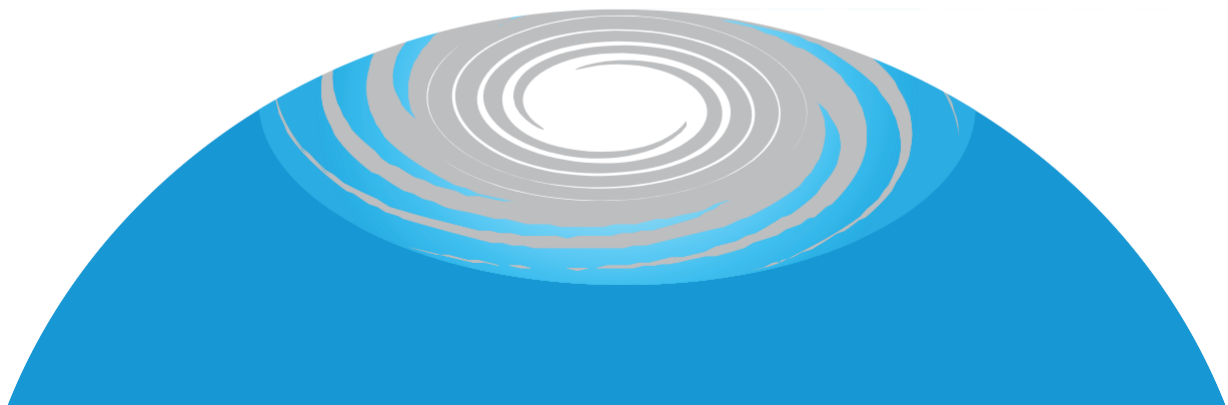
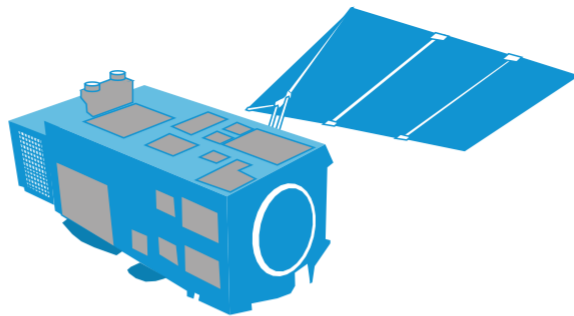
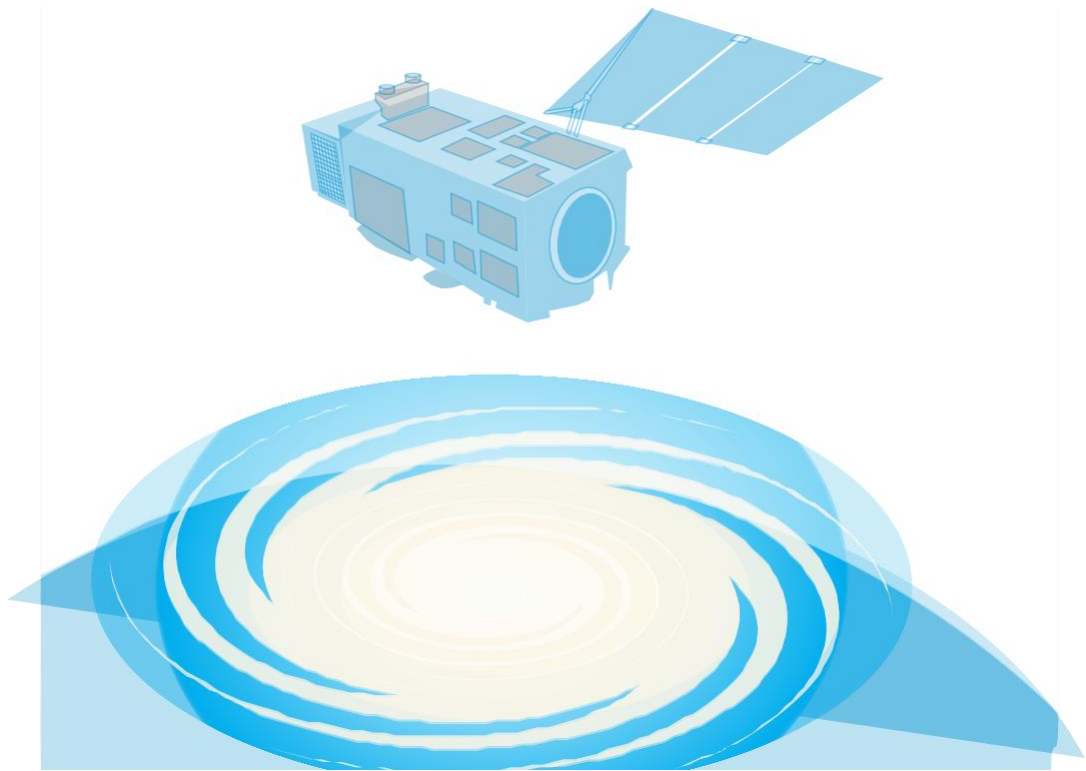


Kosmos on õpetlik

→ PEALE TORMI

Orkaan Matthew trajektoori kaardistamine ja mõjude hindamine





Õpetaja juhend

Faktid lühidalt	lk 3
Tegevuste kokkuvõte	lk 4
Sissejuhatus	lk 5
Taust	lk 6
Tegevus 1: Kaardista orkaani trajektoori	lk 7
Tegevus 2: Orkaan Matthew mõju	lk 9
→ ÕPILASTE TÖÖLEHT	lk 10
Lingid	lk 14
Lisa	lk 15

Kosmos on õpetlik — peale tormi | G05
www.esa.int/education

Euroopa Kosmoseagentuurile (ESA) saab anda tagasisidet siin:
teachers@esa.int

ESA Hariduse koostöö ESERO UK osakonnaga

Copyright 2018 © European Space Agency

→ PEALE TORMI

Orkaan Matthew trajektoori kaardistamine ja mõjude hindamine

Faktid lühidalt

Teema: geograafia, täppisteadused

Vanusevahemik: 12–15

Tüüp: praktiline tegevus

Raskusaste: lihtne

Õppetunnile kuluv aeg: 1tund

Maksumus: madal (0–10 EUR)

Asukoht: siseruumides

Hõlmab: arvuti ja Interneti kasutamist

Märksõnad: Maa seire, kliima, ekstreemne ilm, orkaan, geograafia, täppisteadused

Lühikirjeldus

Orkaanide uurimiseks võetakse näitena Matthew orkaan ning kaardistatakse kaugseire rakenduste abil selle trajektoori ning hinnatakse purustuste mõju. Õpilased saavad teada, kuidas orkaan areneb ja millist mõju võib ekstreemne ilm ühiskonnale avaldada. Õpilased võrdlevad selleks satelliidipilte. Tegevuse võib lõpule viia kas iseseisva tööna IKT vahenditega või näiteks koos arutledes klassiruumis.

Õppe-eesmärgid

- Õpilane saab aru kuidas orkaanid arenevad.
- Õpilane mõistab millist mõju võivad ühiskonnale avaldada ekstreemsed ilmastikutingimused.
- Õpilane mõistab kuidas kaugseire andmeid saab kasutada ilmaprognoosi tegemisel ning ekstreemsete ilmastikuolude tekitatud kahjustuste hindamisel.
- Õpilane mõistab, kuidas riigid teevad koostööd, et aidata kannatada saanud piirkondi.

→ Tegevuste kokkuvõte

Tegevuste kokkuvõte					
	Pealkiri	Kirjeldus	Tulemus	Nõuded	Aeg
1	Orkaani trajektoori kaardistamine	Õpilased kasutavad orkaani arenemise jälgimiseks satelliidipilte. Õpilased saavad treenida oma vaatlusoskusi.	Õpilased saavad teada: <ul style="list-style-type: none"> • kuidas orkaan areneb • kuidas Maa seire võimaldab mõista ilmastikuolude muutumist ning prognoosida ilma. 	Puuduvad	20 minutit
2	Orkaan Matthew mõju	See tegevus põhineb kaugseire andmetel ja julgustab õpilasi uurima kuidas Maa seiret saab kasutada näiteks selliste looduskatastroofide uurimiseks nagu orkaan Matthew. Piltidele kommentaaride kirjutamise ja muutuste tuvastamise kaudu arenevad õpilaste vaatluse ja analüüsi oskused.	Õpilased saavad teada: <ul style="list-style-type: none"> • millist mõju võivad ühiskonnale avaldada ekstreemsed ilmastikuolud • millised võivad olla ekstreemsete ilmastikuolude poolt põhjustatud kahjud • kuidas saab peale ekstreemseid ilmastikusündmusi kasutada olukorra normaliseerimise planeerimiseks Maa seire vahendeid 	1. tegevuse lõpuleviimine	40 minutit

→ Sissejuhatus

2017. aasta oli tohutute orkaanide aasta. Alates möötmiste algusest 1851. aastal, oli 2017. aasta orkaanide aktiivsuse poolest üheksandal kohal, hõlmates Vaikse ookeani taifuuni Noru ning orkaane Harvey ja Irma, mis laastasid USA-d ja Kariibi mere piirkonda. Uudised nende kohta levisid üle kogu maailma ning avalikkuse huvi oli suur. Ei olnud üllatav, et rahvusvahelises kosmosejaamas astronautide poolt tehtud pildid hakkasid ringlema sotsiaalmeedias, näiteks Twitteris.

Kuulsad ja muljetavaldavad satelliidipildid troopilistest tormidest nagu Noru, Irma ja Matthew ei ole enam uued tormide jälgimise vahendid. Sellised pildid tulevad meile meelde uskumatuid uuendusi, mis on tehtud teaduse ja tehnoloogia valdkonnas. Maa seire on nüüd palju arenenum, mis tähendab, et meie arusaam geograafilistest nähtustest on parem kui kunagi varem.

Tõepoolest, õpilased saavad nüüd ookeanide kohal otsida arenevaid troopilisi torme, hinnata nende tekkepõhjust (korreleerides tormide kihti ning merepinna temperatuuri kihti), mõõta tsüklonite läbimõõte ning hinnata, millised piirkonnad vajavad kõige rohkem humanitaarabi.

Orkaanid on üks ekstreemsetest ilmastikunähtustest, mida saab jälgida ainult satelliitide abil. Reaalajas kättesaadavad satelliidipildid võimaldavad ametiasutustel otsustada milliseid ettevaatusabinõusid tarvitusele võtta ning millal. Satelliitide abil saame teavet tormide ulatuse, tuule kiiruse ja trajektoori kohta ning selliste põhiomaduste kohta nagu pilve paksus, temperatuur ning vee- ja jääsisaldus.

Joonis A1



Orkaan Harvey, pildistatud ESA astronaut Paolo Nespoli poolt 400 km kõrgusel Maa orbiidil olevast rahvusvahelisest kosmosejaamast.

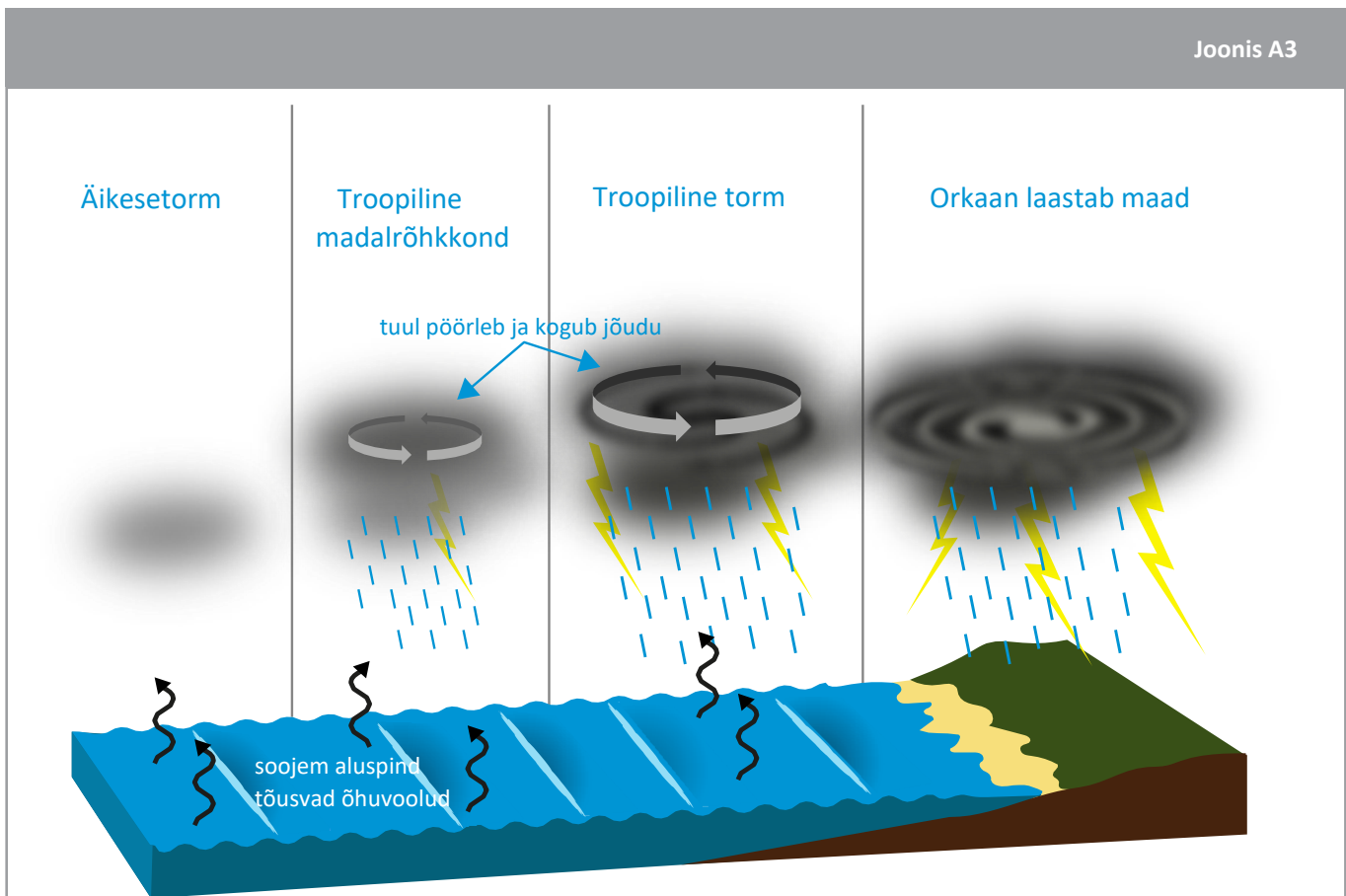
Joonis A2



↑ Euroopa Sentinel-3 satelliidi abil saab olulist infot ookeanide kohta ja ilmaprognooside jaoks. Täpsem prognoosimine aitab kaitsta inimesi ekstreemsete ilmastikunähtuste mõjude eest.

Mis on orkaan?

Orkaanid on tohutud troopilised tsüklonid, mis kujunevad välja troopiliste ja lähistroopiliste vete kohal (vt joonis A3). Troopiliste tsüklonite tekkeks peab ookeani pinnatemperatuur olema vähemalt 26,5 °C. Päikese kiirguse tagajärjel vesi aurustub, niiske õhk tõuseb ülespoole ning veeauru kondenseerumisel moodustuvad pilved. Tuule kiirus üle 119 km/h võib rannikualadele põhjustada olulist kahju.



↑ Orkaani tekkimine

Orkaan Matthew tekkis 28. septembril 2016. Järgmise kahe nädala jooksul liikus orkaan läbi Haiti, Kuuba, Bahama ja USA kaguranniku, enne kui nõrgenes 9. oktoobril 2016. Orkaan Matthew põhjustas oma teel katastroofilisi kahjustusi. Kõige enam kannatada saanud riik oli Haiti, kus hukkus üle 500 inimese ning humanitaarabi vajas 1,4 miljonit inimest. Orkaan Matthew mõju oli tunda veel 2018. aastal.

→ Tegevus 1: Kaardista orkaani trajektoori

Selles tegevuses analüüsivad õpilased orkaani mõningaid põhiomadusi, mida saab satelliidipildilt tuvastada. Seejärel uurivad õpilased trükitud satelliidipiltide abil orkaan Matthew arengut. Seda tegevust saab kohandada vastavalt õpilaste teadmiste tasemele.

Ülesanne

Esimeses ülesandes analüüsivad õpilased orkaani Matthew satelliidipilti, et mõista, kuidas orkaani ära tunda. Tegemist on ettevalmistusega 2. ülesande jaoks.

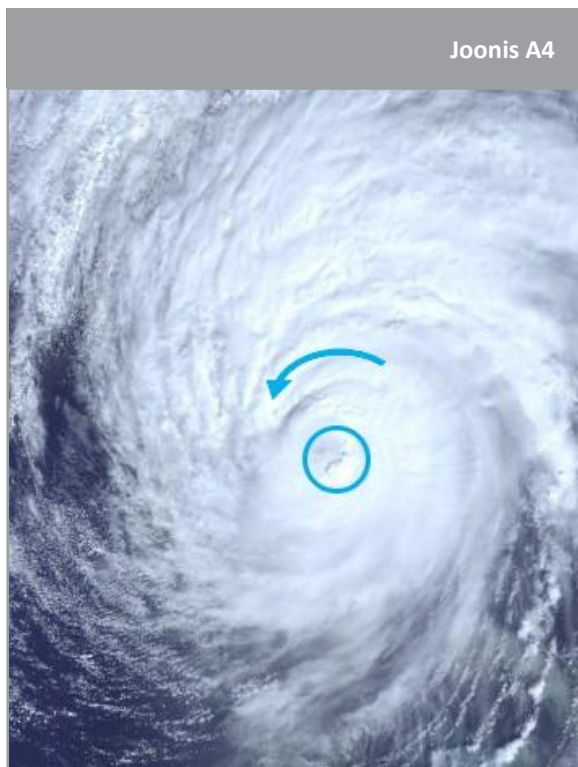
Õpilased saavad töötada töölehtedega kas paaridena või iseseisvalt. Teise ülesande juures võite printida ka lisas I olevad pildid. Sõltuvalt õpilaste teadmistest orkaanide kohta, võite laiali jagada lisas II oleva lisamaterjali 1. tegevuse jaoks. Õpilased peaksid panema lisamaterjali ja pildid omavahel vastavusse ning õigesse järjekorda.

Võite EO Browseriga otsida ise orkaanide pilte. EO Browser on veebipõhine tööriist, mis pakub lihtsat ja tasuta juurdepääsu erinevate Maa seire (EO) missioonide satelliidipiltidele. Linkide alt leiate juhendi EO Browseri käivitamise ja kasutamise kohta. Orkaanide otsimiseks soovitame valida Sentinel-3 satelliidi.


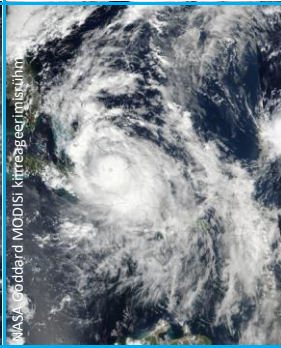



Tulemused

Ülesanne 1

Õpilased märgivad orkaani silma ja peaksid järeldama, et nad tuvastasid selle pilvede mustri järgi. Orkaani pöörlemissuund on vastupäeva Coriolise jõu tõttu, mis muudab tuulte suunda. Võib ka arutleda selle üle, kuidas troopilised tsüklonid pöörlevad lõunapoolkeral vastupidises suunas (päripäeva).



Ülesanne 2

28. september kell 14.30 (2016. a)	5. oktoober kell 18.30	7. oktoober kell 16.00	8. oktoober kell 18.20	9. oktoober kell 15.45
				
D	A	B	E	C
<p>Troopilise tsükli esinemine on ilmne.</p> <p>Liikumine = lääne suunas, Haiti poole.</p> <p>Asukoht = tsükloni kese asub Väikestest Antillidest ida pool.</p> <p>Ilm = tsükloni keset ümbritsevad tugevad äikesetormid, Kariibi merel paks pilvkate.</p> <p>Tuule kiirus on umbes 80 km/h.</p>	<p>Orkaan on nüüd nähtav.</p> <p>Liikumine = loode suunas, Bahama poole.</p> <p>Asukoht = orkaani silm on nähtav Kuubast põhja pool ja suundub Bahama poole.</p> <p>Ilm = näha on pilvede vastupäeva liikumine. See põhjustab mõju alla jäävates piirkondades tugevaid tuuli, tuulepuhanguid ning vihmavalanguid. Haiti, Dominikaani Vabariik, Jamaica ja Kuuba on jätkuvalt orkaani mõju all. Bahama jaoks on edastatud ilmahoiatused.</p>	<p>3. kategooria orkaan.</p> <p>Liikumine = loode suunas, USA ranniku poole.</p> <p>Asukoht = tsükli kese on nähtav Florida ranniku lähedal. Näha on väga tihe pilv ja selge orkaani struktuur.</p> <p>Ilmastikuolud = tugev tuul umbes 180 km/h, mis mõjutab Florida ja Georgia osariiki.</p>	<p>Orkaan Matthew struktuur muutub ning teiseneb post-troopiliseks tsükloniks</p> <p>Liikumine = kirde suunas, piki USA kagurannikut.</p> <p>Asukoht = Põhja-Carolina ranniku lähedal.</p> <p>Ilmastikuolud = tuul umbes 130 km/h, kohati tugevamate puhangutega, tugevad sademed. Tingimused hakkavad paranema alles järgmise 48 tunni jooksul.</p>	<p>Post-troopiline tsüklon.</p> <p>Liikumine = nüüd neelatakse külma frondi poolt USA idarannikul, sellest annab tunnistust vähenenud pilvisus.</p> <p>Asukoht = umbes 320 km Põhja-Carolinast ida pool.</p> <p>Ilmastikuolud = tuul hakkab nõrgenema.</p>

→ Tegevus 2: Orkaan Matthew mõju

Selle tegevuse käigus analüüsivad õpilased satelliidipilte, mis on võetud enne ja peale orkaani, et näha, millist mõju see avaldas maastikule ja seal elavatele inimestele.

Vahendid

- Internetiühendusega seadmed (sülearvutid/tahvelarvutid)

Ülesanne

Õpilased töötavad iseseisvalt satelliidipiltidega, aga kui puudub juurdepääs arvutile, siis saate kasutada ka lisas III toodud pilte. Neid saab kasutada ka tulemuste üle arutlemisel. Kui õpilased ei ole EO Browseriga tuttavad, siis jagage õpilastele EO Browseri juhend (vt linke).

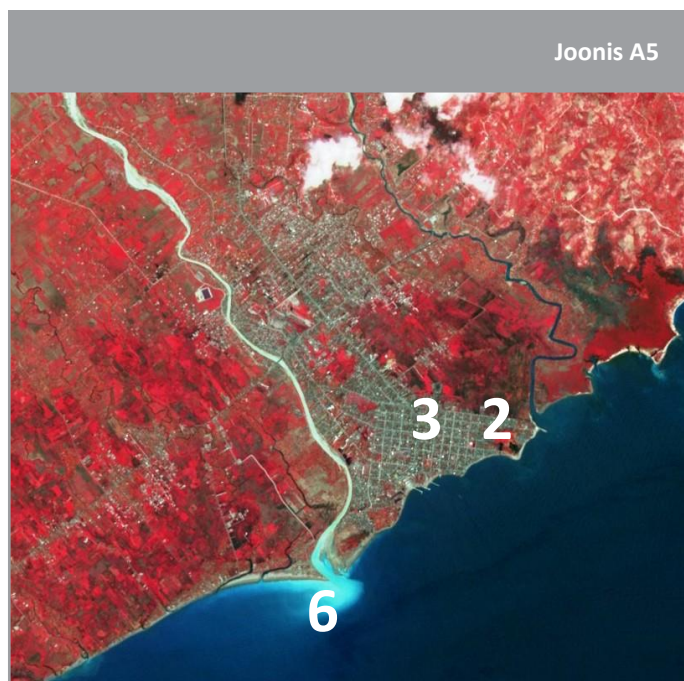
Küsimus 1: Valevärvi (false colour) pildid kasutavad ära asjaolu, et satelliitide kaamerad „näevad“ enamat kui lihtsalt valguse nähtavat osa. Valevärvi pildil kasutatakse vähemalt ühte lainepikkust väljaspool nähtava lainepikkuse vahemikku. Siin on valevärvipildil kuvatud peegeldunud lähiinfrapuna kiirgust punasena, punast rohelisena ning rohelist sinisena. Kuna taimed peegeldavad rohkem lähiinfrapuna lainepikkusega kiirgust kui roheline lainepikkusega kiirgust, siis kuvatakse taimestikualad punasena. Kirkam ja tugevam punane näitab suuremat peegeldumist lähiinfrapunases, mis näitab rohkem ja tervislikumat taimestikku. Üldiselt on peegelduvus nähtavas lainepikkuses palju madalam kui lähiinfrapunases ja tõeline värvipilt oleks tumedam. Soovitame kasutada valevärvi pilte, sest sellelt on võimalik tuvastada rohkem üksikasju.

Küsimus 2: Õpilased peaksid arutlema taimestikuga kaetud alade ja põllumajandusmaa vähenemise üle. Samuti tuleks märgata, et jões on kõrgem setete tase, mida näitab vee pruun värvus. See tuleneb avatud (vähese taimestikuga) nõlvade pinnaseerosioonist. Samuti on linnas Les Cayes palju hävinenud maju.

Küsimus 3: Vt joonis A5.

Küsimus 4: Õpilased peaksid mõistma, et sellised tehnoloogiad nagu Maa seire satelliidid ei vähenda kahjustuste hulka, kuid nende kasutamine on oluline otsuste vastuvõtmisel, mis võivad hädaolukordades olla kriitilise tähtsusega. Näiteks pildid enne ja pärast üleujutust annavad kohest teavet vara- ja keskkonnakahjude kohta. Mõned satelliidid, mis kasutavad radarit, nagu Sentinel-1, on võimelised nägema isegi läbi pilvede, vihma ja pimeduse. See on väga oluline katastroofi mõju kiireks kaardistamiseks ja hindamiseks.

Õpetajad saavad näidata ESA videot „Elude päästmine katastroofide korral“ (vt linke) ning arutleda selle üle, kuidas saavad satelliidipildid katastroofijärgsel perioodil hädaabitöötajaid toetada.



Les Cayes (Haiti) pärast orkaani.

→ PEALE TORMI

Orkaani Matthew trajektoori kaardistamine ja selle mõju analüüsimine

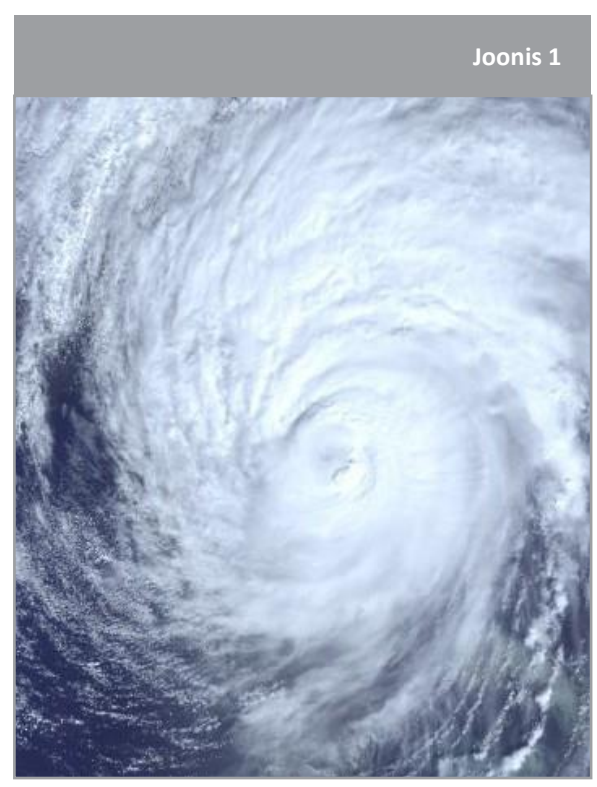
→ Tegevus 1: Kaardista orkaani trajektoor

Selle ülesande juures saate satelliidipiltide abil teada millised on orkaan Matthew osad ja omadused ning kuidas orkaan areneb.

Ülesanne 1

1. Satelliidipilt joonisel 1 näitab orkaani Matthew 7. oktoobril 2016.
 - a. Tõmba orkaani silmale ring ümber ning kirjelda, kuidas sa selle tuvastasid.

- b. Märkige noolega orkaani pöörlemise suund. Kas see on päripäeva või vastupäeva? Kas oskad seletada, miks?

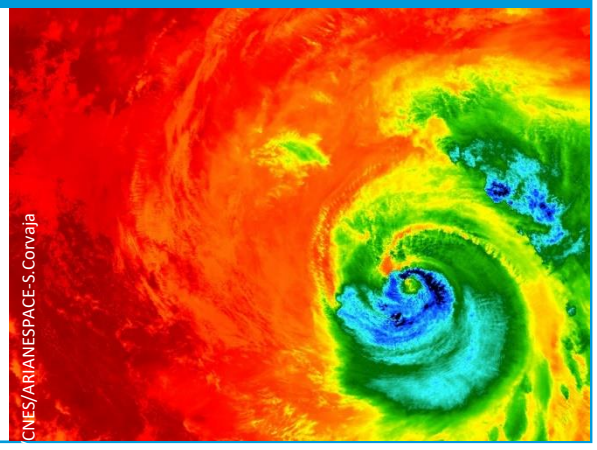


Joonis 1

↑ Pilt orkaanist Matthew. EO Browseriga töödeldud Copernicuse Sentinel-3 andmed (2016).

Kas sa teadsid?

Pilt näitab pilvede temperatuuri orkaani Matthew ülaosas. Tormi keskel on temperatuur -80°C (sinine). Oranž/punane värv näitab alasid ilma pilvedeta, mille pinnatemperatuur on umbes 25°C . Temperatuuriandmed saadakse satelliidil Sentinel-3 olevatelt instrumentidelt. Sentinel-3 mõõdab süstemaatiliselt ookeane, maapinda, jääd ja atmosfääri, et jälgida ja mõista laiaulatuslikku globaalset dünaamikat.

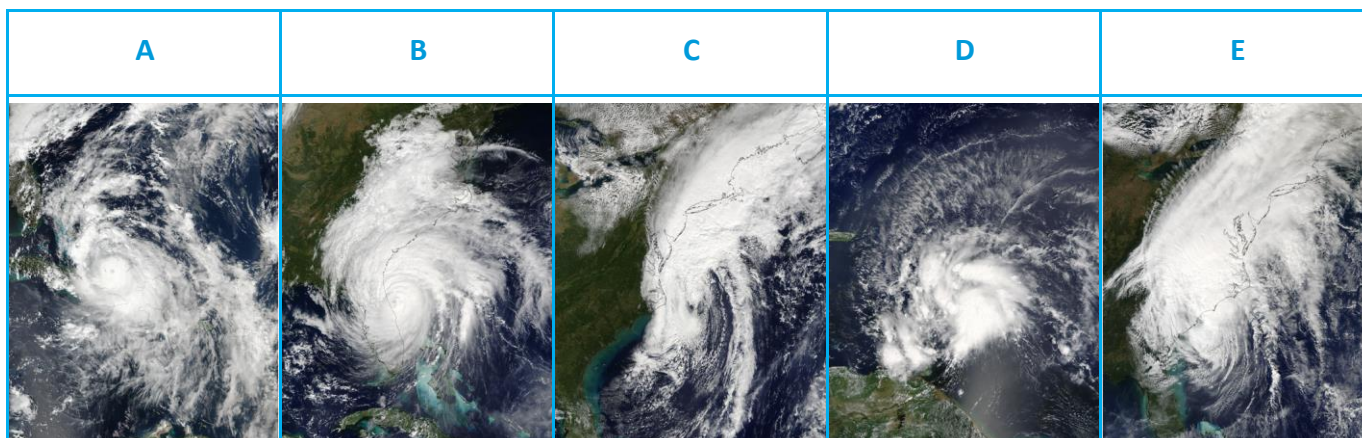


CNES/ARIANESPACE-S.Corvaja

Ülesanne 2

Järgmised satelliidipildid näitavad kuidas orkaani Matthew liigub põhja suunas, Haiti lääneranniku poole. **Järjekord on juhuslik.**

- Seadke pildid järjekorda A - E vastavalt tabelis 1 toodud kuupäevadele.
- Kirjutage iga pildi kohta kirjeldus. See peaks hõlmama pilvede liikumist, pilvede tihedust, ilmastikuolusid ja kahjustatud riike.



Tabel 1: Kaardista orkaani trajektoor

28. september kell 14.30 (2016. a)	5. oktoober kell 18.30	7. oktoober kell 16.00	8. oktoober kell 18.20	9. oktoober kell 15.45
Kirjeldus	Kirjeldus	Kirjeldus	Kirjeldus	Kirjeldus

→ Tegevus 2: Orkaan Matthew mõju

Orkaan Matthew põhjustas paljudes riikides suuri kahjustusi, kusjuures Haiti oli üks kõige rängemini laastatud riike. Siin analüüsime orkaani Matthew mõju uurimiseks satelliidipilte enne ja peale orkaani.

Kas sa teadsid?

Katastroofi korral koondab rühm rahvusvahelisi kosmoseagentuure oma ressursid ja ekspertteadmised, et toetada kohapealseid hädaabimeetmeid. Rahvusvaheline kosmose- ja suurõnnetuste harta on koostöö 16 Maa seire missioonide omaniku ja operaatori vahel. See võimaldab kiiret juurdepääsu satelliidiandmetele, et aidata katastroofide haldamisega tegelevaid asutusi loodusõnnetuste või inimtegevusest põhjustatud katastroofide korral. Aastatel 2000–2018 on hartas paljudel juhtudel kasutatud kosmoseressursse, et aidata reageerida rohkem kui 580 katastroofile rohkem kui 120 riigis. Harta aktiveeritakse keskmiselt 40 korda aastas.



Ülesanne

1. Kasutage veebipõhist vahendit EO Browser, et leida kaugeire pilte Les Cayes'ist (Haiti) enne ja peale orkaani (apps.sentinel-hub.com/eo-browser). Võite kasutada järgmisi otsingusätteid või otsida pilte enda soovi järgi!
 - Piirkond: Les Cayes, Haiti
 - Satelliit: Sentinel 2 (L1C)
 - Kuupäevad: enne 19. septembrit 2016, pärast 9. oktoobrit 2016
 - Valige „false colour“ (valevärv).
2. Võrrelge satelliidipilte enne ja pärast orkaani Matthew. Kirjeldage milliseid erinevusi näete asustuse, maapinna ning jõgede juures.

3. Allpool leiate teavet orkaani Matthew mõju kohta. Oma otsuse selgitamiseks valige piltidelt vähemalt kolm piirkonda, kus orkaan Matthew tegi laastamistööd.

1. Sademete hulk oli Haiti lõunarannikul keskmiselt 38–64 cm, mõnedes kohtades kuni 100 cm.

2. Selle tulemusena hukkus 90% Tiburoni poolsaare kookospalmidest ning hävisid terved kohvi- ja kakaoistandused. Põllukultuuride kahjustused tormide ja paduvihmade tagajärjel võivad põhjustada näljahäda. See mõjutas ka elanike sissetulekuid. Paljud elanikud on seotud elatuspõllumajandusega.

3. Kolme meetri kõrgused tõusulained ujutasid maa üle ning hävitasid asulaid, põhjustades surmasid ning laialdast kodutust (1,4 miljonit üle riigi). Piirkonnas esines ka maalihkeid.

4. Orkaani põhjustatud kahju oli hinnanguliselt 1,9 miljardit dollarit.

5. Infrastruktuuri kahjustused Sudi piirkonnas tõkestasid juurdepääsu Port-au-Prince'ile (Haiti pealinn) ning takistasid päästetöid.

6. Tugevate sademete poolt põhjustatud pinnase erosioon avatud (vähese taimestikuga) nõlvadelt suurendab setete hulka jõgedes. Täiendavaks probleemiks kujunes saastunud vee poolt tekitatud koolera puhangud.

7. Neljanda kategooria orkaaniga kaasnevad tugevad tuuled (kuni 240 km/h) kahjustasid hooneid (eriti katuseid). Arvesse tuleb võtta, et tegemist oli juba eelnevalt vaese piirkonnaga. Üleriigiliselt hävitas orkaan täielikult või pea-aegu täielikult 200 000 kodu.

4. Arutlege, kuidas satelliidipildid saavad katastroofijärgsel perioodil hädaabitöötajaid toetada.

→ Lingid

ESA

ESA klassiruumi ressursid: www.esa.int/education/Classroom_resources

ESA kosmoseprojektid

Sentinel-2

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

Sentinel-3

esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-3

Täiendav teave

EO Browser: Juhend

http://esamultimedia.esa.int/docs/edu/EO_Browser_guide.pdf

Inimelude päästmine katastroofi korral – ESA video

esa.int/spaceinvideos/Videos/2015/10/Saving_lives_when_disasters_strike

Copernicuse hädaolukordade ohjamise süsteem – aktiveerimiste

loetelu emergency.copernicus.eu/mapping/list-of-activations-rapid

Rahvusvaheline kosmose- ja suurõnnetuste harta

disasterscharter.org

NASA animatsioon satelliidifotodega orkaani Matthew laastamistöö kohta (3.–5. oktoober 2016)

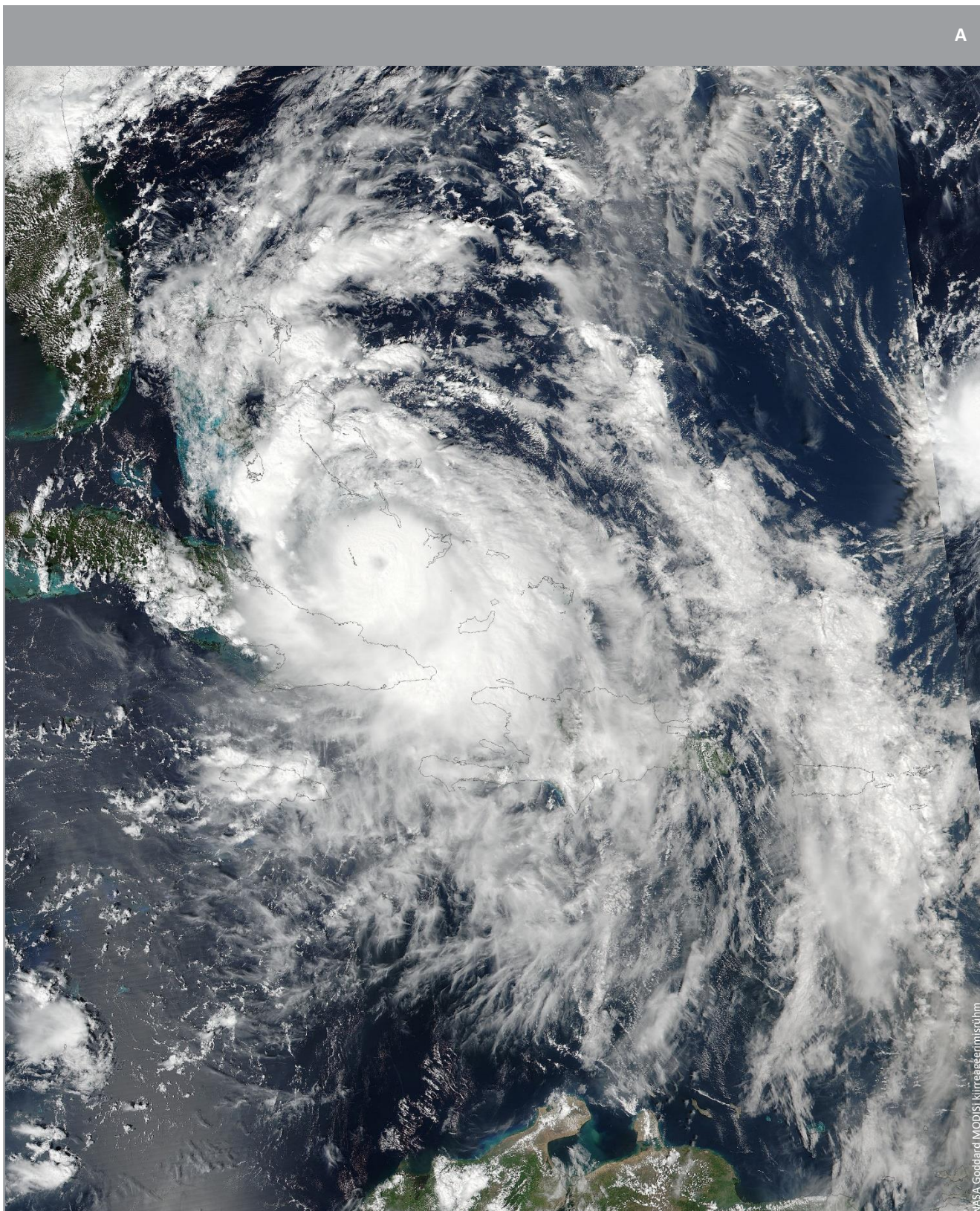
youtube.com/watch?v=o6Rrv3MNPnQ

Orkaan Matthew Haitis, harta aktiveerimine

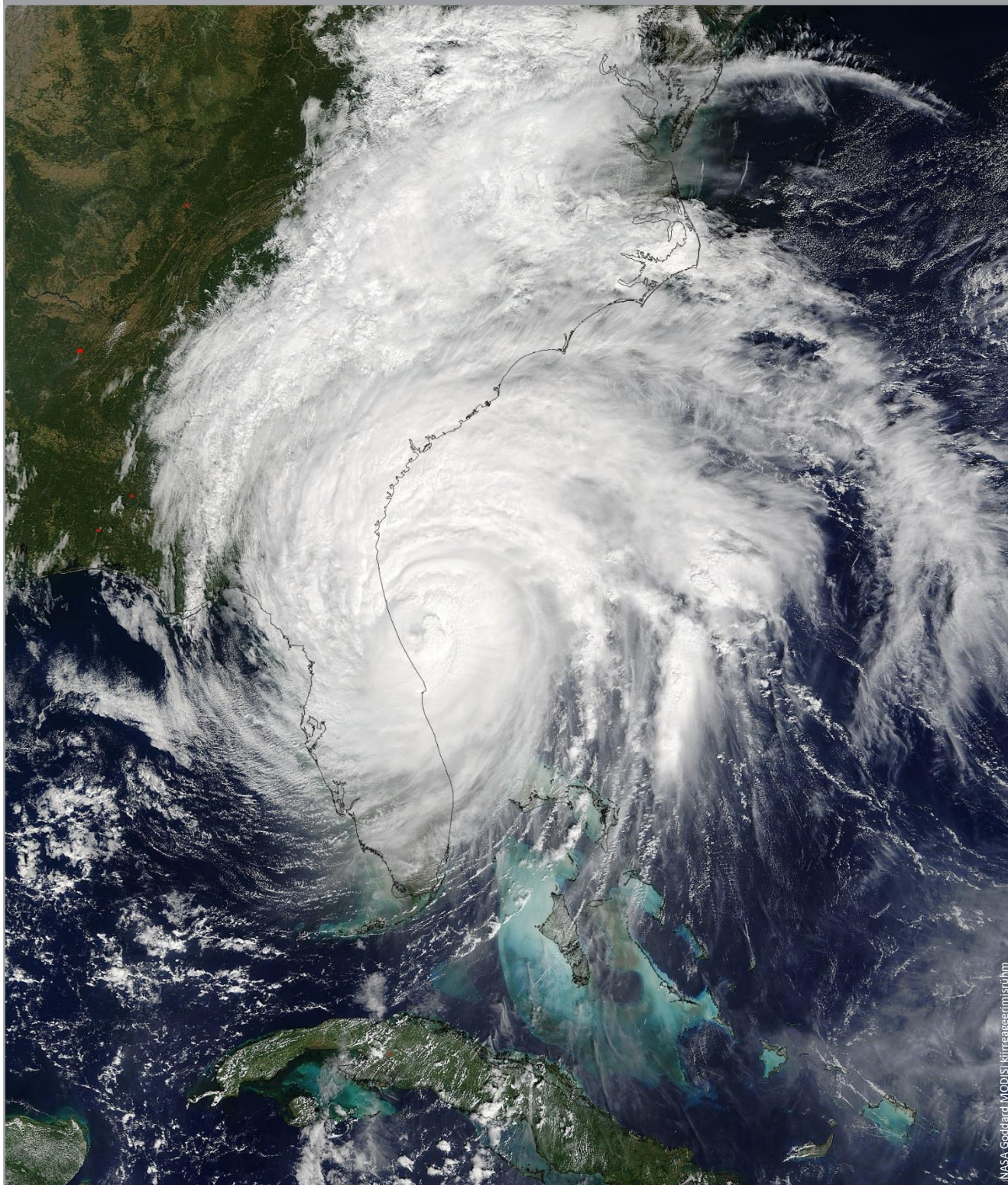
disasterscharter.org/web/guest/activations/-/article/cyclone-in-haiti

→ Lisa I
Tegevus 1

A

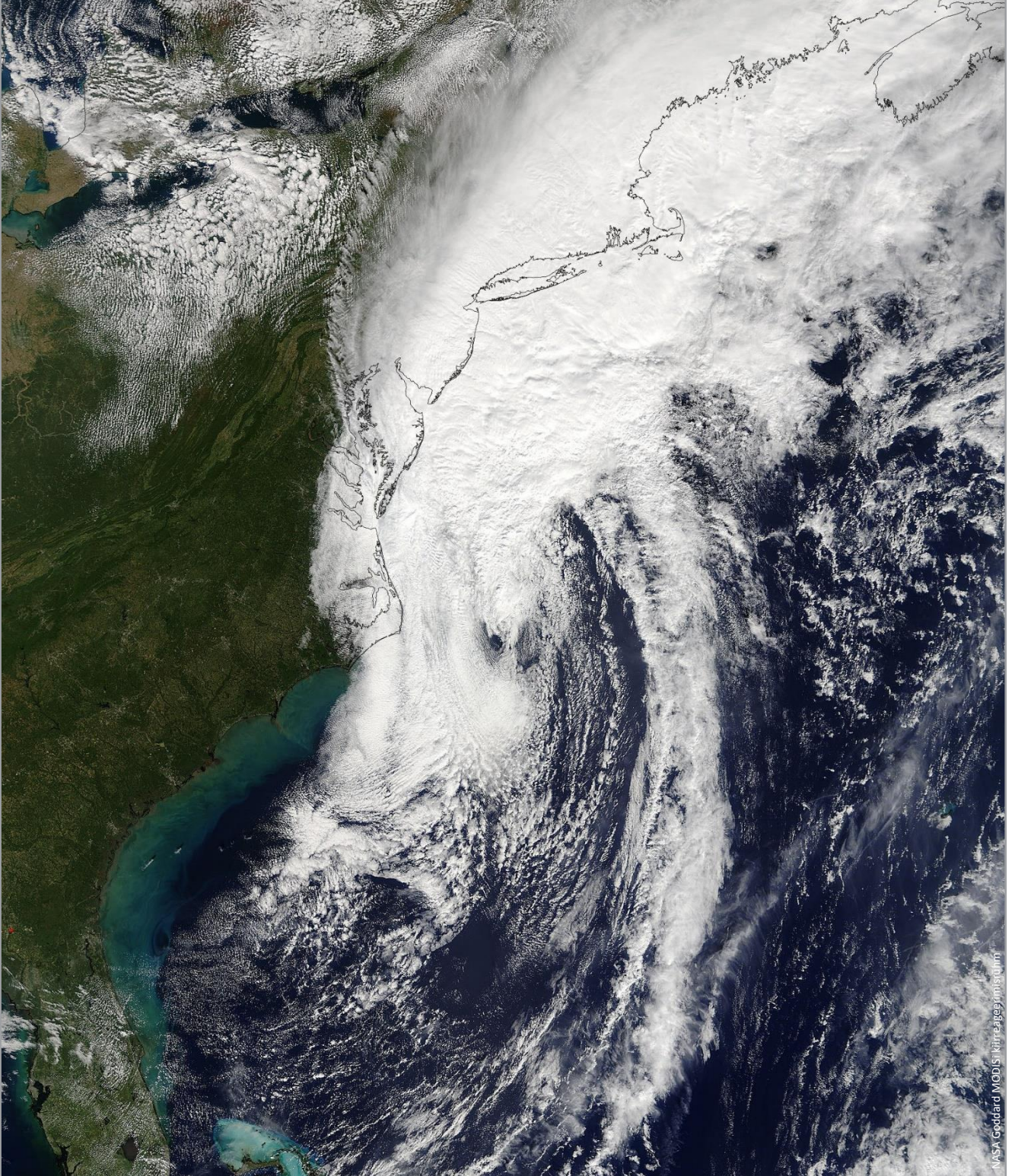


NASA Goddard MODIS kiirgagemõõturim

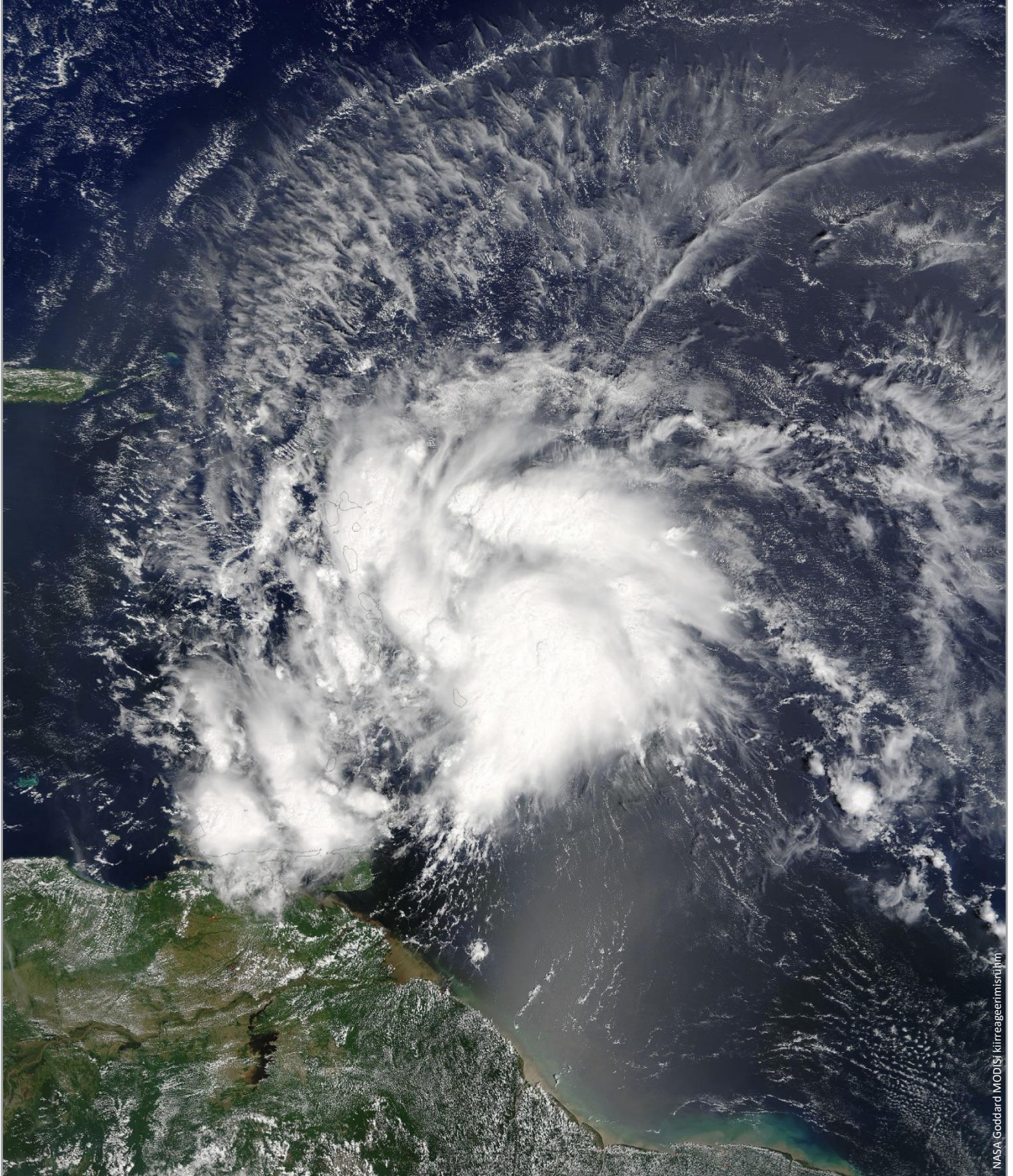


NASA Goddard MODIS kiirgagemõõtur

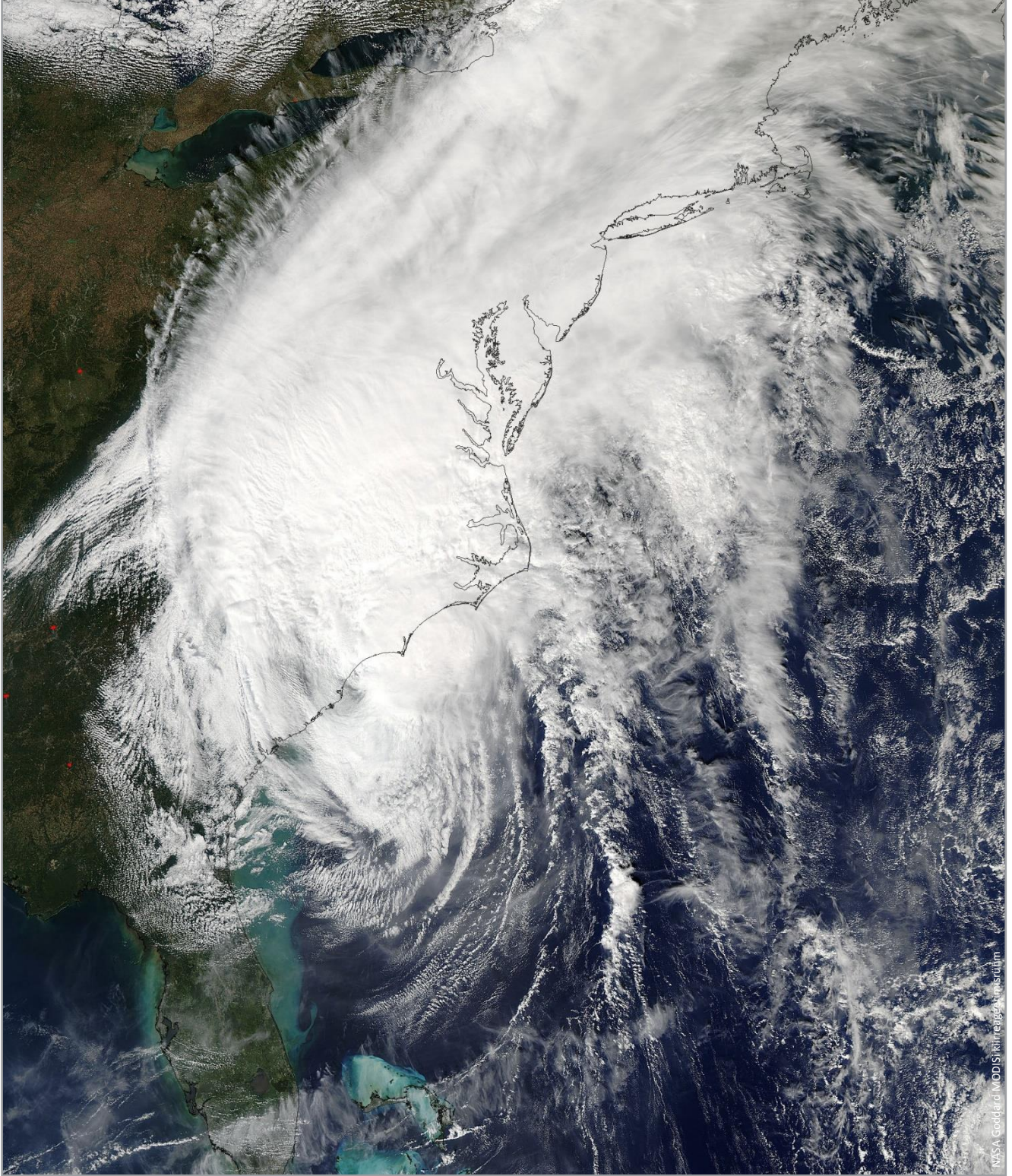
C



NASA Goddard MODIS Kiriagaes/psidim



NASA Goddard MODIS'i kiirgagemisruutim



NASA Goddard MODIS/Rainfall visualization

→ Lisa II

Tegevus 1 – lisamaterjal

Orkaan Matthew struktuur muutub ning teiseneb post-troopiliseks tsükloniks

Liikumine = kirde suunas, piki USA kagurannikut.

Asukoht = Põhja-Carolina ranniku lähedal.

Ilm = tuul umbes 130 km/h, tugevamate tuulepuhangutega, suur sademete hulk. Tingimused hakkavad paranema alles järgmise 48 tunni jooksul.

Orkaan on nüüd nähtav

Liikumine = loode suunas, Bahama poole.

Asukoht = orkaani silm on nähtav Kuubast põhja pool ja suundub Bahama poole.

Ilm = näha on pilvede vastupäeva liikumine. See põhjustab mõju alla jäävates piirkondades tugevaid tuuli, tuulepuhanguid ning vihmavalanguid. Haiti, Dominikaani Vabariik, Jamaica ja Kuuba on jätkuvalt orkaani mõju all. Bahama jaoks on edastatud ilmahoiatused.

Post-troopiline tsüklon

Liikumine = nüüd neelatakse külma frondi poolt USA idarannikul, sellest annab tunnistust vähenenud pilvisus.

Asukoht = umbes 320 km Põhja-Carolinast ida pool.

Ilm = tuul hakkab nõrgenema.

3. kategooria orkaan

Liikumine = loode suunas, USA ranniku poole.

Asukoht = tsükli kese on nähtav Florida rannikul. Näha on väga tihe pilv ja selge orkaani struktuur.

Ilm = tuul umbes 180 km/h, mis mõjutab Florida ja Georgia osariiki.

Troopilise tsükloni esinemine

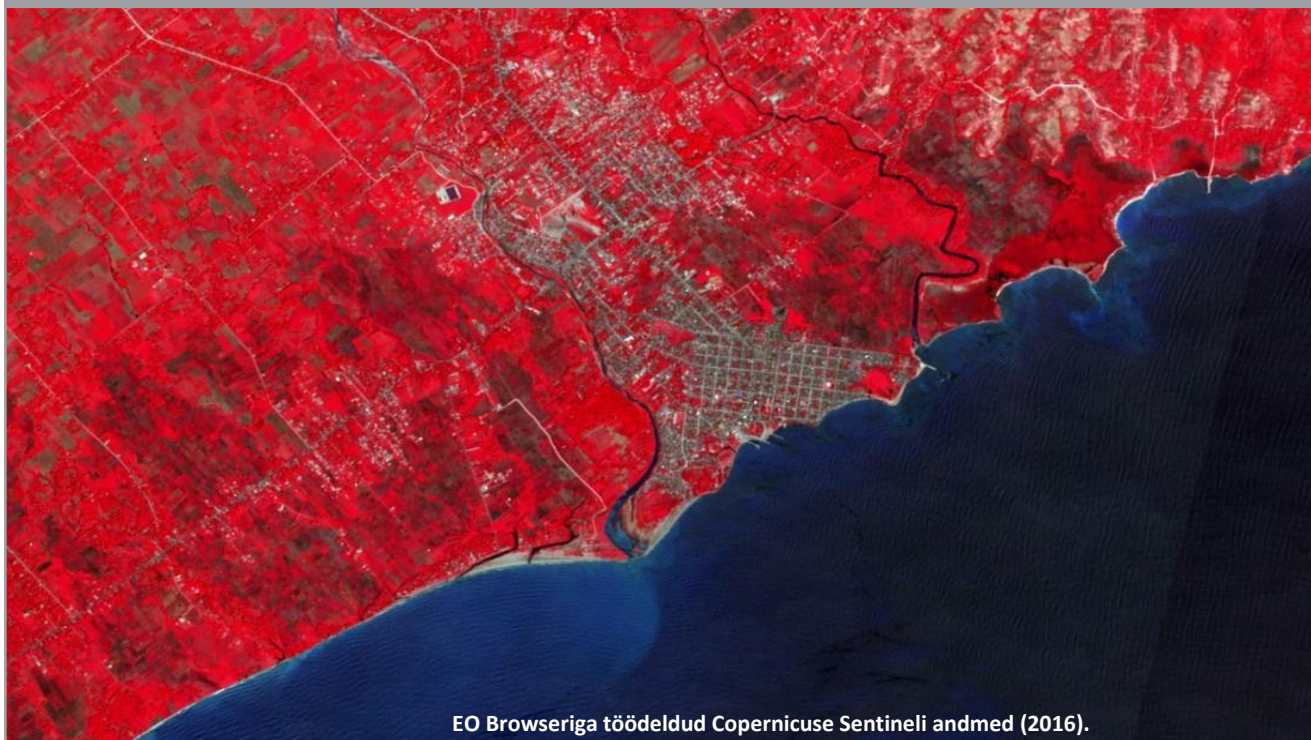
Liikumine = lääne suunas, Haiti poole.

Asukoht = tsükloni kese asub Väikestest Antillidest ida pool.

Ilm = tsükloni keset ümbritsevad tugevad äikesetormid, Kariibi merel paks pilvkate. Tuule kiirus on umbes 80 km/h.

→ Lisa III

Tegevus 2 – lisamaterjal



EO Browseriga töödeldud Copernicuse Sentineli andmed (2016).

Les Cayes (Haiti) enne orkaani.



EO Browseriga töödeldud Copernicuse Sentineli andmed (2016).

Les Cayes (Haiti) pärast orkaani.