Elektrownia atomowa Fukushima po awarii reaktorów

FOT. DIGITALGLOBE

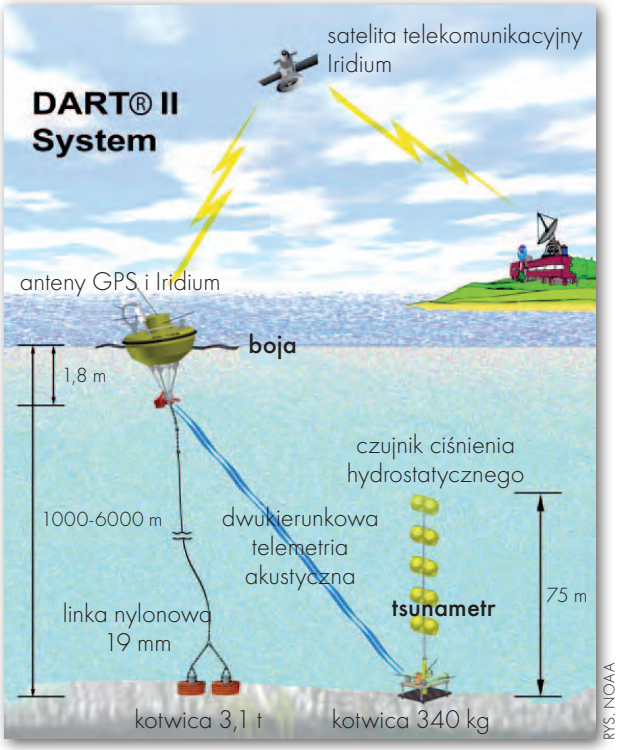
SKARTOWAĆ ARMAGEDON

Gdy po ekstremalnie silnych wstrząsach w kilka minut tsunami zmiata z powierzchni Ziemi całe miasta, lasy i pola, aktualna mapa i zdjęcie satelitarne są na wagę złota.

JERZY KRÓLIKOWSKI

11 marca, godzina 14:46 czasu lokalnego. 130 km na wschód od miasta Sendai pod dnem Oceanu Spokojnego uaktywniają się dwa uskoki o łącznej długości ponad 400 km. Wskutek nagłego rozładowania naprężeń gromadzonych przez wiele lat w skorupie ziemskiej dochodzi do przemieszczenia jednej z płyt o 27 metrów w kierunku wschodnim. To wywołuje wstrząsy o sile 9 stopni w skali Richtera. Choć skala ta w teorii jest otwarta, sejsmometry jeszcze nigdy nie zarejestrowały wyższej wartości.

Same wstrząsy – mimo ogromnej siły – nie wywołały dużych zniszczeń, co jest zasługą obowiązujących w Japonii norm budowlanych (uwzględniających sejsmikę regionu) oraz tego, że epicentrum znajdowało się daleko od lądu. Ten drugi fakt był jednak przyczyną o wiele większej katastrofy, która wydarzyła się krótko po wstrząsach. Jak wykazały pomiary Geospatial Information Authority of Japan (GSI), towarzyszyły im nie tylko przemieszczenia poziome, lecz także pionowe, które sięgnęły 4 metrów. To wywołało falę tsunami, która z prędkością ponad 800 km/h popędziła w kierunku wschodniego wybrzeża wyspy Honsiu.



RYS. NOAA

Schemat działania systemu wykrywania tsunami

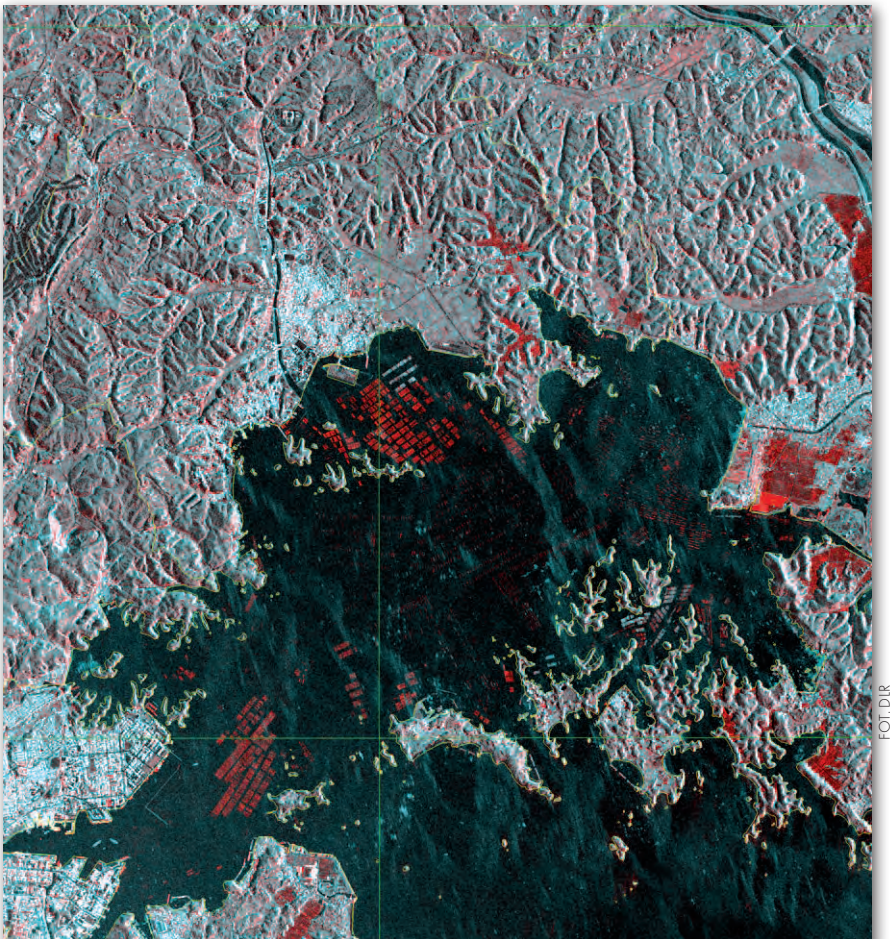
Falę szybko wykrył nowoczesny system detekcji tsunami. Jego podstawą jest sieć stacji pomiarowych rozlokowanych wzdłuż japońskiego wybrzeża. Każda składa się z dwóch elementów. Pierwszy to zakotwiczona boja

wyposażona w sonar, odbiornik GPS i nadajnik satelitarny. Drugi to znajdujący się na dnie oceanu tzw. tsunametr, który składa się z drugiego sonaru, inklinometru oraz sensora ciśnienia hydrostatycznego. Wstrząsy sejsmiczne automatycznie wyzwalają precyzyjny pomiar odległości pomiędzy dwoma sonarami (a więc pomiędzy dnem a taflą wody), a wynik wysyłany jest na ląd za pośrednictwem konstelacji satelitów Iridium. Czas, jaki mija od pomiaru do ogłoszenia z alarmu, z reguły wynosi poniżej 10 minut.

11 marca system zadział bez zarzutu. Nim tsunami dotarło do Honsiu, wzdłuż wybrzeża zawyły syreny alarmowe. Kilka minut później fala o wysokości dochodzącej do 10 metrów wdarła się nawet kilka kilometrów w głąb lądu, niszcząc wszystko, co napotkała na drodze. Gdy do zalanych miast dotarły służby ratunkowe, ich oczom ukazało się przerażające gruzowisko. Wobec tak dużych zniszczeń nawet najdokładniejsze mapy okazywały się bezwartościowym świstkiem papieru.

FOT. GEOEYE

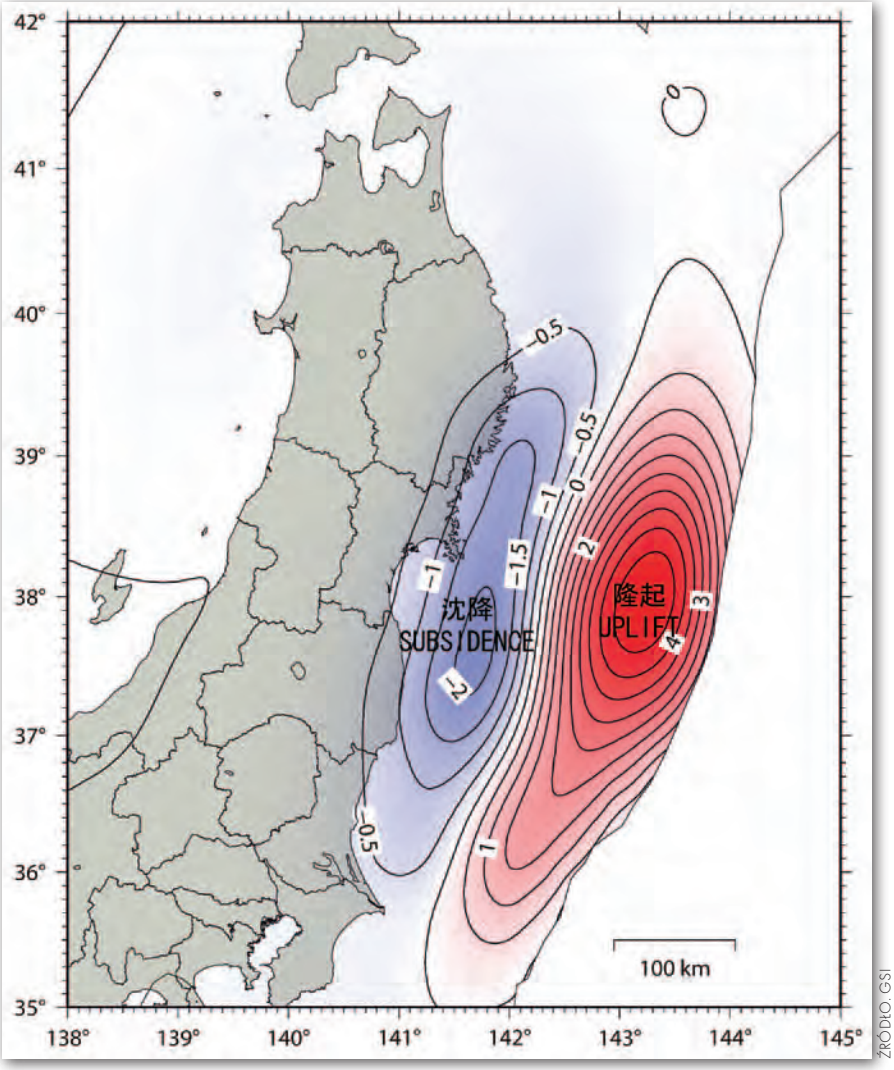
Okolice miasta Sendai na wyspie Honsiu przed wstrząsami i po nich zobrazowane przez satelitę GeoEye



FOT. DLR

Złożenie dwóch obrazów radarowych z satelity TerraSAR-X przed tsunami i po nim. Kolor czerwony – obszary potencjalnie zalane, kolor niebieski – potencjalnie zniszczona zabudowa

By nie błądzić, służby ratunkowe w pierwszej kolejności potrzebowały jak najwięcej zdjęć satelitarnych – zarówno tych sprzed, jak i po tsunami. By pozyskać je możliwie sprawnie, rząd Japonii aktywował mechanizm Międzynarodowej Karty Przestrzeni Kosmicznej i Kataklizmów (International Charter on Space and Major Disasters). Jest to powołana w 2000 r. międzynarodowa inicjatywa niekomercyjnego zbierania i dostarczania danych teledetekcyjnych dotyczących katastrof i klęsk żywiołowych organizacjom zaangażowanym w pomoc poszkodowanym. Koordynatorem prac mechanizmu została Japońska Agencja Kosmiczna (JAXA), a wsparły ją m.in. odpowiedniki z Niemiec i Francji (DLR i CNES) oraz Azjatycki Instytut Technologii (ATI) w Bangkoku.



Przemieszczenia pionowe na morzu w pobliżu Honsiu dochodziły do 4 metrów

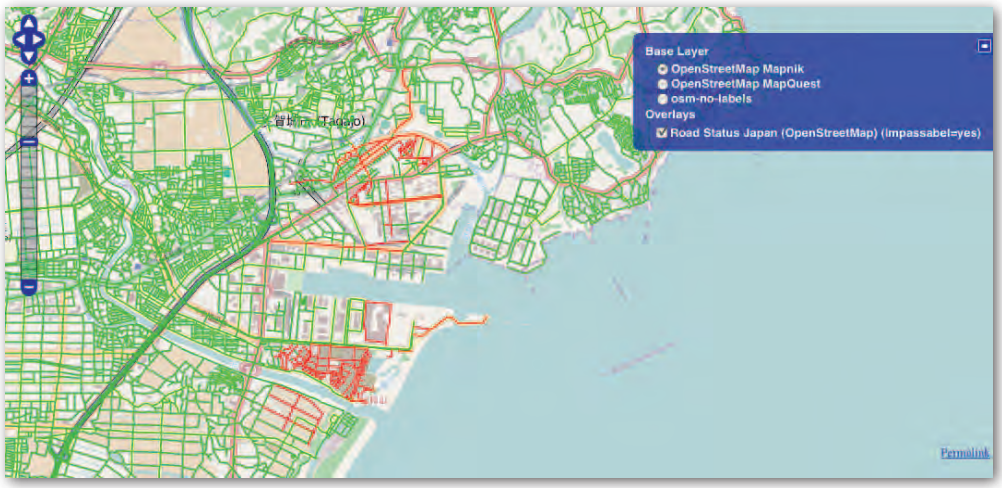
Dzięki wielokrotnie sprawdzonym procedurom działania (m.in. na Haiti) tylko w ciągu pierwszych 48 godzin japońscy ratownicy dostali do rąk 63 sceny satelitarne prezentujące rozmiary katastrofy. Były wśród nich zarówno zobrazowania optyczne, jak i radarowe. Do pracy zaangażowano sensory wysokorozdzielcze (WorldView, GeoEye) oraz te obejmujące większą powierzchnię średniorozdzielcze (Formosat-2, Landsat-7, SPOT-5, RapidEye, Terra, Aqua). Jako że niektóre regiony spowite były grubą warstwą chmur, niezbędne okazały się także satelity radarowe (TerraSAR-X, Radarsat-2). W trakcie kataklizmu władze Japonii przekonały się ponadto, jak ważną rzeczą jest posiadanie własnego satelity obserwacyjnego. Wiele obszarów udało się bowiem zobrazować za pomocą japońskiego satelity ALOS (Advanced Land Observation Satellite) wyposażonego zarówno w sensory optyczne, jak i mikrofalowe.

Instytucje działające ramach Karty zaczęły interpretować pozyskane zobrazowania i opracowywać mapy dla służb ratunkowych. Nanoszono na nie przede wszystkim zasięg fali tsunami oraz najbardziej zniszczone miejscowości. Do tego drugiego celu najczęściej wykorzystywano sensor PALSAR (Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar) zainstalowany na satelicie ALOS. Dzięki nałożeniu obrazów przed tsunami i po nim analitycy mogli szybko stwierdzić, gdzie zaszły największe zmiany w pokryciu terenu. Podobne analizy wykonywano także na bazie danych z niemieckiego aparatu TerraSAR-X.

Satelity teledetekcyjne udowodniły swoją przydatność także przy okazji wybuchów reaktorów w elektrowni atomowej Fukushima. Przez kilka dni wysokorozdzielcze obrazy z konstelacji DigitalGlobe były najlepszymi zdjęciami tego miejsca, jakie można było zobaczyć w gazetach i stacjach telewizyjnych (pierwsze wykonano już 3 minuty po eksplozji!). W chaosie informacyjnym bez wątpienia były więc źródłem cennych informacji nie tylko dla zwykłych obywateli, ale i służb ratunkowych.

Zdjęcia to jednak nie wszystko. Poszkodowany nie dowie się bowiem z nich, które drogi zostały uszkodzone, gdzie znajdują się punkty pomocy medycznej czy choćby miejsce, gdzie można zdobyć butelkę wody. Lukę tę wypełniła specjalnie powołana grupa kartografów działająca w ramach projektu OpenStreetMap. Swoimi danymi inicjatywę tę bezinteresownie wsparły firma DigitalGlobe oraz CNES. W ciągu pierwszych kilku dni po trzęsieniu ponad 200 osób dodało do zasobów OSM ponad 380 tys. punktów dla obszaru Japonii. Co ciekawe, wśród ochotników znalazła się także grupa Haitańczyków. Było to swoiste spłacenie długu wdzięczności, gdyż podczas zeszłorocznego trzęsienia ziemi na Haiti dane OSM okazały się najlepszym źródłem informacji przestrzennej. Nie inaczej było zresztą w Japonii – warstwy z tego projektu użyto m.in. jako podkład do wielu zdjęć satelitarnych.

Mapy dla ofiar trzęsienia opracowały również inne spółki i instytucje związane z GIS-em. Firma Esri przygotowała

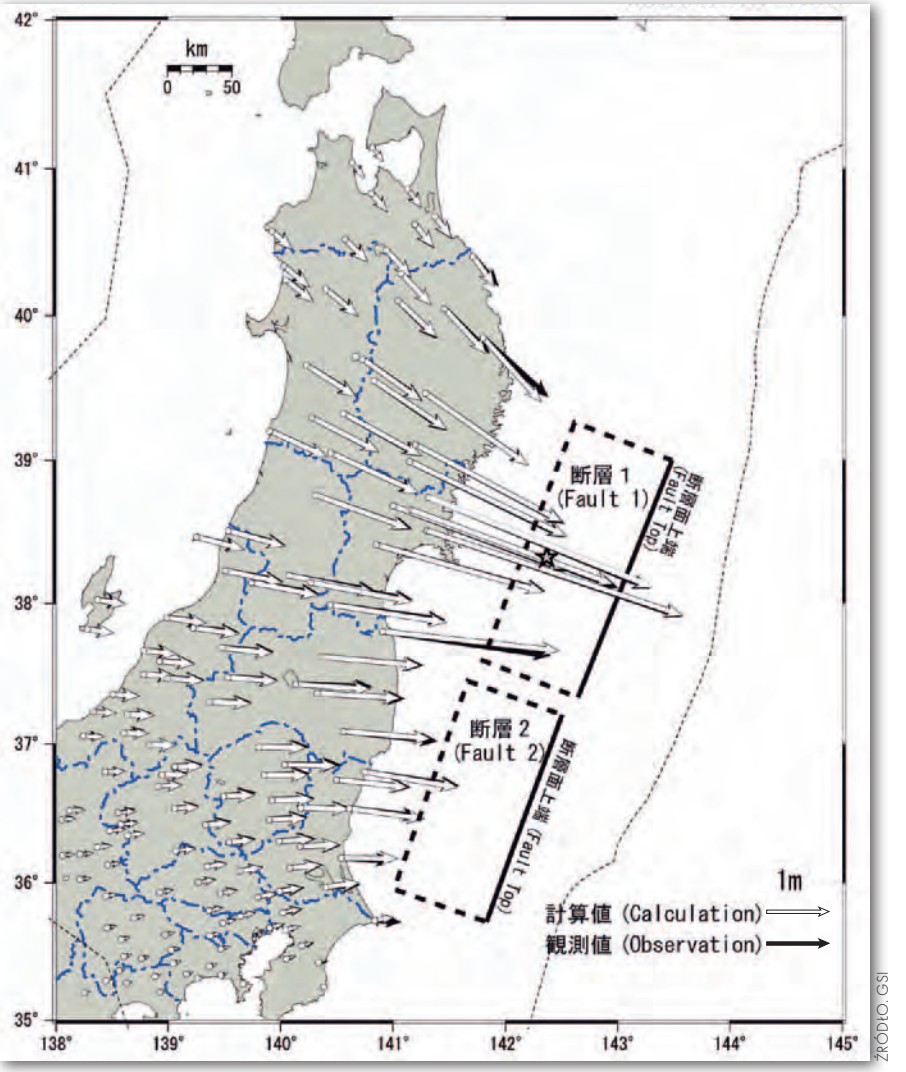


Nieprzejezdne ulice (kolor czerwony) oznaczone na mapach OSM

specjalny portal kartograficzny, na którym w jednym miejscu zestawiono raporty mieszkańców zgłaszane na otwartej platformie Ushahidi, jak również linki do relacji mediów z odniesieniem przestrzennym. Własny serwis uruchomił również Google. Można na nim przeglądać najświeższe zdjęcia satelitarne od firm GeoEye i DigitalGlobe oraz przeszukiwać dane dotyczące m.in. punktów pomocy medycznej, schronów, przerw w dostawach prądu czy dróg ewakuacji ze strefy wokół elektrowni Fukushima.

Gdy sytuacja w Japonii zostanie względnie opanowana, tamtejsi geodeci z pewnością będą mieli pełne ręce roboty. Jak wykazały pomiary przeprowadzone za pomocą japońskiego odpowiednika ASG-EUPOS (składającego się z ponad tysiąca stacji permanentnych), przemieszczenia poziome na lądzie doszły nawet do 5,2 metra, a pionowe – do około 1 metra. Zmiany te, jak i wyrządzone przez tsunami zniszczenia, bez wątpienia wymuszą aktualizację wielu baz danych przestrzennych – szczególnie osnowy i mapy zasadniczej.

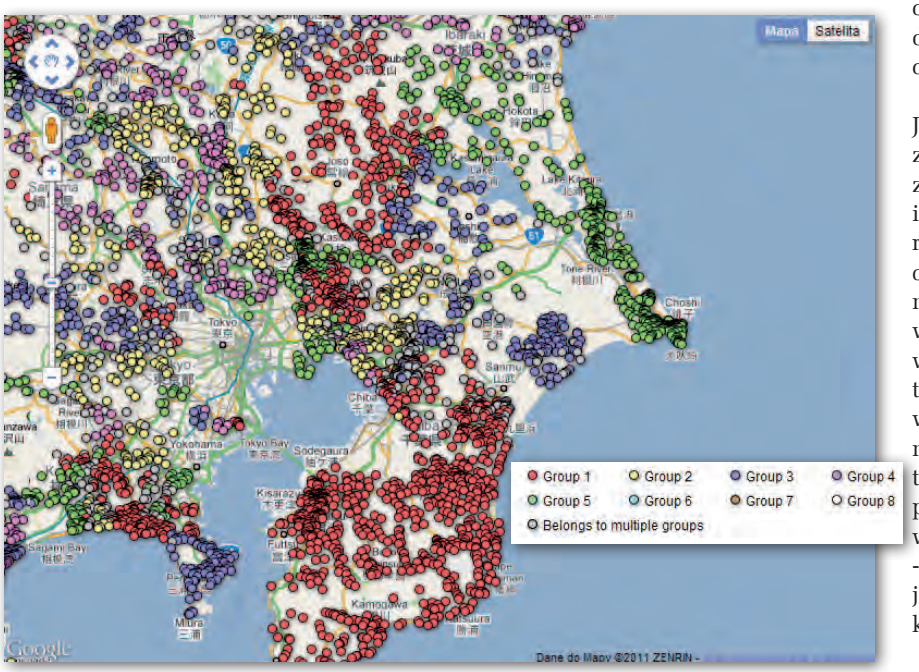
Trzęsienie ziemi spowodowało także globalne konsekwencje. Amerykańska Służba Geologiczna (USGS) wyliczyła, że zmieniło ono rozkład mas wewnątrz Ziemi, co wpłynęło na zmianę położenia osi ziemskiej o 17 cm oraz skrócenie dnia o 1,8 mikrosekundy. USGS uspokaja jednak, że zjawiska te nie będą miały praktycznie żadnych konsekwencji dla człowieka. W ciągu roku z różnych przyczyn oś przemieszcza się bowiem nawet o jeden metr, a dzień wydłuża się lub skraca o mniej więcej milisekundę.



ŹRÓDŁO: GSI

Przemieszczenia poziome na wyspie Honsiu zmierzono za pomocą sieci GEONET – japońskiego odpowiednika ASG-EUPOS

W kilka dni po wstrząsach dla obszaru Japonii wykonano setki szczegółowych zdjęć satelitarnych oraz wiele map prezentujących dziesiątki tysięcy obiektów i zdarzeń. Wszystko to stanowi dla służb ratunkowych i zwykłych Japończyków ogromną wartość praktyczną. Po raz kolejny można by więc odtrąbić sukces GIS-u w sytuacji kryzysowej, choć opublikowany na łamach portalu „GIM International" list prof. Susumu Hattori z Uniwersytetu w Fukuyamie wskazuje, że niekoniecznie. Jak relacjonuje, w Japonii telekomunikacja tuż po trzęsieniu ziemi praktycznie przestała działać, a w takich warunkach najnowsze technologie GIS-owe i geodezyjne na niewiele się zdają. Z drugiej strony skuteczna odbudowa kraju jest bez nich jednak niemożliwa.



Przerwy w dostawach prądu na Google Maps na podstawie zgłoszeń internautów

JERZY KRÓLIKOWSKI