammakiirguse spektrialani.

Selles õppematerjalis keskendume spektri lähis-infrapuna ning nähtava valguse lainepikkustele. Samamoodi nagu nähtav valgus on jagatud erinevateks värvideks, on infrapunakiirgus jagatud erinevateks osadeks. Nähtavast valgusest veidi pikema lainepikkusega lähis-infrapunakiirgus peegeldub taimestikult ning annab detailset teavet Maa taimestiku kohta. Sellepärast kasutatakse Maa kaugseire satelliitidel taimestiku vaatluseks seda elektromagnetspektri osa.



↑ Euroopa Sentinel-2 satelliit kannab kõrgresolutsiooniga multispektraalset seadet, millel on 13 kanalit meie maapinna ja taimestiku uutmoodi seire jaoks.

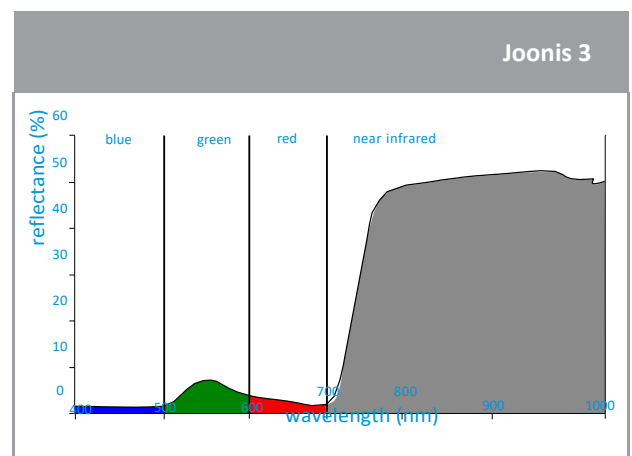
→ Taust

Taimestiku seire

Taimed peegeldavad elektromagnetkiirgust erilisel viisil. Taimedes olev klorofüll neelab valgust fotosünteesi jaoks vajaliku energia saamiseks. Aga kasutatakse ainult punast ja sinist osa nähtavast valgusest. Roheline valgus peegeldatakse tagasi, seepärast näemegi lehti rohelisena. Lähis-infrapunakiirgust ei ole fotosünteesi jaoks vaja, mistõttu enamik kiirgust peegeldub lehelt tagasi.

Joonisel 3 on näidatud heas seisundis oleva taime peegeldunud kiirguse protsente erinevatel lainepikkustel; seda nimetatakse ka peegeldusvõimeks. Sinine valgus neelatakse peaaegu täielikult klorofüllilt poolt, umbes 10 % rohelisest valgusest peegeldub ja punane valgus neelatakse peaaegu täielikult. Liikudes veidi pikemate lainepikkusteni, lähis-infrapunakiirgusest peegeldub umbes 50 %. Enamik taimi peegeldab nähtavas spektri osas vähe ning lähis-infrapuna spektris osas palju.

Kui taime seisund halveneb, näiteks veepuuduse tõttu, peegeldab taim rohkem nähtavat punast valgust ja vähem infrapunakiirgust. Seda võib näha ka sügisel, kui lehed muutuvad aastaegade vaheldumise tõttu kollaseks ja punaseks. Mida suurem on erinevus nähtava punase valguse ja lähis-infrapunakiirguse peegeldumise vahel, seda parem on taime seisund. Seda asjaolu kasutatakse Maa seires taimestiku seisundit näitavate indeksite arvutamisel suurtel maaladel.



↑ Heas seisundis oleva taime (st terve taime) peegeldunud kiirguse protsents nähtava valguse ja lähis-infrapunakiirguse lainepikkustel.

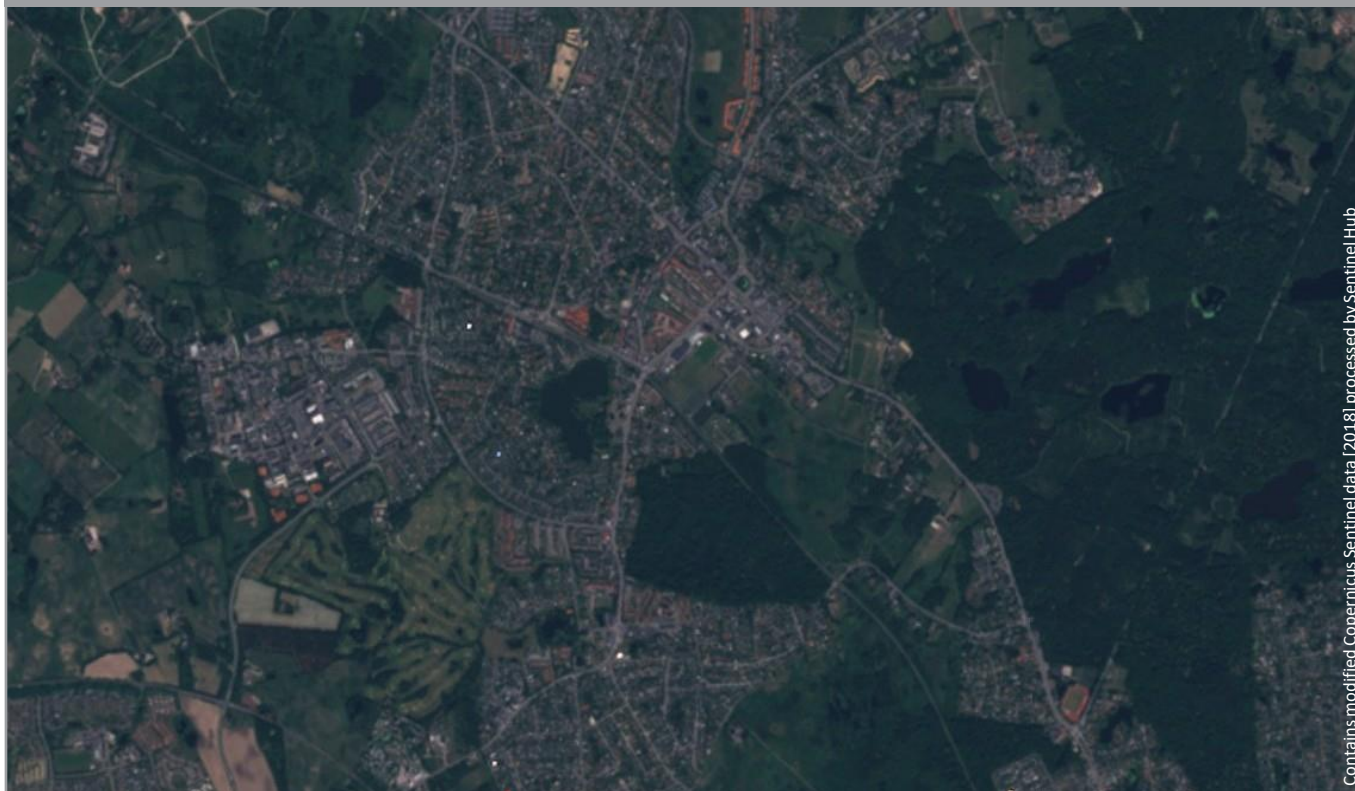
Loomulikes värvides pildid ja valemipildid

Peegeldunud lähis-infrapunakiirgust saab kujutada valemipiltidega, kasutades ära asjaolu, et satelliitidel on kaamerad „näevad“ rohkem kui ainult valguse nähtavat osa. Valemipildil kasutatakse vähemalt ühte lainepikkust väljaspool nähtava valguse vahemikku, selle tulemusena võivad värvid olla (lõplikul) pildil mitteootuspärased. Näiteks ei ole rohi alati roheline! Loomulikes värvides pildil antakse mõõtmiste tulemused edasi peegeldunud punase, rohelise ja sinise valguse kombinatsioonidena. Tulemuseks on meile harjumuspärane pilt maailmast.

Allpool olevatel joonistel näeme Taani linna Birkerød kohta loomulikes värvides pilti (joonis 4) ning valemipilti (joonis 5). Valemipildil kuvatakse peegeldunud lähis-infrapunakiirgus punasena, punane rohelisena ning roheline sinisena. Kuna taimed peegeldavad lähis-infrapunases rohkem kui rohelises, siis paistab taimestik punasena. Mida säravam on punane, seda tervem ja külluslikum on taimestik, sest särav punane viitab kõrgemale peegeldumisele lähis-infrapunases. Loomulikes värvides pildil on taimestik harjumuspäraselt roheline.

Üldiselt on peegeldumine nähtavas valguses palju nõrgem kui lähis-infrapunases ning kujutis on tumedam. See teeb veekogude tuvastamise loomulikes värvides pildil raskemaks. Valemipildil saab veekogusid selgelt tuvastada tänu suurele peegeldumise erinevusele vee ning (kõrge peegeldusvõimega) taimestiku vahel. Vesi neelab suurema osa sissetulevast kiirgusest, nii lähis-infrapunase, punase kui rohelise; seega on tal väga nõrk peegeldusvõime.

Joonis 4



Contains modified Copernicus Sentinel data [2018], processed by Sentinel Hub

↑ Taani linna Birkerødi loomulikes värvides pilt.

Figure 5



Contains modified Copernicus Sentinel data [2018], processed by Sentinel Hub

↑ Taani linna Birkerødi vaelevärvipilt.

→ Tegevus 1 – veebikaamera häkkimine

Selles tegevuses muudavad õpilased veebikaamerat nii, et see „näeb“ nähtava valguse lainepikkuste asemel infrapuna spektrialal.

Vahendid (iga infrapunakaamera kohta)

- 1 manuaalse teravustamisrõngaga veebikaamera
- 1 knopka või nõel
- Kaks (avatud) fotofilmi tükki või polariseerivat filtrit, mis on objektiivile katmiseks piisavalt suur
- läbipaistev kleeflint
- Käärid
- Arvuti

Ülesanne

Juhend veebikaamera häkkimiseks on toodud õpilaste töölehel.

Üldiselt on odavamaid veebikaamera mudelid lihtsam lahti lammutada kui kallimaid mudelid.

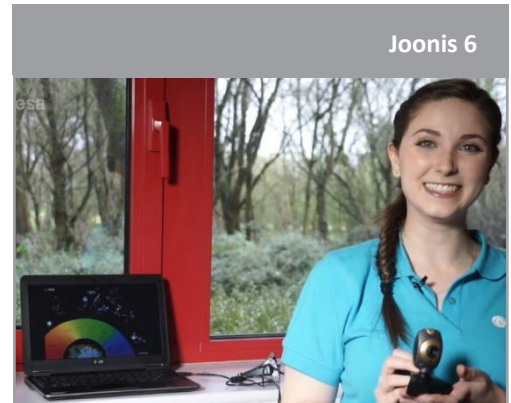
Õpilaste töölehe näites on kasutatud mudelit Trust 17405. Vaadake ülesande täitmiseks vajalike juhiste saamiseks infrapuna veebikaamera häkkimise videot. Õpilased võiksid töötada väikestes rühmades. Veebikaamera võib ka eelnevalt ümber teha ning õpilased saavad alustada kohe tegevustega 2 ja 3. Peamine muutus, mis kaamera juures tuleb teha, on eemaldada infrapuna filter. Sõltuvalt valgustingimustest võib olla vajalik lisada nähtava valguse filter.

Filtrid blokeerivad kindlate lainepikkustega kiirgust. Nähtava valguse blokeerimiseks on tarvis kahte polariseerivat filtrit. Sest laine võib liikuda üles ja alla või vasakule ja paremale (seda ühetasandilist võnkumist nimetatakse polarisatsiooniks). Kaks filtrit blokeerivad kindlasti kogu nähtava valguse.

Enamus veebikaameratel on vajalik tarkvara juba kaasas. Mõnede kaamerate puhul tuleb siiski enne veebikaamera arvutiga ühendamist vajalik tarkvara installida.

Õpilastele tuleb selgitada, et häkitud kaamera on lähis-infrapuna kaamera, mitte soojuskaamera.

Digikaamerates kasutatavad sensorid reageerivad lainepikkusteni kuni 1 μm (lähis-infrapuna). Soojuskaamerad kasutavad veidi pikemaid lainepikkusi – infrapuna lainepikkusi. Need kaamerad reageerivad infrapunakiirgusele, mida kiirgavad kõik objektid, mille temperatuur on üle absoluutse nulli; infrapunakiirgus ei ole meie silmale nähtav. Mida kõrgem on objekti temperatuur, seda lühemaid lainepikkusi objekt kiirgab. Kui objekti temperatuur tõuseb piisavalt kõrgele, saab lähis-infrapunakaameraga kiirgavast energiast pilti teha või näha palja silmaga. Näiteks kui röster läheb väga kuumaks, siis muutub see punaseks.



↑ [Infrapuna veebikaamera häkkimise video \(vt materjali viimasest, linkide osast\).](#)

→ Tegevus 2: objektide vaatlemine lähis-infrapunakaameraga

Selles tegevuses vaatlevad õpilased erinevat tüüpi objekte, nii palja silmaga kui ka häkitud lähis-infrapunakaameraga.

Vahendid

- Häkitud lähis-infrapuna veebikaamera (1. tegevusest)
- Kaugjuhtimispult
- Led pirn
- Küünal
- Heas seisundis elustaim ning kunsttaim

Ülesanne

Taimedega katsete tegemiseks on vaja päevavalgust. Tehke alati katse klassiruumis enne õpilastega koos tegemist läbi. Sõltuvalt valgustingimustest ruumis võib olla vajalik blokeerida nähtavat valgust ning panna objektiivi ette polariseeriv filter või (avatud) fotofilm.

Õpilased peaksid vaatlema erinevaid objekte ja täitma töölehel oleva tabeli. Seal tuleb neil kirjeldada kuidas nad näevad objekte oma silmaga ja häkitud veebikaameraga ning arutlema tulemuste üle.




Tulemused

Vaata järgmisel lehel olevat tabelit.

Arutelu

Kaugjuhtimispult, küünal ja LED pirn kiirgavad infrapunakiirgust. Häkitud veebikaamera abil saavad õpilased „näha“ infrapunakiirgust, mida kiirgab nt kaugjuhtimispult. Saame vaadata, milline valgusallikas (nt LED pirn ja küünal) kiirgab vähem infrapunakiirgust ja on seega energiasäästlikum.

Häkitud veebikaameraga taimi vaadeldes näeme peegeldunud päevavalgust. Kuna heas seisundis taim kiirgab tugevalt lähis-infrapunakiirgust, saame infrapunakaamera abil hinnata taimetervist.

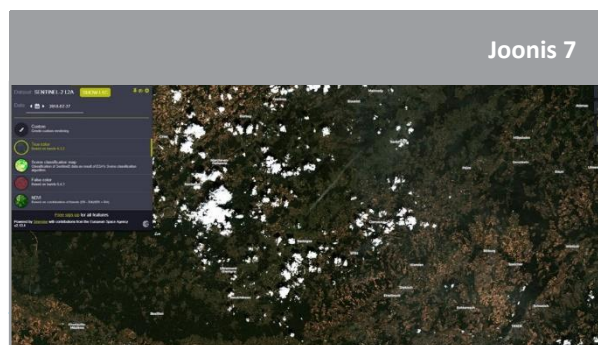
Objektid	Kirjelda oma vaatlusi		Arutle oma vaatlustulemuste üle
	Nähtavas valguses	Infrapuna spektrialal	
Kaugjuhtimispult 	Kui vaadata kaugjuhtimispulti ning vajutada nupule, ei näe midagi (välja arvatud nõrk valgus juhtudel, kui kaugjuhtimispuldi kasutatav lainepikkus on väga lähedal nähtavatele lainepikkustele).	Kui vaadata läbi veebikaamera kaugjuhtimispulti ning vajutada nupule, on näha infrapuna saatja eredat valgust. NB! Seda saab vaadata ka mõne nutitelefoniga kaameraga!	Kaugjuhtimispulti kasutatakse mõne seadme, nt televiisori, kaugjuhtimiseks. Kuidas vastuvõtja (nt televiisor) teab, millist nuppu puldil vajutati? Iga nupp saadab kindlal infrapunakiirguse lainepikkusel välja teavet sisse- või väljalülitamise kohta. See teabe muster on seotud kindla nupuga kaugjuhtimispuldil. Sellepärast näemegi infrapunakaameraga kaugjuhtimispuldi poolt saadetud signaali.
LED vs küünal 	Nii LED pirn kui ka küünal mõlemad kiirgavad. Aga värvus on kummagil erinev. Küünal on soojem valgus ning LED pirn külm valgus.	Läbi veebikaamera vaadates paistab küünal märksa heledamana kui LED pirn.	Küünal kiirgab peale nähtava valguse ka soojust, mis on nähtav infrapuna lainepikkustel ja seetõttu paistabki küünal infrapunakaameraga heledam. LED pirn kiirgab infrapuna lainepikkustel üsna vähe, aga nähtavas valguses palju.
elustaimed vs kunsttaimed 	Mõlemad taimed on rohelised. NB! Kui näed mõnda kollast või pruuni lehte, saad neid võrrelda heas seisundis olevate roheliste lehtedega.	Infrapuna veebikaameraga vaadates paistavad elustaimede lehed oluliselt heledamata kui kunsttaimede lehed. Kollased ja pruunid lehed on palju tumedamad kui rohelised (elus)lehed.	Nähtavas valguses paistavad mõlemad taimed rohelistena. Infrapunakaameraga paistab elustaim märksa heledamana kui kunsttaim. Kuna infrapunakiirgust ei kasutata fotosünteesis, peegeldab elustaim selles lainepikkuses tugevalt. Infrapunakiirguse tugev peegeldamine on põhjustatud käsnaolise mesofüllüüsi tõttu, mis on omane heas seisundis taimedele. Kollaste ja pruunide lehtede struktuur on juba purunenud, seega on infrapunakiirguse peegeldamine oluliselt madalam.

→ Tegevus 3: Maa vaatlemine infrapunakiirgusega

Selles tegevuses õpilased analüüsivad satelliidipilte. Võrreldakse loomulikes värvides pilte vaevärvipiltidega; viimasel kuvatakse lähis-infrapunakiirgust. See aitab õpilastel mõista, miks on kasulik lähis-infrapunakiirgust „näha“.

Ülesanne

Satelliidipildid laaditi alla keskkonnast EO Browser. See on online rakendus, kus saab ligi kasutusvalmis loomulikes värvides satelliidipiltidele, vaevärvipiltidele ja mitmetele muudele toodetele. Võite sealt üles otsida ja õpilastele näidata oma kodukoha pilte suvel ja talvel, loomulikes värvides piltidel ja vaevärvipiltidel. Õpilased võivad otsida ka teisi neid huvitavaid näiteid.



1. Vaatle allpool toodud Sentinel-2 tehtud loomulikes värvides satelliidipilti (Põhja-Saksamaal, 28.11.2016). Milliseid loetletud nähtusi on võimalik pildilt tuvastada?

- põllud
- lumi
- mets
- pilved
- jõgi
- järved
- tänav
- autod
- ehitised
- inimesed

Õpilastelt võiks küsida, miks pole pildil autosid või inimesi. Põhjuseks on satelliidipildi ruumiline lahutusvõime. Ruumiline lahutusvõime on ühe satelliidipildi piksli pindala Maa peal. Selles ülesandes kasutusel oleva pildi ruumiline lahutusvõime on 10 m, st piksli pindala Maal on 10 m x 10 m. Sellise ruumilise lahutusega ei ole võimalik inimesi ja autosid tuvastada.

2. Vaatle vaevärvipilti

a. Proovi leida eelpool mainitud nähtused. Kas sa näed mõnda uut nähtust, mida loomulikes värvides pildilt polnud võimalik tuvastada?

Kõik eelpool mainitud nähtused on tuvastatavad. Veekogud, eriti need, mis on keset metsa, on palju lihtsamini tuvastatavad.

b. Milline pinnatüüp/nähtus on vaevärvipildil punane? Mis erinevus on erepunase ja tumepunase vahel?

Punase värviga on pildil kuvatud taimestik. Põllud on erepunased ning metsad tumepunased. Metsa struktuuri saab kindlaks teha puulatvade varjude järgi.

3. Kirjeldage erinevusi ja sarnasusi loomulikes värvides pildi (ülesandes 1) ja valevärvipildi (ülesandes 2) vahel.

Loomulikes värvides pildil on taimestik (rohi ja mets) tumeroheline ning paljas muld on pruun. Ehitised ja teed on hallid. Valevärvipildil on rohi ja mets punased.

Mõlemal pildil on veekogud (järved ja jõed) on väga tumedad ning tööstuspiirkonnad väga heledad või koguni valged.

4. Arutlege loomulikes värvides pildi ning valevärvipildi (millel on kuvatud lähis-infrapunakiirgus) plusside ja miinuste üle.

Üldiselt on loomulikes värvides pildil kuvatud peegeldus palju nõrgem kui valevärvipildil, seega on loomulikes värvides pilt palju tumedam. See aga raskendab veekogude tuvastamist. Valevärvipildil saab veekogusid selgelt tuvastada tänu suurele peegeldumise erinevusele vee (millel on väga nõrk peegeldumisvõime) ning taimestiku (millel on kõrge peegeldumisvõime) vahel.

Valevärvipildil on võimalik kindlaks teha rohkem üksikasju taimestiku kohta. Põhjuseks on tugevam peegeldumisvõime lähis-infrapunakiirguses ning puulatvade varjud (mida loomulikes värvides pildil pole näha). Varjude juures tuleb arvestada päikesekiirte langemisnurgaga – pilt oli tehtud novembris, st langemisnurk oli väiksem kui suvel, seetõttu olid varjud pikemad ning karedad pinnad paistsid tumedamatena.

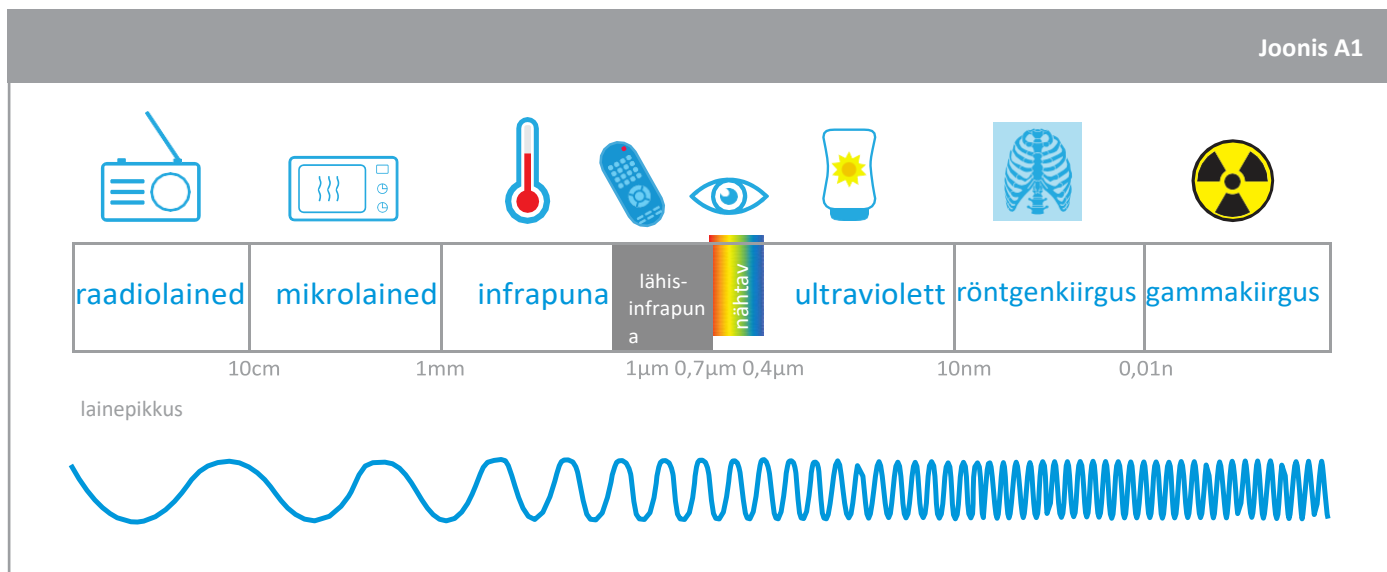
→ Arutelu

Nende praktiliste tegevuste käigus saab arutleda elektromagnetspektri, Maa seire rakenduste ning meie planeedi taimestiku seire üle. Tegevused annavad võimaluse mõelda ka kosmosetehnoloogia mõju üle meie igapäevaelus ja tulevikus.

→ INFRAPUNA VEEBIKAAMERA HÄKKIMINE

Vaatleme maailma uuel viisil – infrapunakiirguse abil

Meie silmad ei näe infrapunakiirgust, aga me võime kasutada infrapunakaamerat, et seda „nähtamatut“ kiirgust näha. Meile nähtav spektriosa – nähtav valgus – moodustab ainult väikese osa elektromagnetspektrist. Joonisel 1 on näidatud elektromagnetspektri eri tüüpi kiirgused ning lainepikkused ja kasutusnäited.



↑ Elektromagnetspekter hõlmab erinevat tüüpi kiirgusi, alates pikimatest raadio lainepikkustest kuni lühimate gammakiirguse lainepikkusteni.

Samamoodi nagu nähtav valgus on jagatud erinevateks värvideks, on infrapunakiirgus jagatud erinevateks osadeks. Digikaamera sensoritega saab lihtsalt tuvastada lähis-infrapunakiirgust, mis asub nähtavale punasele valgusele kõige lähemal. Ka Maa seire satelliitidel on teaduslikud mõõteriistad, millega saab uuel viisil tuvastada maapealsete objektide ning atmosfääri elektromagnetkiirguseid.

Kas sa tead?

Rahvusvahelise kosmosejaama pardal on väga eriline infrapunakaamera, millega saab teha võimsaid pilte Maast! See kaamera on osa Astro Pi'st, väikesest arvutist, millel on hulk sensoreid ja seadeldisi, mida saab kasutada suurepärase teaduslike eksperimentide läbiviimiseks. Õpilaste rühmadel on võimalik sellel väikesel arvutil programmeerida ja kasutada lähis-infrapunakaamerat taimestiku hulga ja seisundi mõõtmiseks Maal. Selleks tuleb osaleda Euroopa Astro Pi Väljakutsel.



→ Tegevus 1: veebikaamera häkkimine

Selles tegevuses teed sa tavalisest veebikaamerast infrapunakaamera. Tavaliselt on kõikides digi- ja veebikaamerates objektiividel infrapuna filter, mis filtreerib välja/eemaldab kogu infrapunakiirguse, selleks, et hästi jäädvustada nähtav valgus. See filter tuleb eemaldada. Siit leiad lihtsad instruksioonid selle kohta, kuidas muuta oma veebikaamerat nii, et sellega näeks lähis-infrapunakiirgust.

Vahendid

- 1 manuaalse teravustamisrõngaga veebikaamera
- 1 knopka või nõel
- 2 (avatud) fotofilmi tükki või polariseerivat filtrit
- läbipaistev kleeplint
- käärid

Ülesanne

1. Kaamera lahti võtmine

Keera teravustamisrõngast vastu päeva kuni kogu objektiivi saab välja võtta.

2. Eemalda infrapuna filter

Objektiivi sees on väike punane või roheline plastiktükk (vt vasakpoolne objektiiv joonisel A2). See on infrapuna filter. Eemalda nõelaga ettevaatlikult filter, tee seda õrnalt, sest filter võib liiga suure surve puhul puruneda.

3. Pane kaamera kokku

Keera objektiiv tagasi veebikaamerasse ning ühenda kaamera arvutiga. Võib olla on vaja avada videotarkvara, et näha veebikaamera pilti. Kasuta pildi teravustamiseks manuaalset teravustamisrõngast.



Infrapunakaamera on nüüd valmis kasutamiseks!

NB! Kui kaamera pilt ekraanil on liiga ere, siis on liiga palju nähtavat valgust ning see tuleb välja filtreerida. Selleks tuleb objektiivi ette panna kaks polariseerivat filtrit või avatud fotofilm. Kontrolli, et kaks filtrit oleksid asetatud omavahel risti. Filtrid võib kinnitada läbipaistva kleeplindiga.

→ Tegevus 2: objektide vaatlemine infrapunakaameraga

Siin tegevuses kasutad häkitud infrapunakaamerat, et vaadelda objekte nähtavas valguses ning infrapuna spektrialal.

Vahendid

- Häkitud infrapuna veebikaamera (1. tegevusest)
- Kaugjuhtimispuul
- LED lamp
- Küünal
- Heas seisundis elustaim ning kunsttaim

Ülesanne

1. Vaata erinevaid objekte kõigepealt enda silmadega (nähtav valgus) ning seejärel läbi veebikaamera (infrapunakiirgus).
2. Täida järgmisel lehel olev tabel.




Arutelu

Võta arvesse oma katse tulemusi ning arutle koos kaasõpilastega kuidas infrapunakiirgus aitab meil paremini meile nähtavaid asju mõtestada. Kirjuta kokkuvõtte arutelust tabelisse.

Kas sa tead?

Euroopa Kosmoseagentuur (ESA) on aidanud arendada mitmeid satelliite, mis kasutavad Maa vaatlemiseks erinevat tüüpi kaameraid. Sentineli missioonide rühma eesmärk on tõsta meie arusaamist Maa keskkonnast ning võtta vastu paremaid otsuseid. Ühe missiooni nimi on Sentinel-2 ja see koosneb kahest kaksiksatelliidist. Nendel satelliitidel on kaamerad teevad pilte nii nähtavas valguses kui infrapuna spektrialal ning nad katavad kogu planeedi viie päevaga! Sentinel-2 satelliite saab kasutada taimestiku kasvu, maakatte muutuste ja metsade jälgimiseks.



Objektid	Kirjelda oma vaatlusi		Arutle oma vaatlustulemuste üle
	Nähtavas valguses	Infrapuna spektrialal	
Kaugjuhtimispult 			
LED vs küünal 			
Elustaimed vs kunstaimed 			

→ Tegevus 3: Maa vaatlemine infrapunakiirgusega

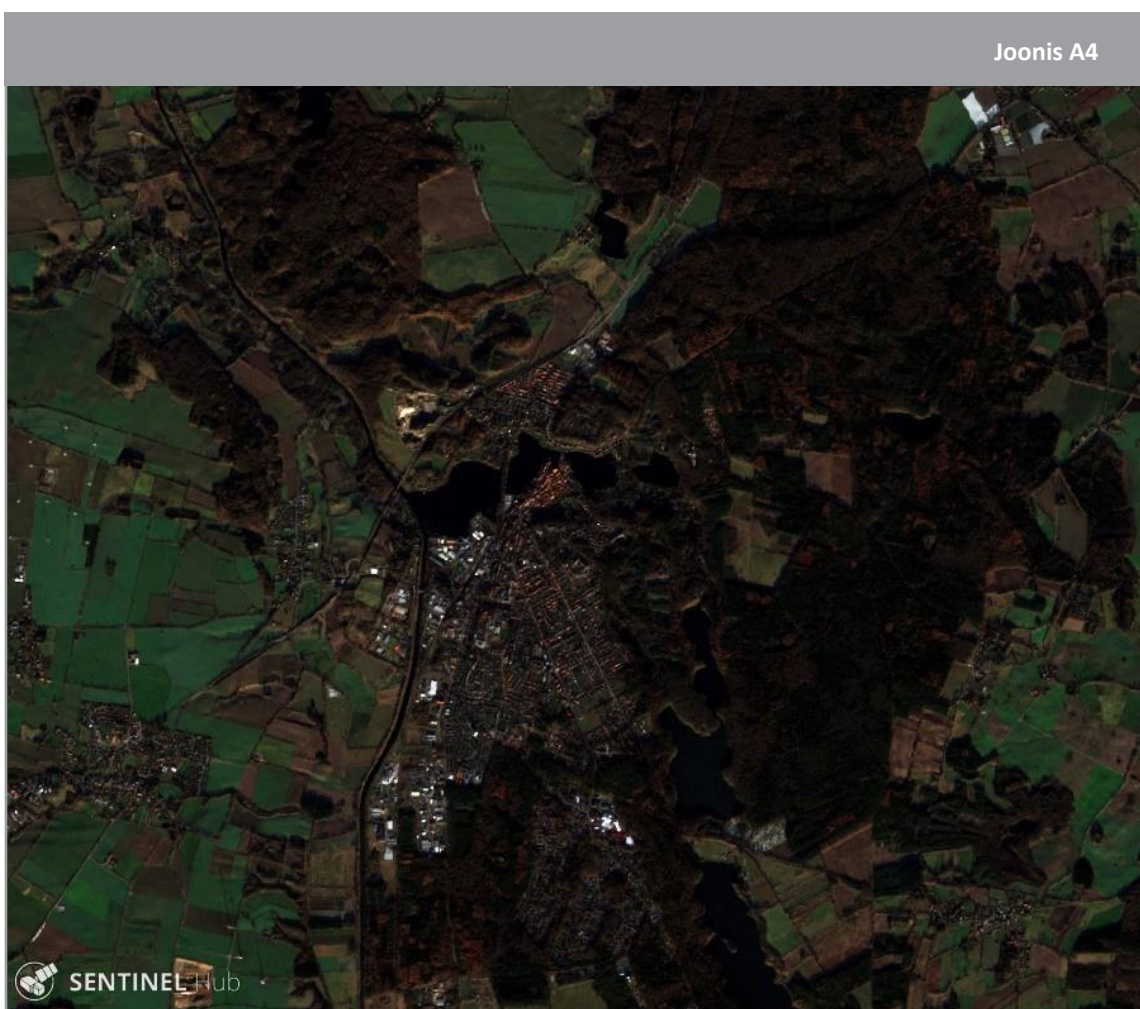
Infrapunakaameraid kasutatakse Maa seire satelliitidel. Nende abil saame visualiseerida kiirgust, mida me oma silmaga ei näe. Tulemuseks on valevärvipilt. Inimese silmale nähtava valguse pilti nimetame loomelikes värvides pildiks. Sellel antakse mõõtmiste tulemused edasi peegeldunud punase, rohelise ja sinise valguse kombinatsioonidena. Tulemuseks on meile harjumuspärane pilt maailmast. Valevärvipildil kasutatakse vähemalt ühte lainepikkust väljaspool nähtava valguse vahemikku, selle tulemusena võivad värvid olla pildil mitteootuspärased. Näiteks ei ole rohi alati roheline!

Me hakkame analüüsima satelliidipilte ning võrdlema loomulikes värvides pilte valevärvipiltidega. Kas sa leiad erinevused üles?

Ülesanne

1. Vaatle allpool toodud Sentine-2 poolt tehtud loomulikes värvides satelliidipilti (Põhja-Saksamaa, 28.11.2016). Milliseid loetletud nähtusi on võimalik pildil identifitseerida?

- | | |
|----------|------------|
| • põllud | • järved |
| • lumi | • tänavad |
| • mets | • autod |
| • pilved | • ehitised |
| • jõgi | • inimesed |



↑ Sentinel-2 tehtud loomulikes värvides satelliidipilt. Sisaldab muudetud Copernicus Sentineli andmeid [2017] töödeldud Sentinel Hub'i abiga.

2. Vaatle allpool toodud Sentinel-2 poolt tehtud valevärvipilti (Põhja-Saksamaa, 28.11.2016).

Märkus: Valevärvipildil on peegeldunud lähis-infrapunakiirgus kuvatud punasena.

- a. Proovi leida eelpool toodud nähtusi. Kas sa näed mõnda uut nähtust, mida loomulikes värvides pildilt polnud võimalik tuvastada?

- b. Milline pinnatüüp/nähtus on valevärvipildil punane? Mis erinevus on erepunase ja tumepunase vahel?



↑ Sentinel-2 poolt tehtud valevärvipilt. Sisaldab muudetud Copernicus Sentineli andmeid [2017], töödeldud Sentinel Hub'i abiga.

3. Kirjelda erinevusi ja sarnasusi loomulikes värvides pildi (ülesandes 1) ja valemvärvipildi (ülesandes 2) vahel.

4. Arutlege loomulikes värvides pildi ning valemvärvipildi (millel on kuvatud lähis-infrapunakiirus) plusside ja miinuste üle.

Kas sa tead?

See Sentinel-2A satelliidipilt näitab Saudi-Araabia kõrbe kasutamist põllumajanduslikel eesmärkidel. Pildil paistvates ringides on niisutussüsteemid, kus keskel on kaev. See on valemvärvipilt ja lähis-infrapunakiirus on kuvatud punasena. Taimed peegeldavad enamuse sellest kiirgusest ja seetõttu paistavad põllud erepunastena. Lähis-infrapunakiirgust kasutatakse taimestiku seireks (kosmosest) sageli.



→ Lingid

ESA abivahendid

ESA õpeta kosmosega – infrapuna veebikaamera häkkimise video | VP15:

esa.int/spaceinvideos/Videos/2017/06/Infrared_webcam_hack_-_using_an_infrared_webcam_to_observe_the_world_in_a_new_way_-_classroom_demonstration_video_VC15

ESA klassiruum: esa.int/Education/Classroom_resources

ESA kosmose projektid

ESA Maa seire missioonid

www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/ESA_for_Earth

Sentinel -2

www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2

Täiendav teave

Satelliidipiltide online platvorm

<https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>

Video Sentinel-2: sissejuhatus

esa.int/spaceinvideos/Videos/2015/07/Sentinel-2_an_introduction

ESA Nädala Maa seire pilt

esa.int/spaceinimages/Sets/Earth_observation_image_of_the_week