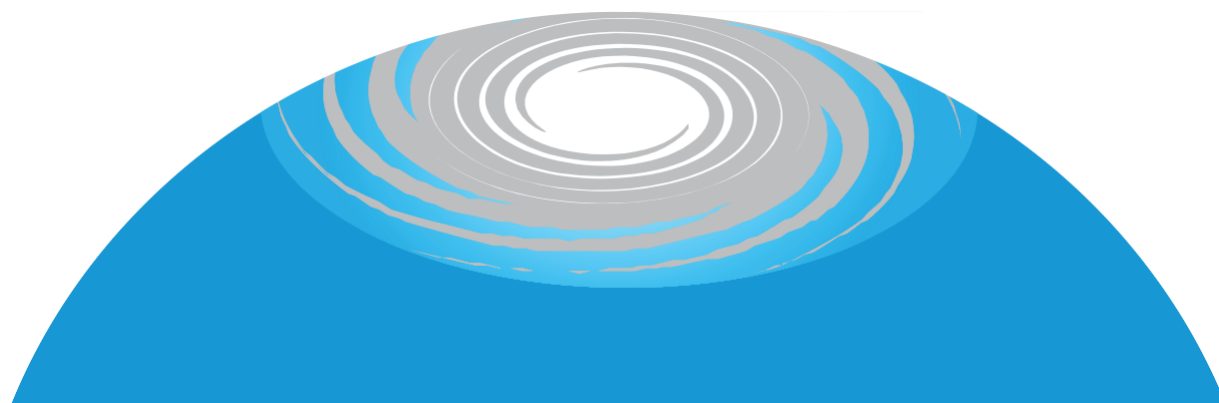
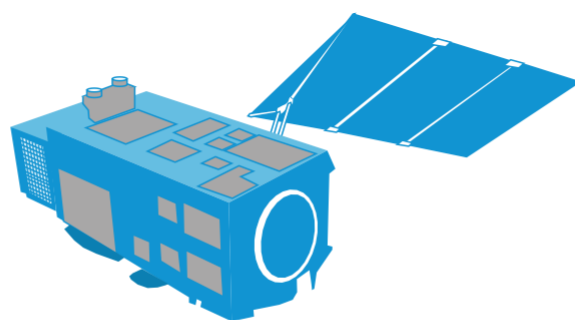
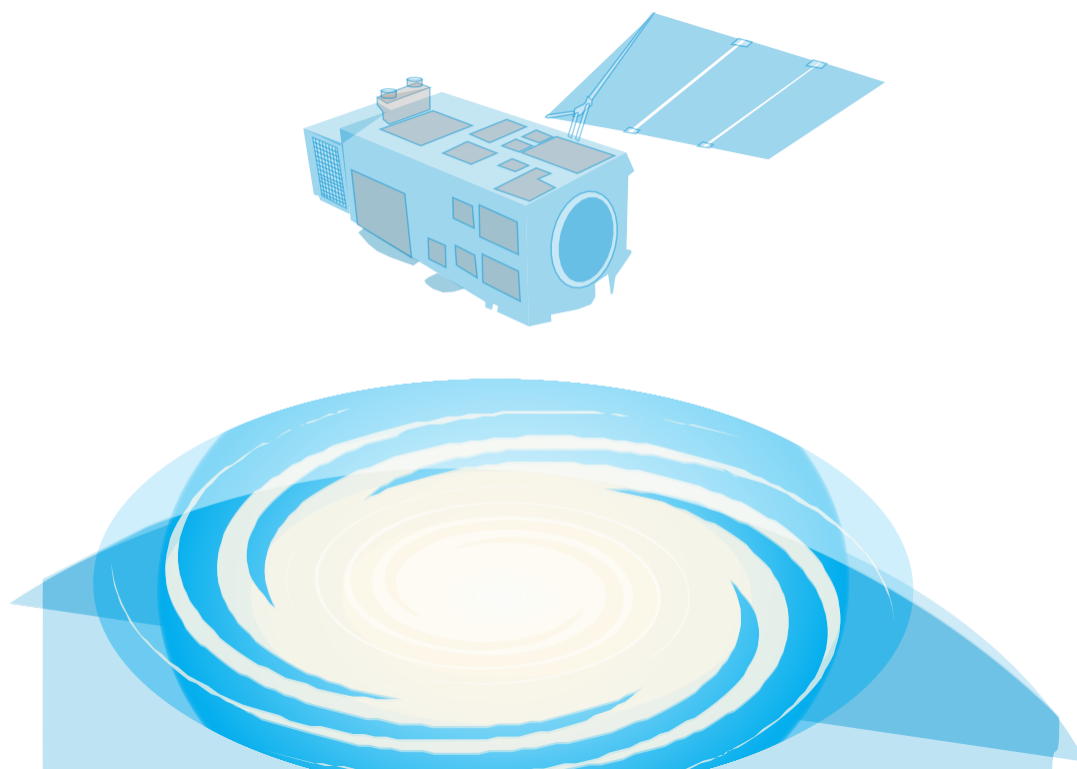


teach with space

→ EFTER STORMEN

Følg orkanen Matthew og analyser dens følger





Lærervejledning

Facts	side 3
Overblik over aktiviteterne	side 4
Introduktion	side 5
Baggrundsviden	side 6
Aktivitet 1: Spor orkanens bane	side 7
Aktivitet 2: Orkanen Matthews ødelæggelser	side 9

Elevvejledninger side 10

Links side 14

Bilag side 15

teach with space – after the storm | G05
www.esa.int/education

The ESA Education Office welcomes feedback and comments
teachers@esa.int

An ESA Education production in collaboration with ESERO UK

Copyright 2018 © European Space Agency

→ EFTER STORMEN

Følg orkanen Matthew og analyser dens følger

Facts

Fag: Geografi, Fysik-kemi.

Alder: 12 – 15 år

Type: Elevaktiviteter

Sværhedsgrad: let

Tidsforbrug: 1 time

Pris: 0-70 kr.

Sted: I klasseværelset

Nødvendigt udstyr: computer og internet

Stikord: Jordobservationer, klima, ekstremt vejr, orkaner,

Kort beskrivelse

Aktiviteterne i dette hæfte viser med udgangspunkt i orkanen Matthew hvordan man kan bruge jordobservationsdata til at spore orkaner og vurdere deres eftervirkninger. Eleverne lærer, hvordan en orkan udvikles, og hvilken indflydelse ekstremt vejr kan have på samfundet. Der arbejdes primært med at tolke satellitbilleder.

Eleverne kan enten arbejde individuelt eller parvis, eller man kan lave aktiviteterne på klassen.

Læringsmål

- At kunne forklare hvordan orkaner udvikler sig.
- At forstå den betydning ekstreme vejrforhold kan have på samfundet.
- At forstå hvordan jordobservation kan bruges til at spore vejrtyper og vurdere skader forårsaget af ekstremt vejr.
- At forstå hvordan lande samarbejder om at yde hjælp og nødhjælp til berørte områder.

Overblik over aktiviteterne

Overblik over aktiviteterne					
	Titel	Beskrivelse	Mål	Krav	Tid
1	Spor orkanens bane	Ved hjælp af Satellitbilleder får eleverne indblik i forskellige jordobservationer. Formålet er at forstå udviklingen af orkanen Mathew	Hvordan dannes orkaner? Hvordan jordobservationer fra satellitter kan følge et ekstremt vejrfænomen, som en orkan og dens ødelæggende spor.	Ingen	20 minutter
2	Orkanen Matthews ødelæggelser	I denne del arbejdes der med remote sensing til at analysere orkanen. Ved at se på forskellige satellitbilleder vil eleverne kunne se orkanens effekt.	Læringsmål: <ul style="list-style-type: none"> • Den samfundsmæssige betydning af ekstremt vejr • Hvilke ødelæggelser ekstremt vejr kan forårsage. 	At have lavet aktivitet 1	40 minutter

→ Indledning

I 2017 var der særligt ekstrem orkanaktivitet. Med bl.a. tyfonen Noru i Stillehavet og orkanerne Harvey og Irma, der raserede i USA og Caribien, blev 2017 den niende mest aktive orkansæson, siden man startede at registrere orkaner i 1851.

De allestedsnærværende satellitbilleder af tropiske storme som Noru, Irma eller Matthew, blev vist i mange nyhedsmedier og gjorde mange opmærksomme på de utrolige innovationer, der gøres inden for naturvidenskab og teknologi.

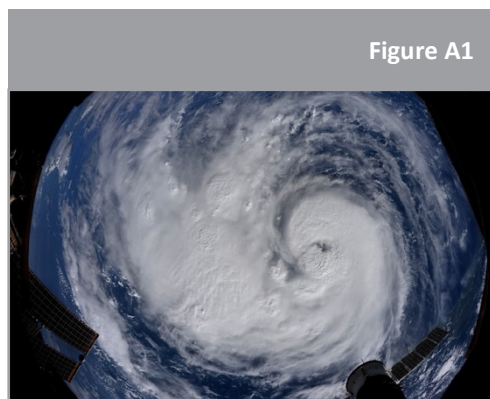


Figure A1

↑ Billede af orkanen Harvey taget af ESA-astronauten Paolo Nespoli fra den Internationale Space Station som i 400 km's højde kører i orbit om Jorden.

I dag er jordobservationer et stærkt værktøj, der med de mange satellitobservationer gør os i stand til at forstå mange geografiske fænomener bedre end tidligere.

Med satellitbilleder er det muligt at se tropiske stormes udvikling over verdenshavene, at sammenholde dannelsen af tropiske storme med havtemperaturdata og med teknologien til at måle størrelsen på en cyklon. Yderligere kan man bruge satellitbilleder til at vurdere, i hvilke områder der er mest behov for humanitær hjælp.

Satellitter leverer således information om stormens omfang, vindhastighed og bane samt informationer om eksempelvis skytykkelse, temperatur samt skyernes vand- og isindhold.

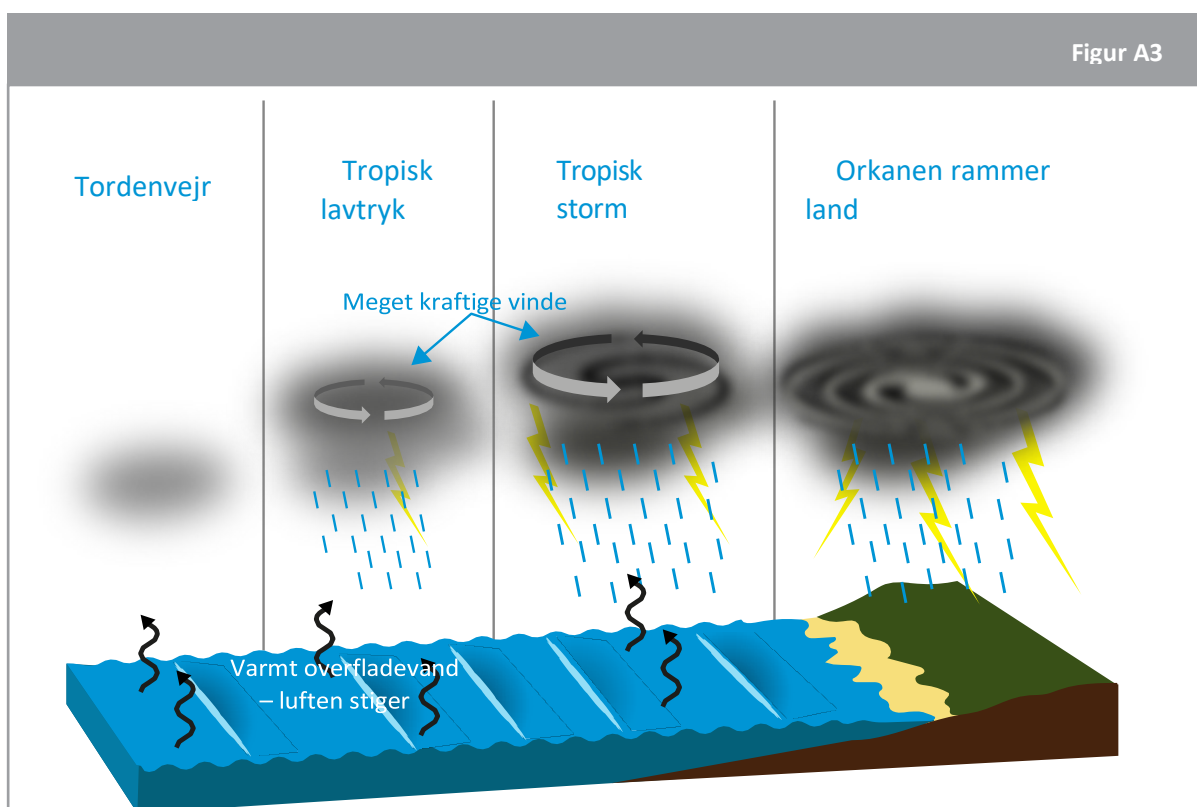


Figur A2

↑ Satellitten Sentinel-3 giver informationer, som bruges i bl.a. vejrudsigter og forholdene i havene. På den måde hjælper informationerne fra satellitten med at forudsige ekstreme vejrforhold.

→ Hvordan dannes en orkan?

Orkaner er meget kraftige storme, der dannes i den tropiske klimazone og over subtropiske havområder (se Figur A3). For at en orkan skal kunne dannes, skal havvandets temperatur være mere end 26,5°C. Det varme vand fordamper fra havoverfladen og stiger op som fugtig luft. Den varme og fugtige luft afkøles i højden og der dannes skyer. Ved havoverfladen opstår der et kraftigt lavtryk og samtidig skabes der en stærk vind omkring lavtryksøjlen, idet den omkringliggende luft presses ind mod lavtryksområdet. Hele orkanen bevæger sig. Med vindhastigheder på mindst 119 km/timen og op til over 250km/t, er orkanerne i stand til at forvolde store ødelæggelser i kystnære områder.



↑ En orkan dannes.

Orkanen Matthew blev dannet den 28. september 2016. I løbet af de to efterfølgende uger bevægede orkanen sig over Haiti, Cuba, Bahamaøerne, og den sydøstlige kyst af USA før den blev svagere og 'døde ud' den 9. oktober 2016. Sporet efter Matthew viste ufattelige ødelæggelser. Det gik hårdest ud over Haiti, hvor mere end 1000 omkom og mere end 1,4 millioner havde brug for nødhjælp. Sporene efter orkanen kan stadig (i 2020) mærkes i Haiti.

→ Aktivitet 1: Spor orkanens bane

I denne aktivitet vil eleverne først lære, hvordan en orkan ser ud på et satellitbillede. Efterfølgende vil de ved hjælp af printede satellitbilleder lære om orkanens dannelse og følge dens udvikling og spor. Aktiviteten kan nemt tilpasses elevernes niveau.

Aktiviteten

I øvelse 1 analyserer eleverne et satellitbillede af orkanen Matthew for at forstå, hvordan en orkan kan genkendes. Denne øvelse er en forberedelse til øvelse 2.

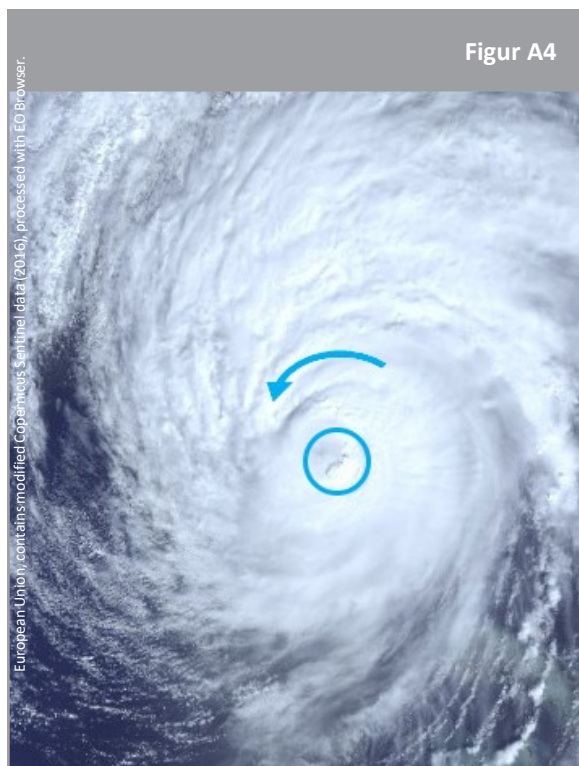
Eleverne kan enten arbejde parvis eller alene med billederne. Til øvelse 2 kan læreren eventuelt udskrive billederne i bilag I. Afhængigt af elevernes niveau og viden om orkaner kan du uddele 'Aktivitet 1 – ekstra' i bilag II. Det er en lille let øvelse, hvor billederne skal placeres i korrekt rækkefølge.

Du kan også prøve at finde dine egne satellitbilleder af en orkan i EO-browseren. EO Browser er et online værktøj, der giver nem og gratis adgang til satellitbilleder fra forskellige jordobservations-satellitter (EO). EO Browser: *Quick Start Guide* (se linkafsnittet) giver en introduktion til dette værktøj. Hvis du leder efter orkaner, anbefales det at vælge Sentinel-3-satellitten.


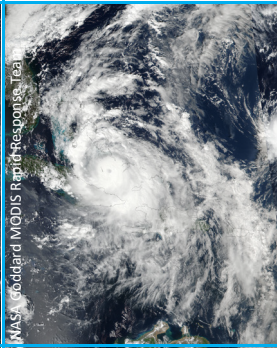

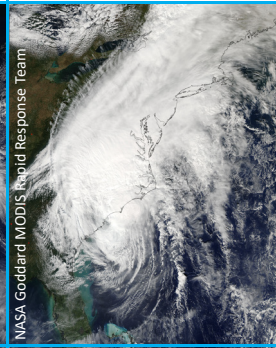
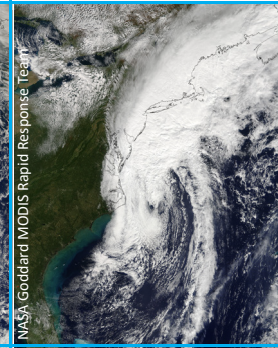
Resultater

Øvelse 1

Eleverne markerer orkanens øje ved at se nærmere på billedet af orkanen. På grund af Corioliseffekten roterer orkanen mod uret. Diskuter eller forklar at en orkan drejer den anden vej på den sydlige halvkugle.



Øvelse 2

28. september 2016 14:30	5. oktober 2016 18:30	7. oktober 2016 16:00	8. oktober 2016 18:20	9. oktober 2016 15:45
				
D	A	B	E	C
<p>En tropisk storm.</p> <p>Bevægelse= med vest mod Haiti.</p> <p>Sted = stormens øje ligger lidt øst for de nedre Lesser Antilles.</p> <p>Vejrforhold = Kraftigt tordenvejr omkring centre med tunge skyer i Det Caribiske Hav .</p> <p>Vindhastighed cirka 80km/t.</p>	<p>Orkanen bliver synlig.</p> <p>Bevægelse = nordvestlig retning mod Bahama.</p> <p>Sted = man kan nu se øjet lige nord for Cuba og at orkanen bevæger sig mod Bahama.</p> <p>Vejrforhold= man kan se skyernes bevægelse mod uret. Bevægelsen betyder stærke vinde med hårde vindstød og kraftige regnskyl i de berørte områder. Haiti, Den Dominikanske Republik, Jamaica og Cuba er berørt. Vejrvarsler udsendt for Bahama</p>	<p>Kategori 3 orkan.</p> <p>Bevægelse = retning mod nordvest mod den amerikanske kyst.</p> <p>Sted = det roterende skysystem i orkanen er nu synligt ud for Floridas kyst, hvor der er et meget tæt skydække.</p> <p>vejrforhold = kraftige vinde med hastigheder på 180km/t påvirker Florida og Georgia.</p>	<p>Orkanen Matthew er nu en tropisk cyklon hvor ændringerne i dens struktur er tydelige.</p> <p>Bevægelse = nordøstlig retning langs USA's sydøstlige kyst.</p> <p>Sted = ud for North Carolinas kyst.</p> <p>Vejrforhold = vindstyrke på omkring 130km/t med stærkere vindstød. Og kraftig nedbør. Forholdene vil blive bedre inden for de næste 48 timer.</p>	<p>Eftervirkninger af cyklonen.</p> <p>Bevægelse= cyklonen koldfront langs USA's østkyst. Dette ses ved et mindre tæt skydække.</p> <p>Sted = cirka 320km øst for North Carolina.</p> <p>Vejrforhold = Vindstyrken er aftagende.</p>

→ Aktivitet 2: Orkanen Mathews ødelæggelser

I denne aktivitet skal eleverne analysere satellitbilleder taget før og efter orkanen gik i land og på den måde se, hvilke ødelæggelser orkanen havde på landskabet og de mennesker, der bor der.

Udstyr

- PC eller iPads eller lignende

Opgaver

I denne opgave skal eleverne lære at arbejde med satellitbilleder, hvis der ikke er adgang til tablets eller computere, kan man bruge billederne fra bilag III. Disse billeder kan også bruges, når resultaterne diskuteres. Uddel guiden til EO-browseren (se linkafsnittet) til de eleverne, hvis de ikke er fortrolige med EO-browseren.

Spørgsmål 1: Falske farvebilleder gør brug af, at de kameraer, der er i satellitter, kan 'se' mere end bare den synlige del af lyset. Et falsk farvebillede bruger mindst en bølgelængde uden for det synlige område. Her vises et falsk farvebillede, hvor det reflekterede nærinfrarøde lys som rødt, rødt lys som grønt og grønt lys som blå. Da planter reflekterer mere af det næsten infrarøde end grønt, vil vegetationsområder fremstå som røde. Den lysere og dybere røde indikerer en højere reflektans i det nær-infrarøde, hvilket indikerer mere og sundere vegetation. Samlet set er reflektansen i det synlige lys meget lavere end den i det nær-infrarøde. Billeder taget i den synlige del af spektret ville være mørkere. Derfor foreslår vi, at man bruger falske farvebilleder, da man kan identificere flere detaljer.

Spørgsmål 2: Eleverne skal kunne se faldet i andelen af dyrkede arealer og landbrugsjord. De skal også kunne se, at floden her har mere sediment i sig, hvilket ses på vandets brune farve. Dette er resultatet af jorderosion på skråninger nær floden. Også husene i byen Les Cayes er ødelagt.

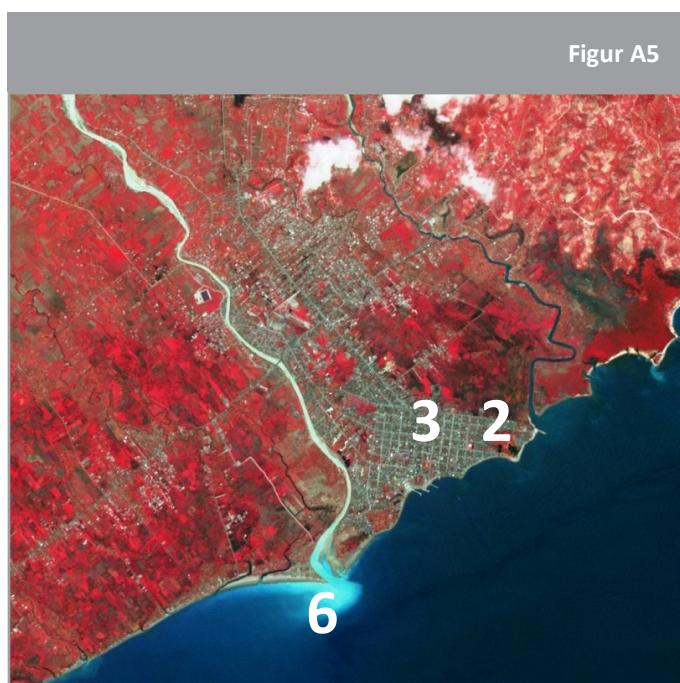
Spørgsmål 3: Se figur A5.

Spørgsmål 4: Det er vigtigt, at eleverne lærer, at teknologier som satellitter ikke kan reducere skader eller tab, men de kan bruges som hjælp ved beslutningstagning, og dermed gøre en forskel i nødsituationer.

For eksempel giver billeder taget før og efter en oversvømmelse god information om omfanget af oversvømmelsen og indblik i de skader der er på bygninger og landskabet.

Nogle satellitter, der bruger radar, som Sentinel-1, har evnen til at 'se' gennem skyer, regn og i mørke, hvilket sikrer en hurtig kortlægning og vurdering af katastrofens omfang.

Man kan eventuelt vise ESA-videoen "Saving lives when disasters strike" (se Links) til opsamling på forløbet og diskutere satellitbilleders anvendelse ifm. katastrofer.



→ AFTER THE STORM

Følg orkanen Matthew og analyser dens følger

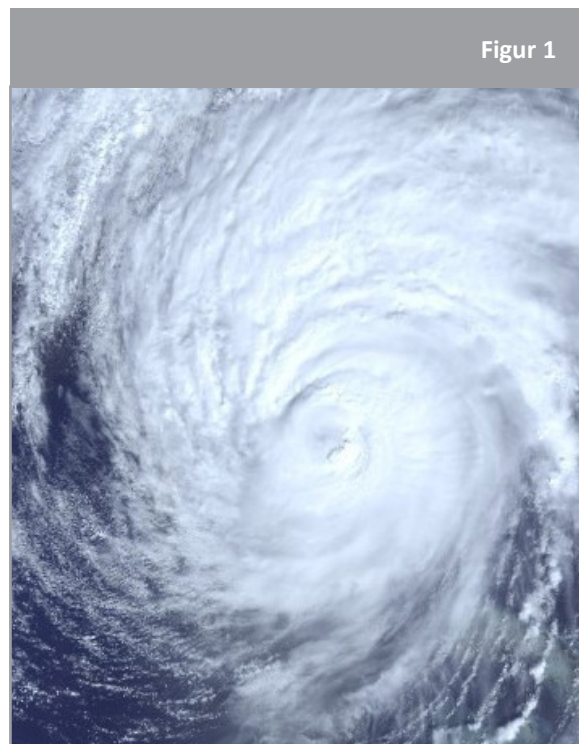
→ Aktivitet 1: Spor orkanen

I denne aktivitet vil I lære om orkaner og forstå, hvordan man kan analysere følge en orkans udvikling og bane ved hjælp af satellitbilleder.

Øvelse 1

1. Satellitbilledet i figur 1 viser orkanen Matthew den 7. oktober 2016.
 - a. Marker orkanens øje med en lille cirkel og forklar, hvordan du fandt det.

- b. Tegn med en pil orkanens rotationsretningen. Blæser vinden mod uret eller med uret? Forklar hvorfor vindene drejer?

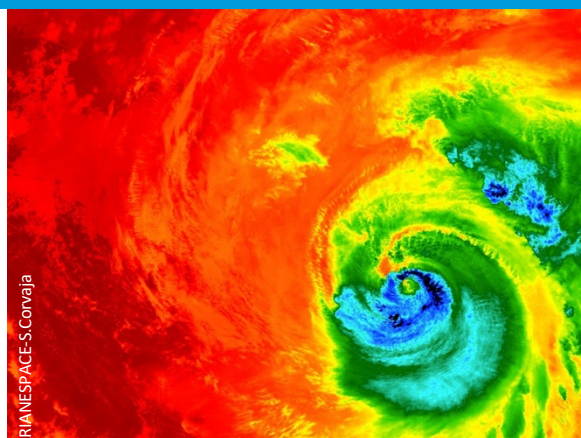


Figur 1

↑ Billede af orkanen Matthew. Kilde: European Union, indeholder ændrede Copernicus Sentinel data (2016), fra EO Browser.

Vidste du?

Billedet viser skyernes temperatur øverst i orkanen Matthew. Midt i stormen er temperaturen $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ (blå farve). Den orange / røde farve angiver områder uden skyer med en overfladetemperatur på ca. $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Temperaturdataene er leveret af Sentinel-3 satellitinstrumenterne. Sentinel-3 har en række vigtige instrumenter ombord, der systematisk måler Jordens havområder, jord, is og atmosfære for at overvåge og forstå bl.a. de globale klimaforhold.

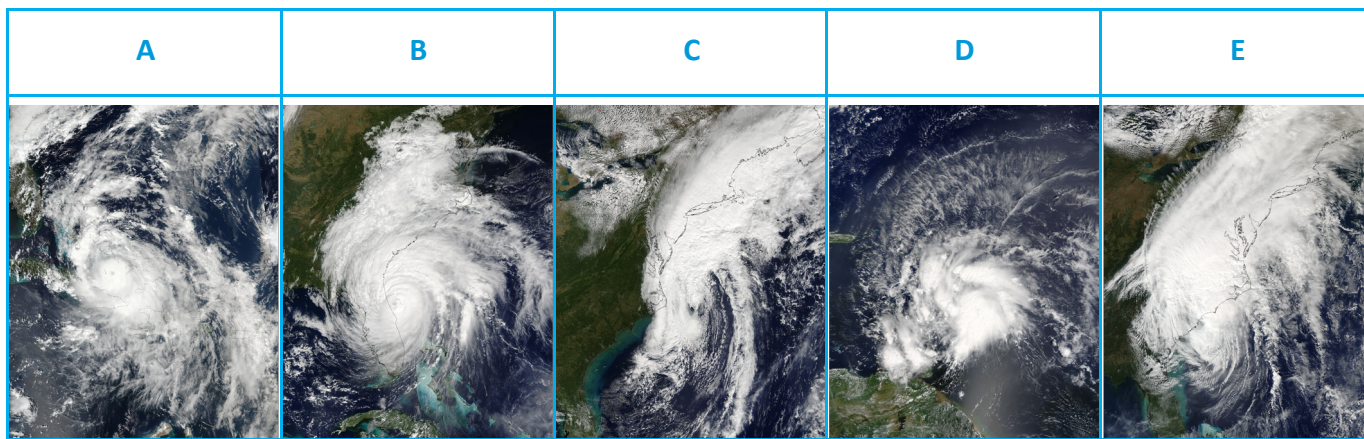


ARIANESPACE-S.Convaja

Øvelse 2

Satellitbillederne herunder viser orkanen Matthews bevægelse mod nord med retning mod Haitis vestkyst. Den viste rækkefølge er tilfældig.

- Skriv den korrekte rækkefølge af billederne A-E ind i tabel 1.
- Skriv, hvad der kan ses på hvert billede: Bevægelsesretning, skyintensitet, vejrforhold og hvilket land der rammes af orkanen.



Tabel 1: Følg orkanens bane

28. september 2016 14:30	5. oktober 2016 18:30	7. oktober 2016 16:00	8. oktober 2016 18:20	9. oktober 2016 15:45
Beskrivelse	Beskrivelse	Beskrivelse	Beskrivelse	Beskrivelse

→ Aktivitet 2: Orkanen Matthews ødelæggelser

Orkanen Matthew forårsagede store ødelæggelser i flere lande, hvor Haiti var et af de allerhårdst ramte lande. I denne aktivitet skal du analysere satellitbilleder fra før og efter orkanen Matthew, og på denne måde undersøge virkningerne af orkanen.

Vidste du?

Når katastrofen rammer, samler en gruppe internationale rumagenturer deres ressourcer og eksperter for at understøtte nødhjælpsindsatsen på stedet. Det er et samarbejde mellem 16 ejere eller operatører af forskellige jordobservationssatellitter. På den måde fås der hurtig adgang til satellitdata som kan hjælpe katastrofestyringsmyndigheder i det ramte område. Siden sin første anmodning om støtte i 2000, indtil maj 2018, har samarbejdsgruppen hjulpet med ved mere end 580 katastrofer i over 120 lande. I gennemsnit aktiveres samarbejdet ca. 40 gange om året.



Øvelse

1. Brug onlinesystemet EO Browser til at finde før og efter billeder fra perioden, hvor orkanen rammer Les Cayes in Haiti (apps.sentinel-hub.com/eo-browser). Brug følgende opstilling eller find selv billeder!
 - Sted: Les Cayes, Haiti
 - Satellit: Sentinel 2 (L1C)
 - Datoer: fra 19. september 2016 til efter 9. oktober 2016
 - Vælg 'false colour'.
2. Sammenlign satellitbilleder fra før og efter orkanen Matthew ramte Haiti. Beskriv de forskelle du ser fx på land, på floder og i de beboede områder.

3. Herunder finder du oplysninger om orkanen Matthews betydning. Udvælg tre af punkterne og sæt dem i relation til billederne af forholdene efter orkanen Matthew og forklar dem.

1. Nedbørsgennemsnittet under stormen var på 38-64cm langs Haitis sydkyst, men op til 100cm andre steder.
2. 90% af kokospalmerne på Tiburon halvøen blev ødelagt, ligesom hele kaffe- og kokosplantager blev ødelagt. Afgrødeskader fra de kraftige vindstød, det voldsomme regnvejr og stormfloden førte til mangel på mad og forårsagede hungersnød. Befolkningens indkomst blev på den måde voldsomt påvirket.
3. En stormflod på 3m oversvømmede og ødelagde mange bygninger. Dette betød at i alt 1,4 mio. blev hjemløse og mange døde. Samtidig var der mange mudderskred.
4. Ødelæggelser forårsaget af orkanen er opgjort til ca. 1,9 mia. US \$.
5. I Sud-regionen blev infrastrukturen helt ødelagt hvilket betød, at det ikke var muligt at komme til hovedstaden Port-au-Prince, og at nødhjælp ikke kunne komme frem.
6. Jorderosion forårsaget af kraftig regn på skrånninger betød kraftig erosion, som førte til øget sedimentering i floderne. Vand blev forurennet, og flere koleraudbrud udgjorde endnu et problem.
7. Kraftige vinde, på op til 150 km/t fra kategori 4 orkanen, forårsagede store skader på bygninger (især tagskader), i en den mest fattige del af øen. I alt forårsagede orkanen fuldstændig eller næsten fuldstændig ødelæggelse af cirka 200.000 hjem.

4. Diskuter værdien af satellitbilleder når man skal hjælpe efter naturkatastrofer.

→ Links

ESA Danmark

<https://esero.dk/klimadetektiverne>

ESA resources

ESA classroom resources: www.esa.int/education/Classroom_resources

ESA space projects

Sentinel-2

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

Sentinel-3

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

Extra information

EO Browser: Quick Start Guide

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

Saving lives when disasters strike - ESA video

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

Copernicus Emergency Management System – List of Activations

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

International Charter on Space and Major disasters

disasterscharter.org

NASA Animation with satellite images about the landfall of Hurricane Matthew (October 3-5 2016)

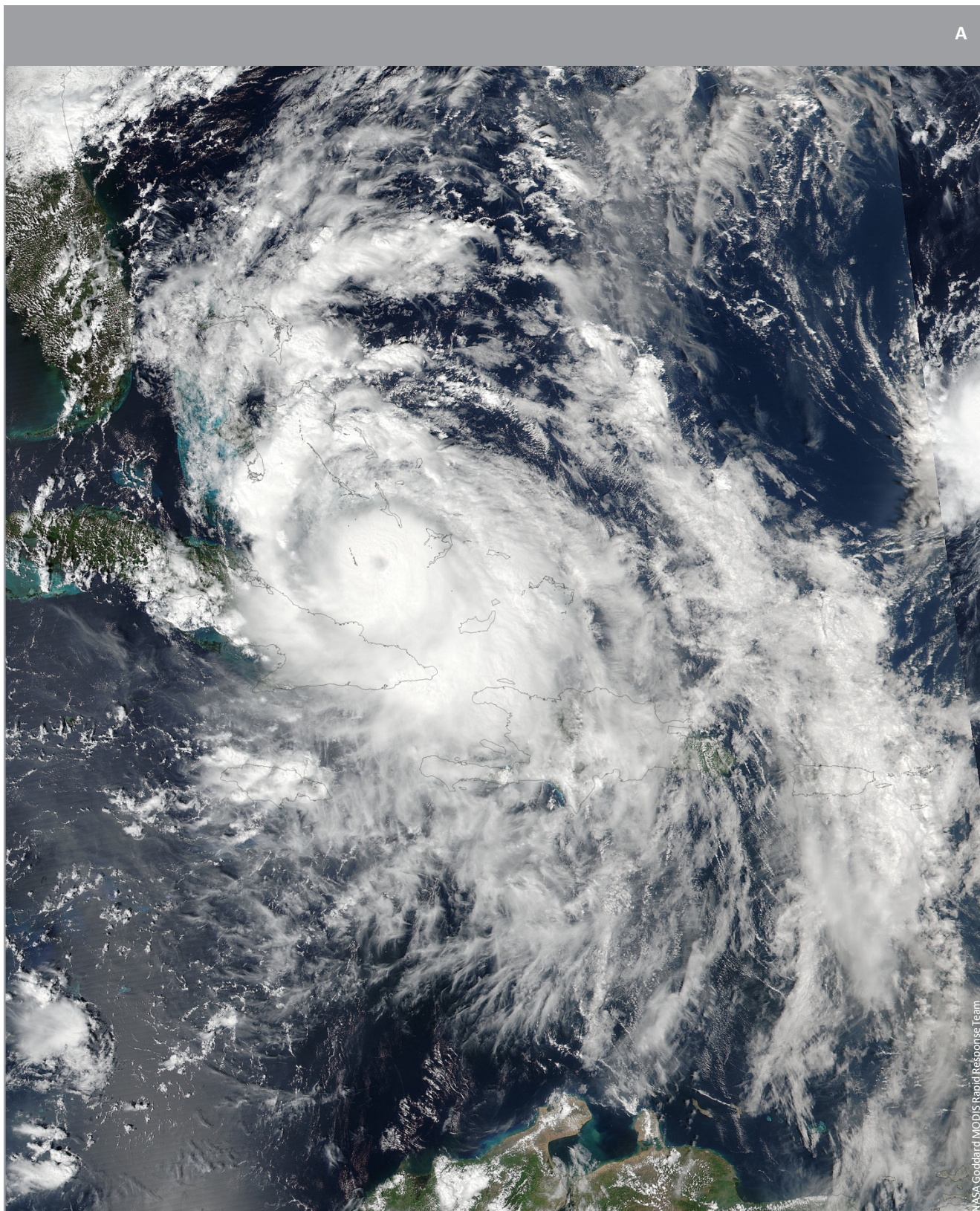
youtube.com/watch?v=o6Rrv3MNPnQ

Hurricane Matthew in Haiti, charter activation

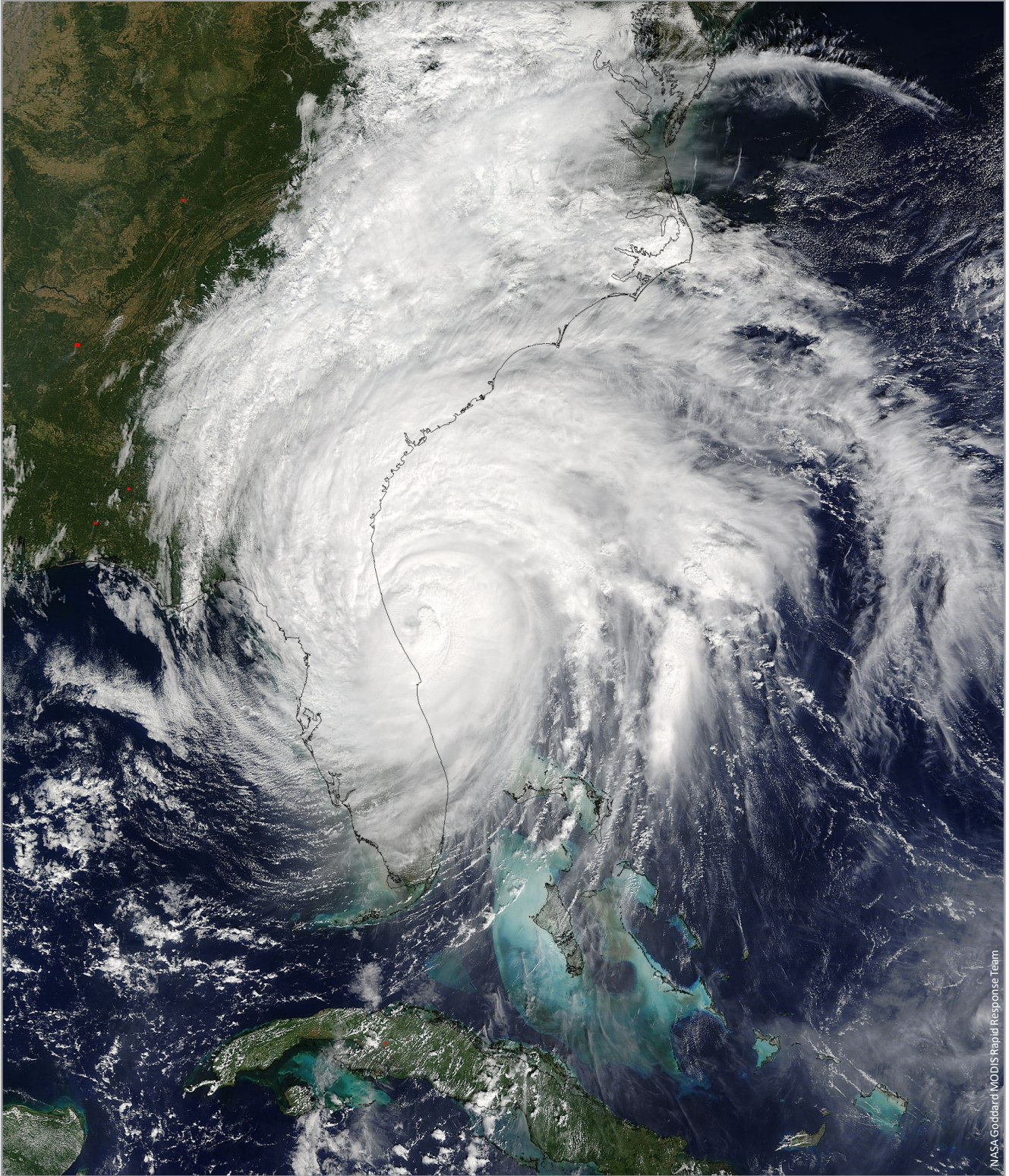
disasterscharter.org/web/guest/activations/-/article/cyclone-in-haiti

→ Bilag I
Aktivitet 1

A

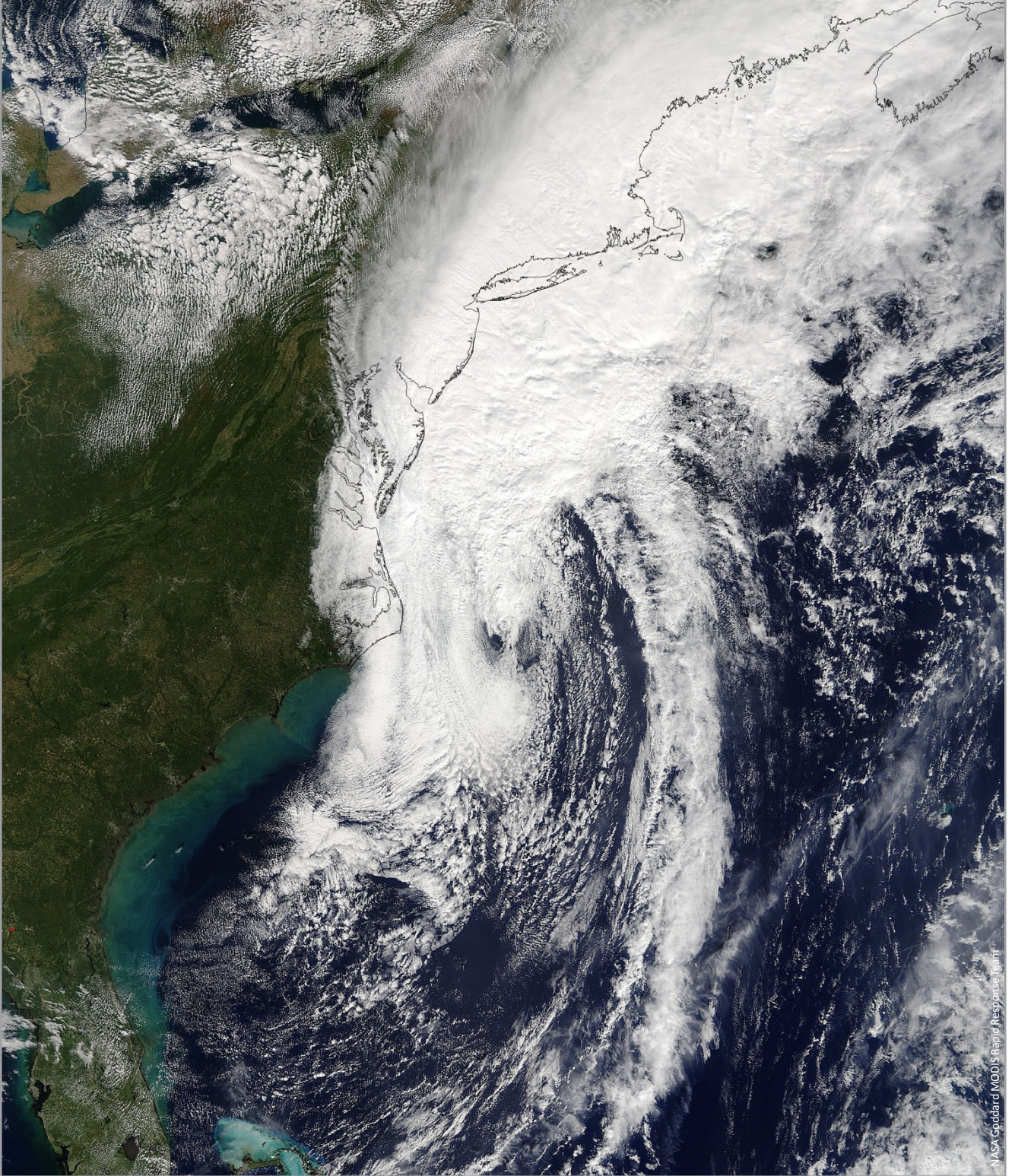


NASA Goddard MODIS Rapid Response Team

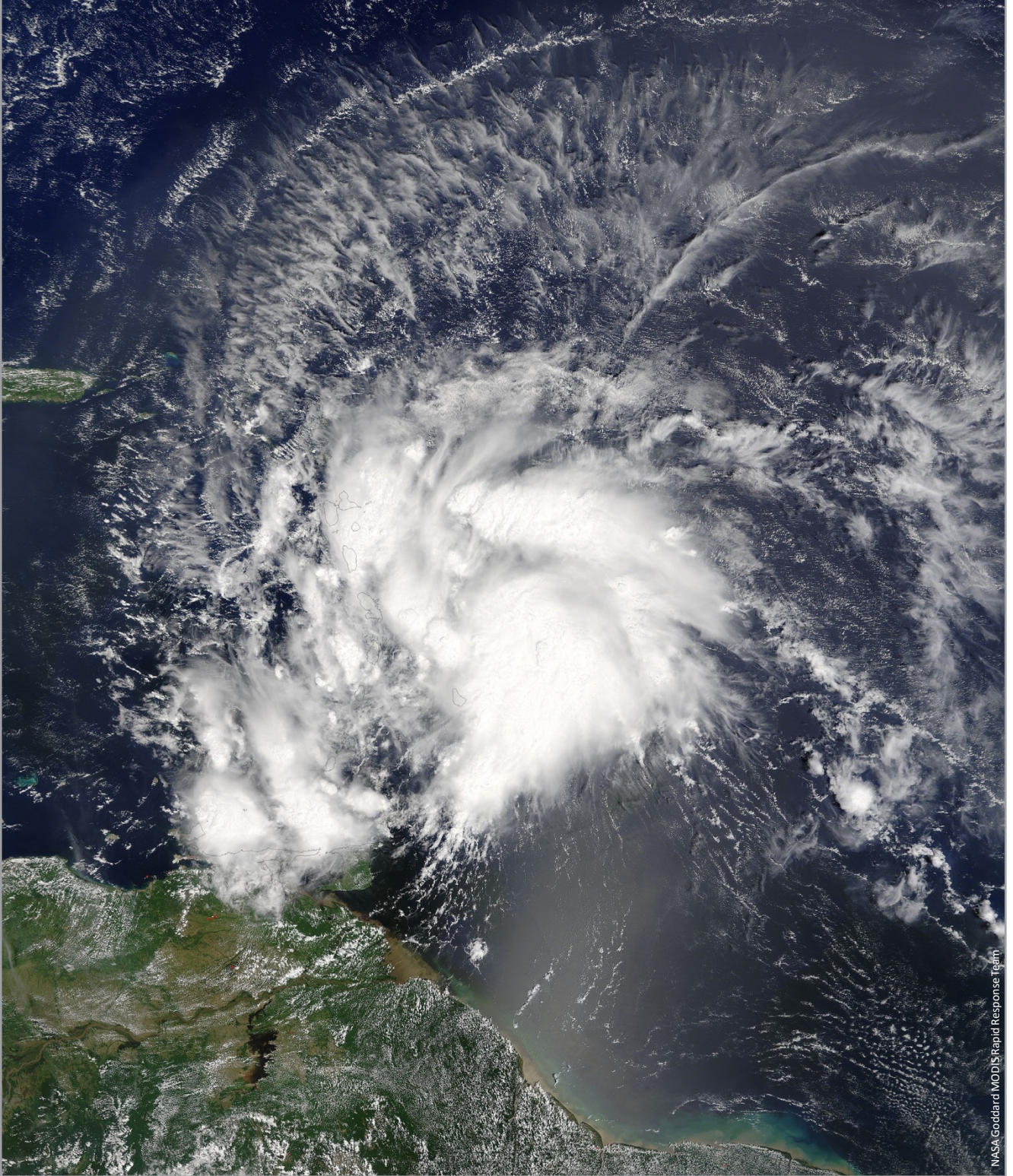


NASA Goddard MODIS Rapid Response Team

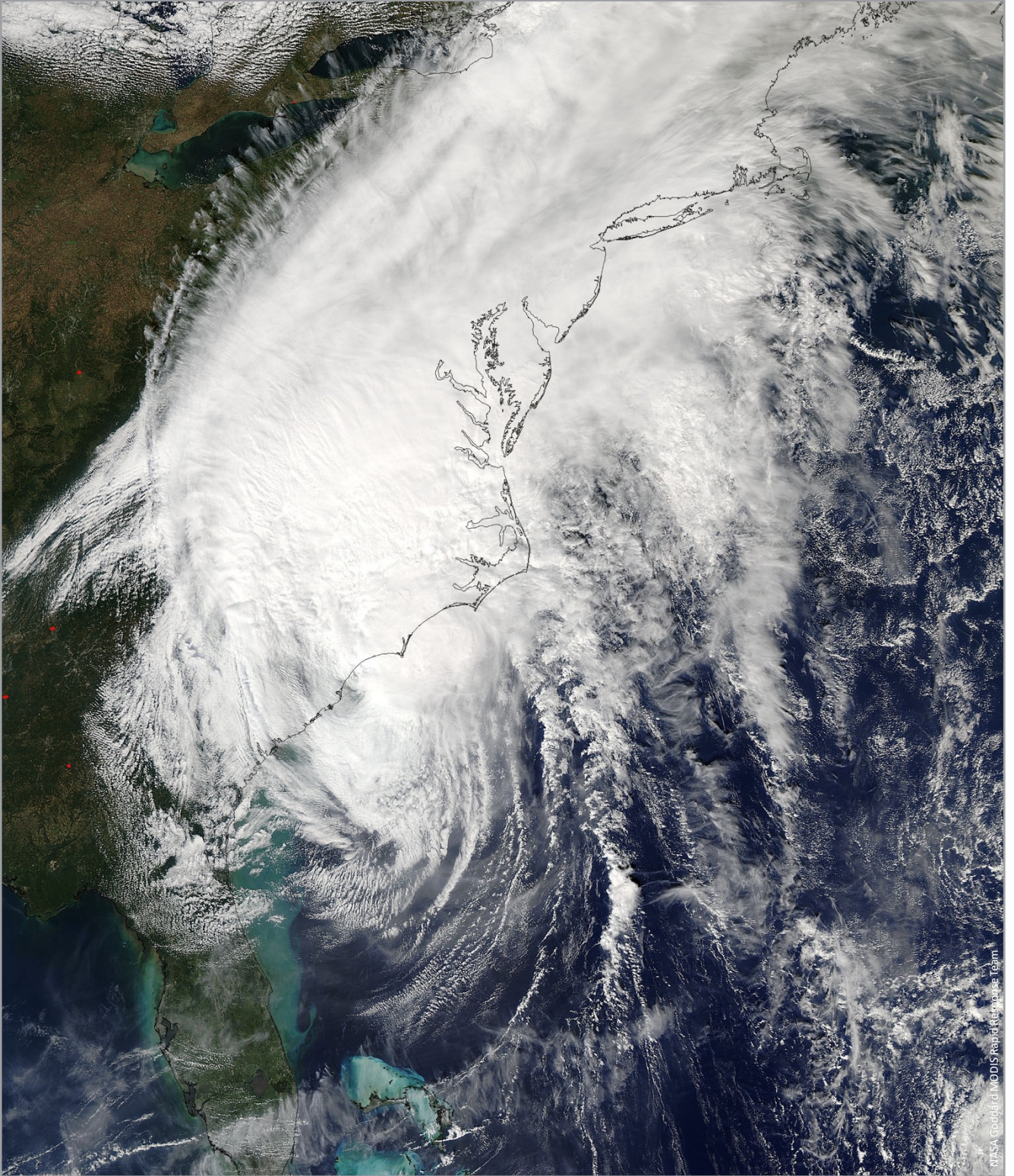
C



NASA Goddard MODIS Rapid Response Team



NASA Goddard MODIS Rapid Response Team



NASA Goddard MODIS Rapid Response Team

→ Bilag II

Aktivitet 1 – udvidelse (se side 8)

Hurricane Matthew becomes a post-tropical cyclone with a visible change in structure

Movement = north-easterly direction along the SE coast of the USA.

Location = off the coast of North Carolina.

Weather = winds of around 130km/h with some stronger gusts and heavy rainfall. Conditions will only begin to improve over the next 48 hours.

Hurricane now visible

Movement = north-west direction towards the Bahamas.

Location = eye is visible north of Cuba and heading toward the Bahamas.

Weather = the anticlockwise spiralling of cloud is visible. This produces high winds, gusts and heavy downpours for the areas affected. Haiti, the Dominican Republic, Jamaica and Cuba continue to be affected. Weather warnings issued for the Bahamas.

Post-tropical cyclone

Movement = now being absorbed by a cold front along the US Eastern Seaboard as evidenced by the decreased cloud density.

Location = around 320km east of North Carolina.

Weather = winds beginning to weaken.

Category 3 hurricane

Movement = north-west direction heading toward the US coast.

Location = central vortex is visible off the coast of Florida. Here, there is high density cloud and a clear hurricane structure.

Weather = strong winds of around 180km/h affecting Florida and Georgia.

Tropical storm evident

Movement = west in the direction of Haiti.

Location = centre of circulation just east of the Lesser Antilles.

Weather = Strong thunderstorms surrounding the centre with heavy clouds in the Caribbean Sea. Wind speeds are around 80km/h.

→ Bilag III

Aktivitet 2 – ekstra



European Union, contains modified Copernicus Sentinel data (2016), processed with EO Browser.

↑ Les Cayes, Haiti før orkanen.



European Union, contains modified Copernicus Sentinel data (2016), processed with EO Browser.

↑ Les Cayes, Haiti efter orkanen.