

USGS spektroskopická laboratoř - World Trade Center USGS environmentální hodnocení

 pubs.usgs.gov/of/2001/ofr-01-0429/thermal.r09.html



[USGS Domů](#)
[Kontakt USGS](#)
[Hledat USGS](#)

OFR 01-0429: World Trade Center USGS Thermal

[O USGS](#) / [Vědecká témata](#) / [Mapy, produkty a publikace](#) / [Vzdělávání](#) / [Časté dotazy](#)

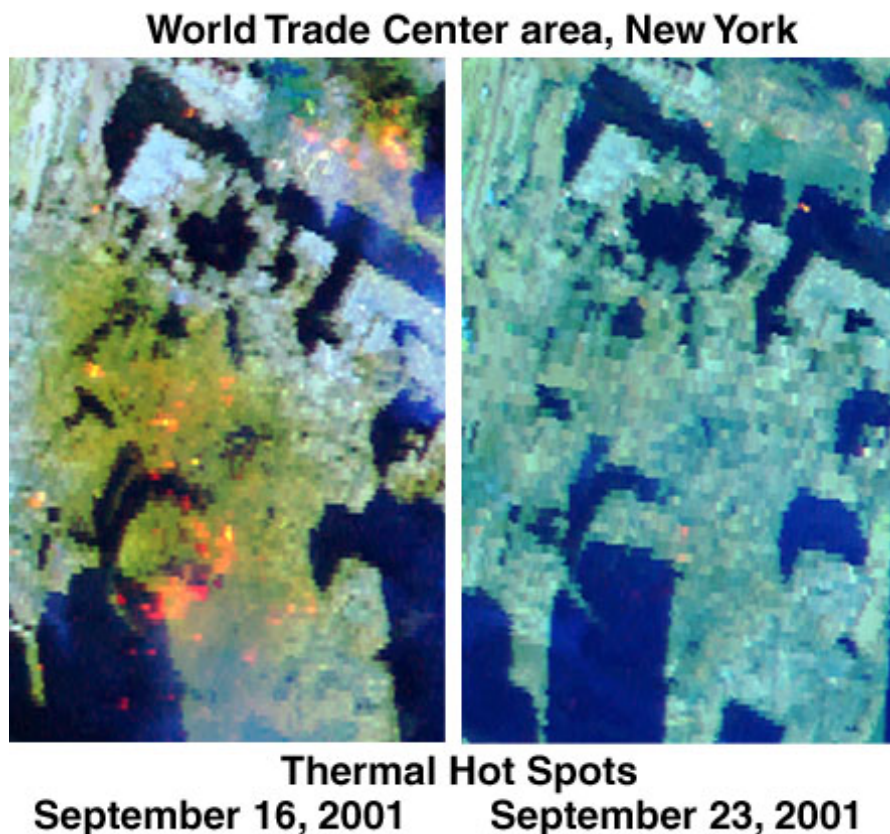
Obrázky webu World Trade Center ukazují termální horké skvrny 16. a 23. září 2001.

Výsledky a interpretace dat a interpretací dálkového průzkumu spektrometru Airborne Visible/Infrared Imaging Spectrometer (AVIRIS) ukazují rozložení a intenzitu termálních horkých míst v oblasti ve Světovém obchodním centru a jeho okolí ve dnech 16. a 23. září 2001. Údaje shromážděné 16. , interpretováno a předáno týmům reakce na mimořádné události dne 18. září 2001. Údaje z 23. září byly zpracovány, interpretovány a výsledky zveřejněny 12. října 2001. Snímky z webu World Trade Center ukazují významné tepelné horké skvrny v září. 16, 2001. Do 23. září 2001 se většina horkých míst ochladila nebo byly požáry uhašeny.

Přístroj AVIRIS je dálkový průzkumný přístroj Národního úřadu pro letectví a vesmír (NASA), který měří stoupající spektrální záření ve viditelném záření prostřednictvím krátkovlnné infračervené oblasti. Přístroj má 224 spektrálních kanálů (pásem) s vlnovými délkami od 0,37 do 2,5 mikronů (mikrometrů).

V reakci na žádosti EPA prostřednictvím USGS, NASA přeletěla AVIRIS na De Havilland Twin Otter nad dolním Manhattanem v poledne 16. a 23. září 2001. Pro tato nasazení byla Twin Otter přelétána ve výškách 6 500 a 12 500 chodidla. Spektrální data pro zde zobrazené mapy byla naměřena ve vzdálenosti 6 500 stop a mají prostorové rozlišení (rozteč pixelů) přibližně 6 stop (2 metry).

AVIRIS na dálku zaznamenává blízkou infračervenou signaturu tepla. Doprovodné mapy jsou obrázky ve falešných barvách, které ukazují postiženou oblast kolem Světového obchodního centra. Prvotní analýza těchto údajů odhalila 16. září řadu tepelných horkých míst v regionu, kde se budovy zřítily o 5 dní dříve. Analýza dat ukazuje teploty vyšší než 800 ° F. V jádrové zóně se objevují více než 3 tucty horkých míst. Do 23. září jsou patrné pouze 4, možná 5 horkých míst, s teplotami chladnějšími než 16. září (termální obrázek 1).



Tepelný obrázek 1. Horká místa se zobrazují jako oranžové a žluté oblasti. Desítky horkých míst jsou vidět 16. září, ale většina se ochladila nebo byly požáry uhašeny do 23. září.

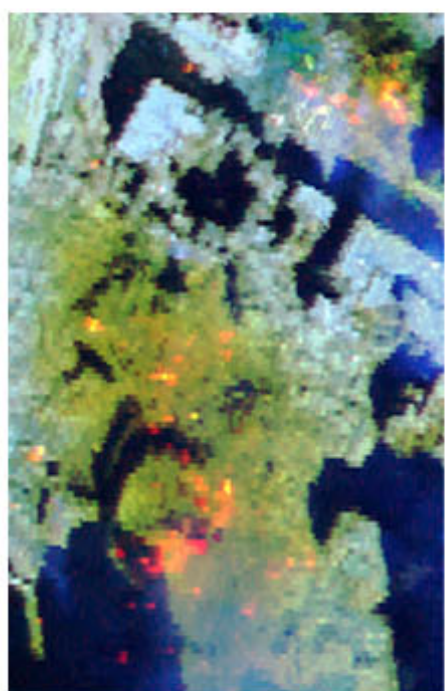
Obrázky (větší plocha je zobrazena níže) také zobrazují vegetované plochy jako zelené. Voda se jeví jako modrá a kouř z ohňů se jeví jako světle modrý opar. Bílé a světle modré oblasti jsou střechy, silnice a beton, stejně jako prach a trosky ze zřícených budov. 16. dne kolem jádra WTC se objevuje prach, pravděpodobně více než milimetr silný, v odstínech hnědé.

Na snímku ze 16. září 2001 (termální obrázek 2) velké oblasti kolem Světových obchodních center ukazují nahnědlé barvy, což naznačuje trosky. 20. září 2001 došlo k výrazné dešťové bouři, která odnesla část prašných trosek. Snížení distribuce prachu/úlomků je patrné na snímku z 23. září (termální obrázek 3) a lze jej přičíst úsilí o čištění spolu s deštěm.

V oblasti jižně od zóny World Trade Center jsou na snímcích další červeno-oranžové skvrny. Jedná se o horká místa z komínů nebo výfukových otvorů topení a jedná se o normální a ne o jiné nekontrolované požáry.

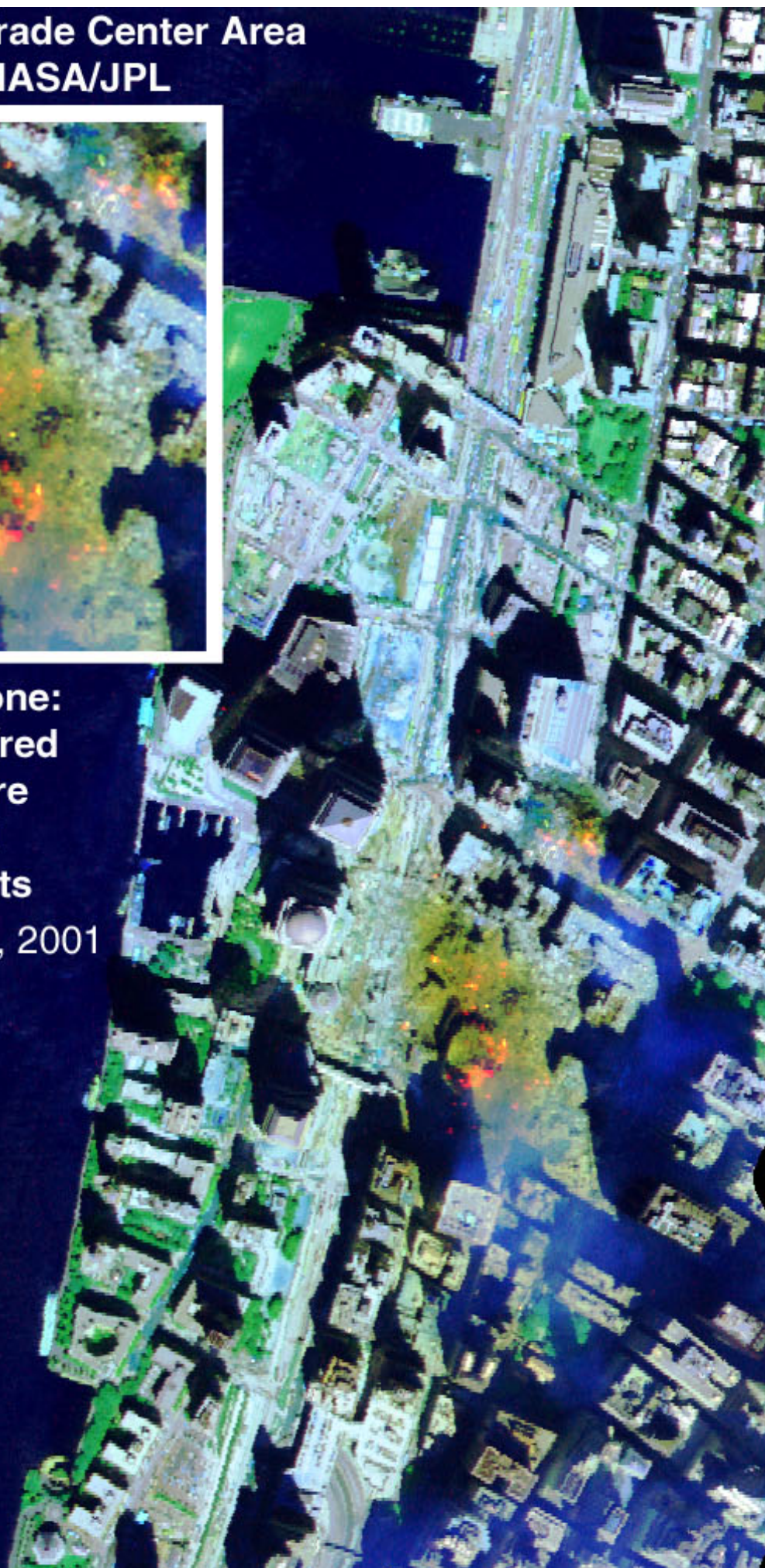
Data AVIRIS byla zpracována v Jet Propulsion Laboratory (JPL) v Pasadeně v Kalifornii, kde jsou data kalibrována na zářivost a korigována na stáčení, náklon a náklon letadla. Získávání a kalibrace dat AVIRIS v JPL probíhá pod vedením Roberta O. Greena. Data byla poté předána US Geological Survey (USGS), Imaging Spectroscopy Group v Denveru, Colorado, pod vedením Dr. Rogera N. Clarka. Atmosférické a pozemní kalibrace byly použity k odvození zdánlivé povrchové odrazivosti a poté byly vytvořeny mapy z povrchových materiálů. Skupina USGS zobrazovací spektroskopie zahrnuje Dr. Gregga Swayze, Erica Liva a Todda Hoefena.

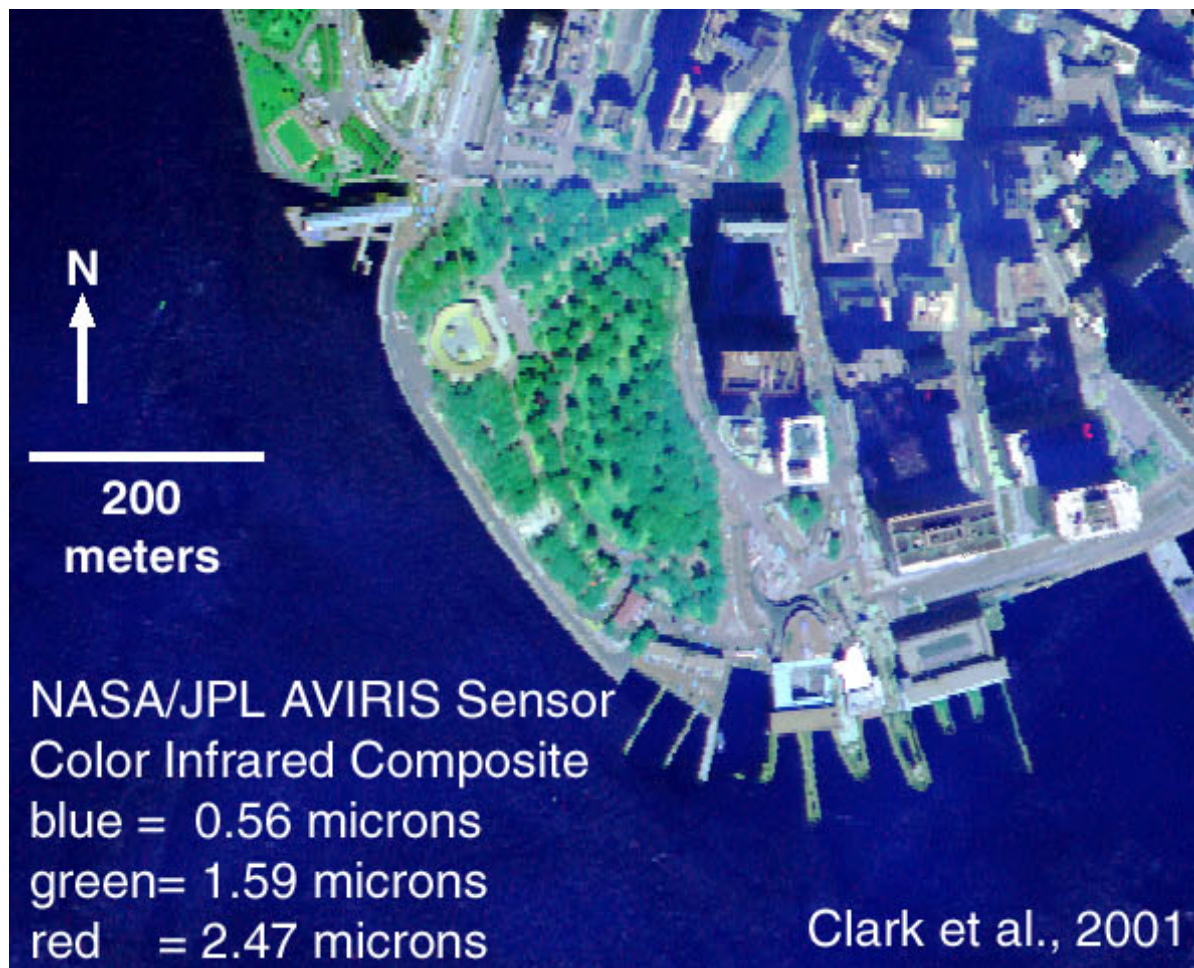
**World Trade Center Area
USGS/NASA/JPL**



**Core Zone:
orange/red
areas are
thermal
hot spots**

Sept. 16, 2001
mid-day





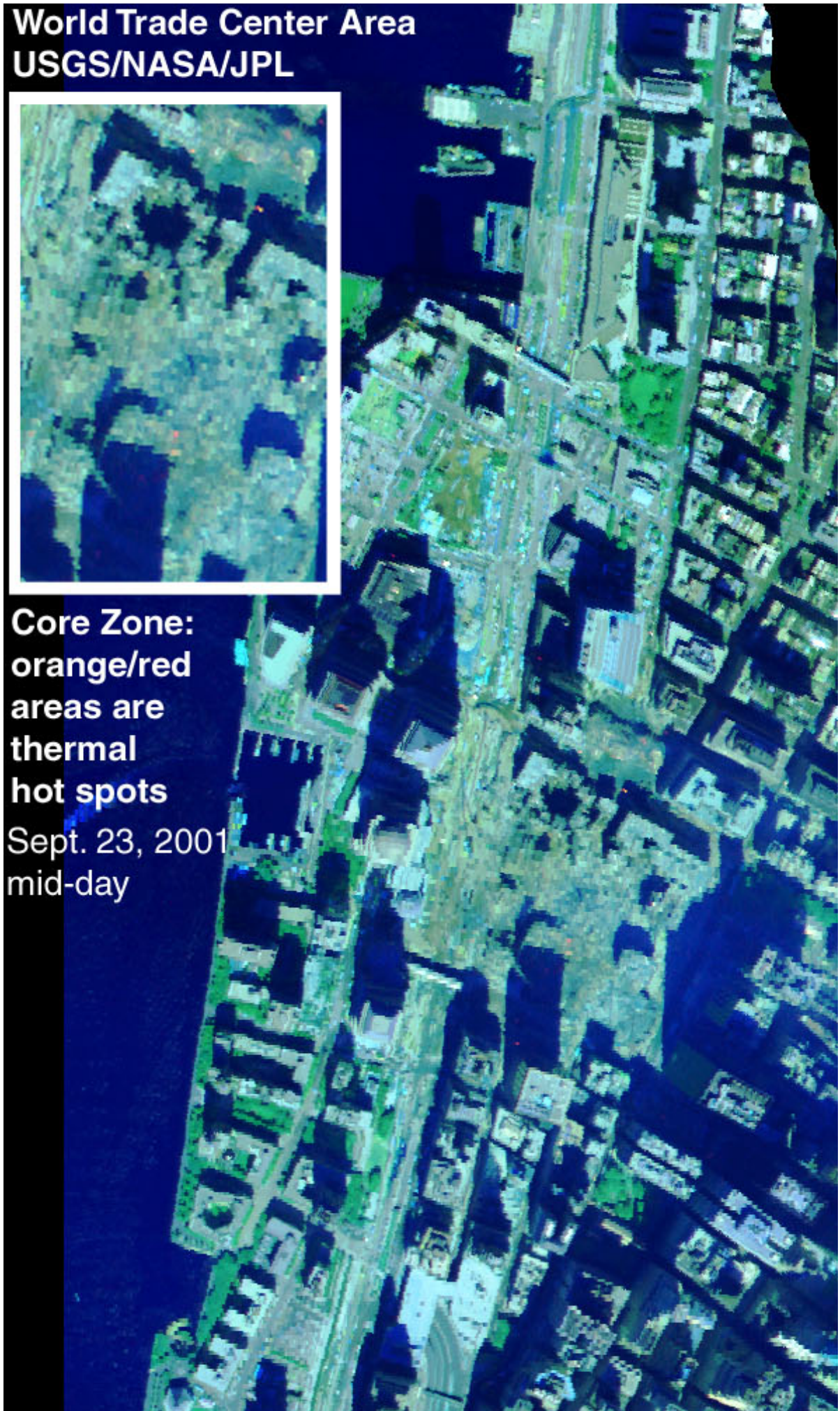
Tepelný obrázek 2. Snímek AVIRIS ze 16. září 2001. Horká místa se zobrazují jako oranžové a žluté oblasti. Žlutá je teplejší než červená (kvůli míchání barev ve způsobu, jakým byl vytvořen 3barevný obrázek).

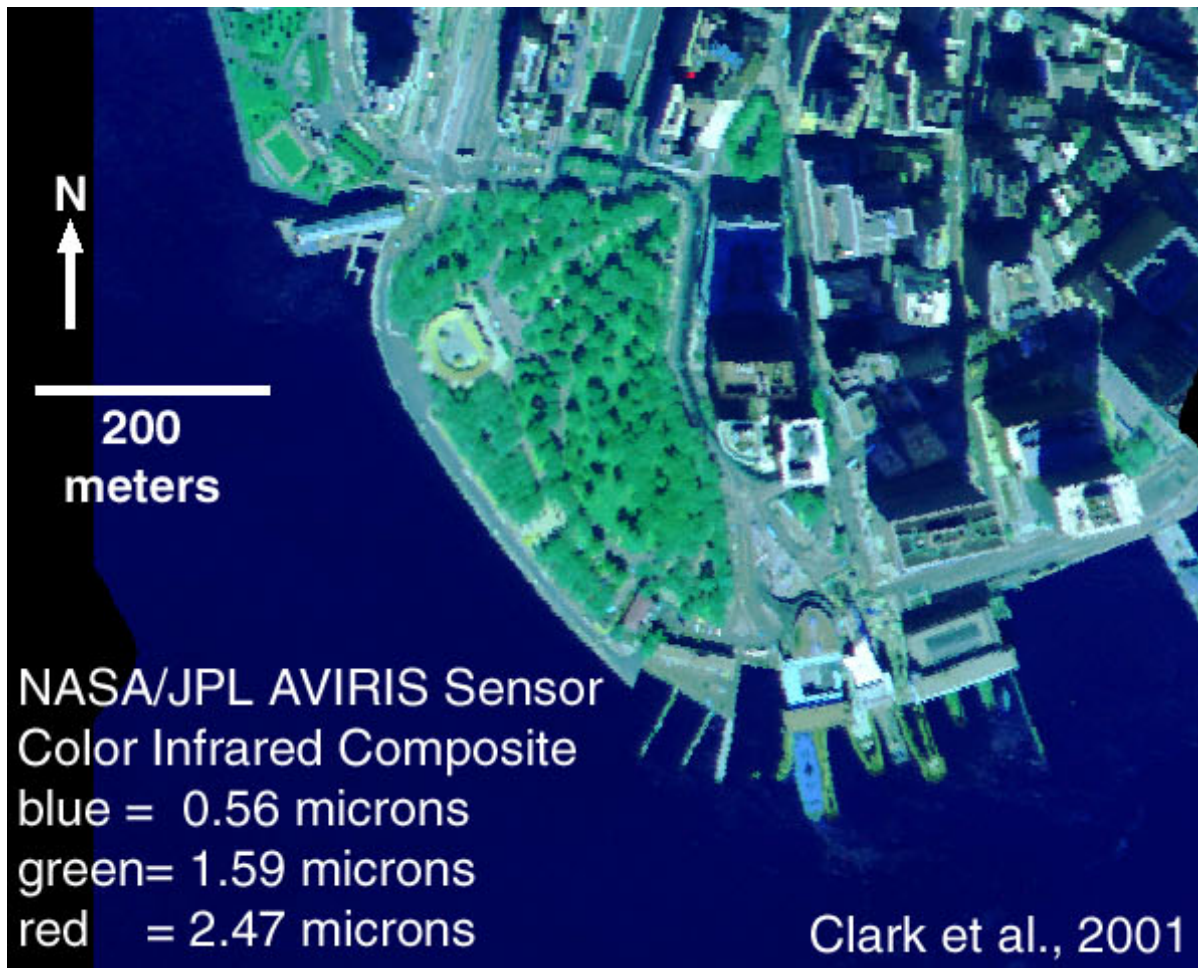
**World Trade Center Area
USGS/NASA/JPL**



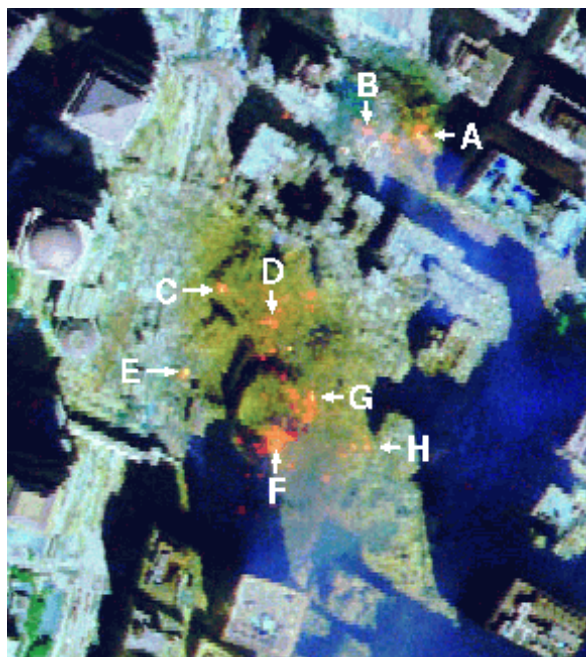
**Core Zone:
orange/red
areas are
thermal
hot spots**

Sept. 23, 2001
mid-day





Tepelný obrázek 3. Snímek AVIRIS z 23. září 2001. V záběru zůstalo pouze několik horkých míst.



Větší obrázek o velikosti 254 kB

Tepelný Obrázek 4 . Index pro umístění některých horkých míst pozorovaných 16. září 2001.

Teplota horkých míst

Dálkové měření teploty je obtížné, protože zdroj tepelné emise může být menší než zorné pole měřicího přístroje. V takovém případě má tepelný senzor nejednoznačné řešení: vyšší teplota menší oblasti nebo nižší teplota větší oblasti může mít za následek stejné celkové přijaté tepelné záření.

Spektrometr však překonává výše uvedený problém nejednoznačnosti, protože tvar tepelného spektra lze použít k odvození jedinečné teploty a intenzita udává plochu emitujícího zdroje. Pokud je pokryt dostatečně velký spektrální rozsah, lze odvodit rozsah teplot a plochu každého z nich. V blízké infračervené spektrální oblasti AVIRIS přispívá k signálu také odražené sluneční záření. Řešení zobecněného problému zahrnujícího všechny tyto efekty uvádí Clark (1979).

Teploty jsme odvodili pomocí dvou metod: kalibrovaného záření a odvozeného odrazu podle Clarkových (1979) metod. V odvozené odrazivosti je tepelné záření Planckova odezva dělená slunečním spektrem. To má několik efektů: 1) data jsou korigována na atmosférickou absorpci a rozptyl, 2) odraženou sluneční složku lze snadno posoudit a kompenzovat a 3) poměr odezvy černého tělesa slunečním spektrem vytváří velmi strmý křivka, která je snadno odlišitelná od odraženého slunečního světla a odrazivosti povrchových materiálů.

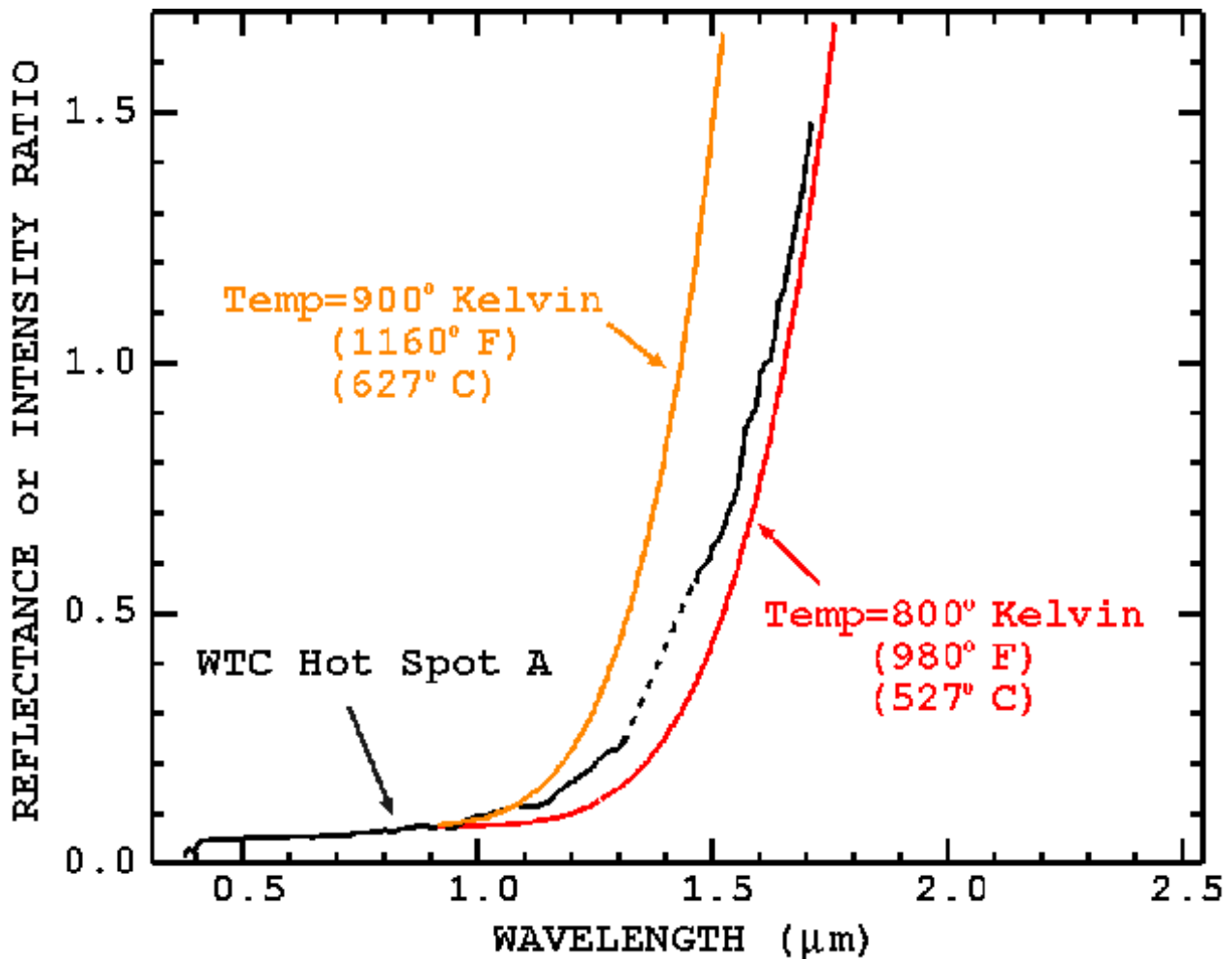
Jednoduché odvození teploty z odvozené odrazivosti je znázorněno na obr. 5a a b. Zde se předpokládá, že aktivní bod vyplní pixel. Tepelná odezva horkého bodu A (z tepelného obrázku 4) ukazuje odezvu AVIRIS vyšší než křivka 800 kelvinů. Teplota 800 Kelvinů je spodní hranicí teploty. Zatímco horní limit může být křivka 900 Kelvinů, vidíme, že sklony neodpovídají. S rostoucí teplotou se vrchol v emisi černého tělesa posouvá ke kratším vlnovým délkám a sklon křivky klesá v polohách na straně vrcholu s krátkou vlnovou délkou (tento případ).

Horký bod C (termální obrázek 5b) vykazuje podobné účinky. Pro horké body pokrývající celou plochu pixelu musí být teplota vyšší než 700 Kelvinů. Při asi 1,3 mikronu odpovídá model při 800 Kelvinech datům AVIRIS, ale křivka 800 Kelvinů má vyšší sklon. To znamená, že hot spot je menší než velikost pixelu, ale teplejší než 800 Kelvinů.

Řešení, která zahrnují odražené sluneční záření, teplotu horkého bodu a oblast horkého bodu, jsou znázorněna na obr. 6a a b. Bylo zjištěno, že horký bod A, který z termálního obrázku 5 má teplotu vyšší než 800 Kelvinů, má teplotu 1000 Kelvinů v místě pokrývajícím ~15 % pixelu, neboli 0,56 metru čtverečního. Podobně se zjistilo, že horký bod C má teplotu 900 kelvinů přes 20 % pixelu, neboli 0,8 metru čtverečního.

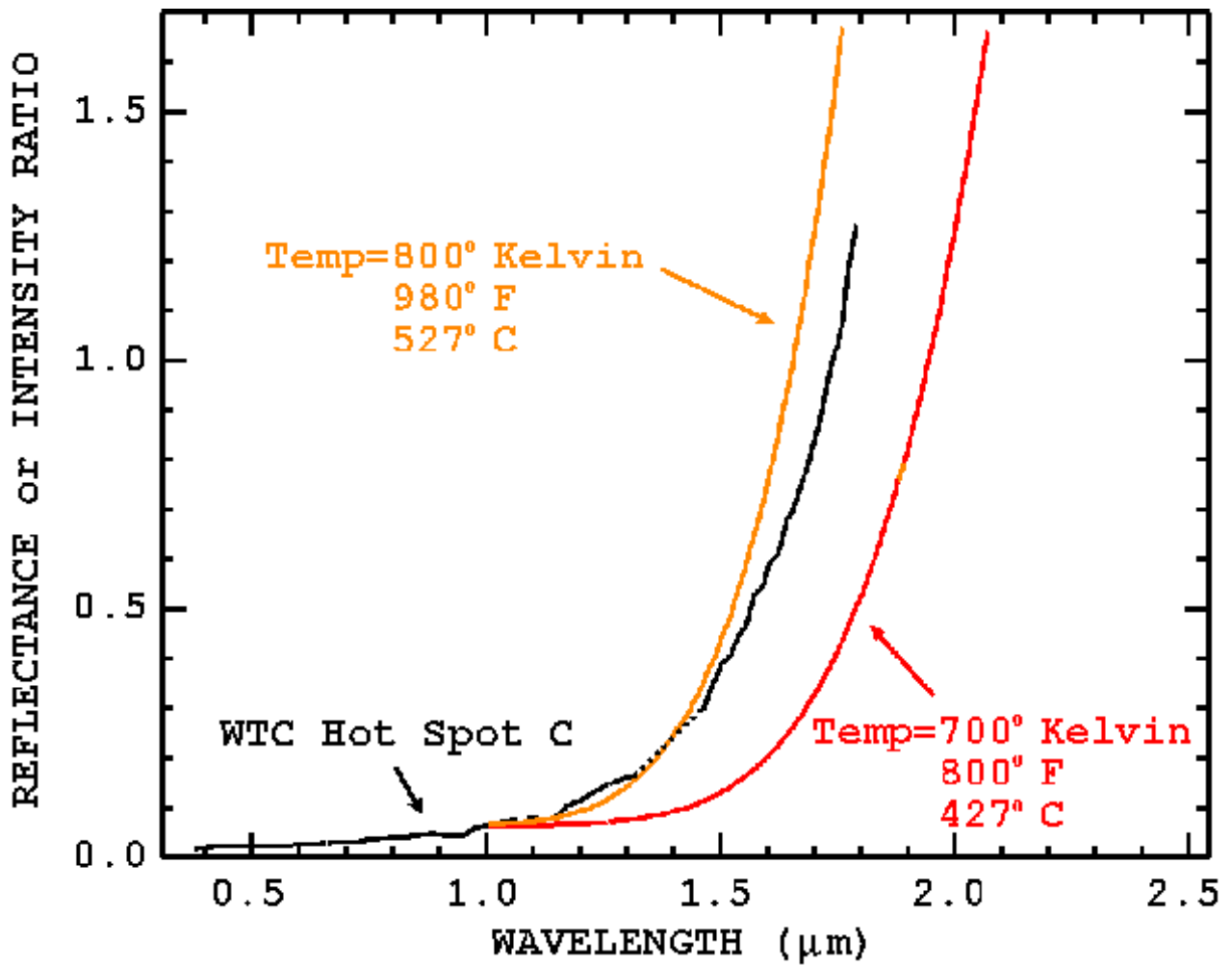
Citlivost řešení plochy a teploty je znázorněna na termickém obrázku 7. Vynikající přizpůsobení je získáno pro horký bod C s 900 Kelvinovými body vyplňujícími 20 % pixelu. Při 1000 Kelvinech je zapotřebí pouze 8 %, ale přizpůsobení je znatelně horší. Pro teploty v rozsahu 800-1000 Kelvinů se přesnost teploty odhaduje na ± 30 Kelvinů a oblast ± 5 %. Pro menší body, jako je bod G v tabulce 1, je přesnost teploty podobná, ale přesnost na tak malých plochách je přibližně +5 %, -0,5 %. Například snížení teploty na 1000 Kelvinů (z 1020 Kelvinů) na místě G zvětší zlomkovou plochu na přibližně 5 %.

Polohy, teploty a ekvivalentní oblasti pro horká místa AH jsou uvedeny v tabulce 1 a geometricky rektifikovaná mapa umístění je zobrazena na obrázku 8.



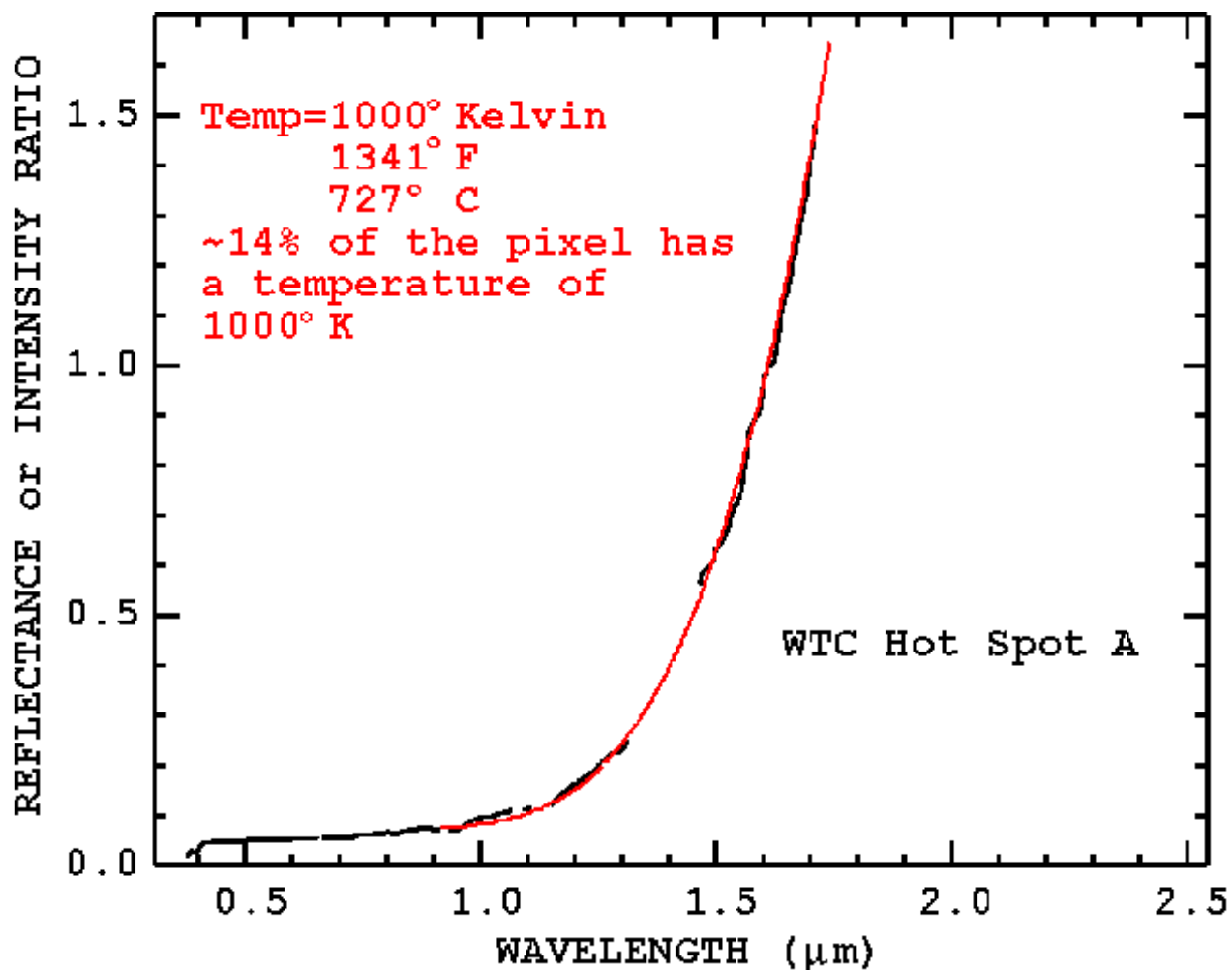
[Větší obrázek 16 kB](#)

Tepelný obrázek 5a.

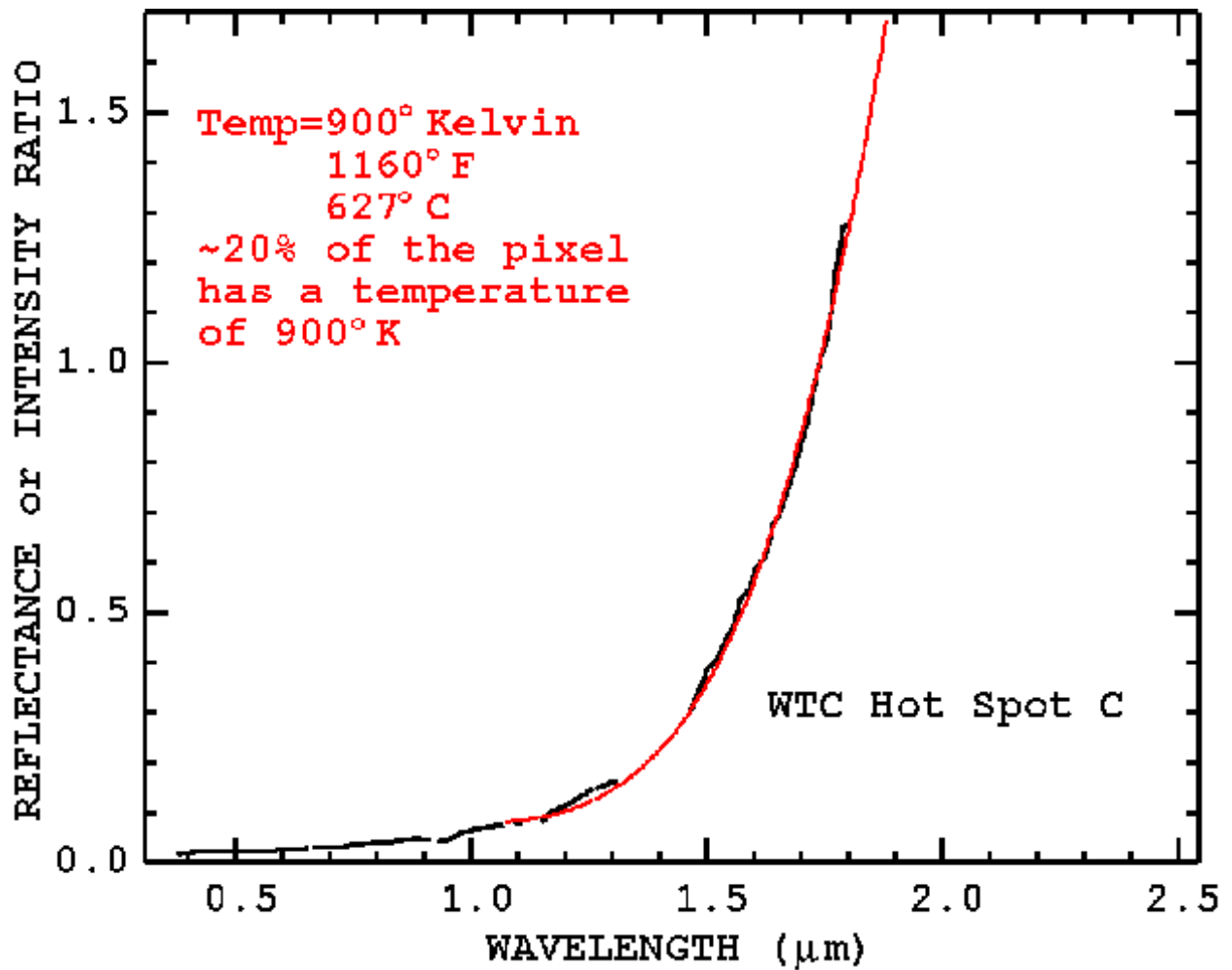


[Větší obrázek o velikosti 15 kB](#)

Tepelný obrázek 5b

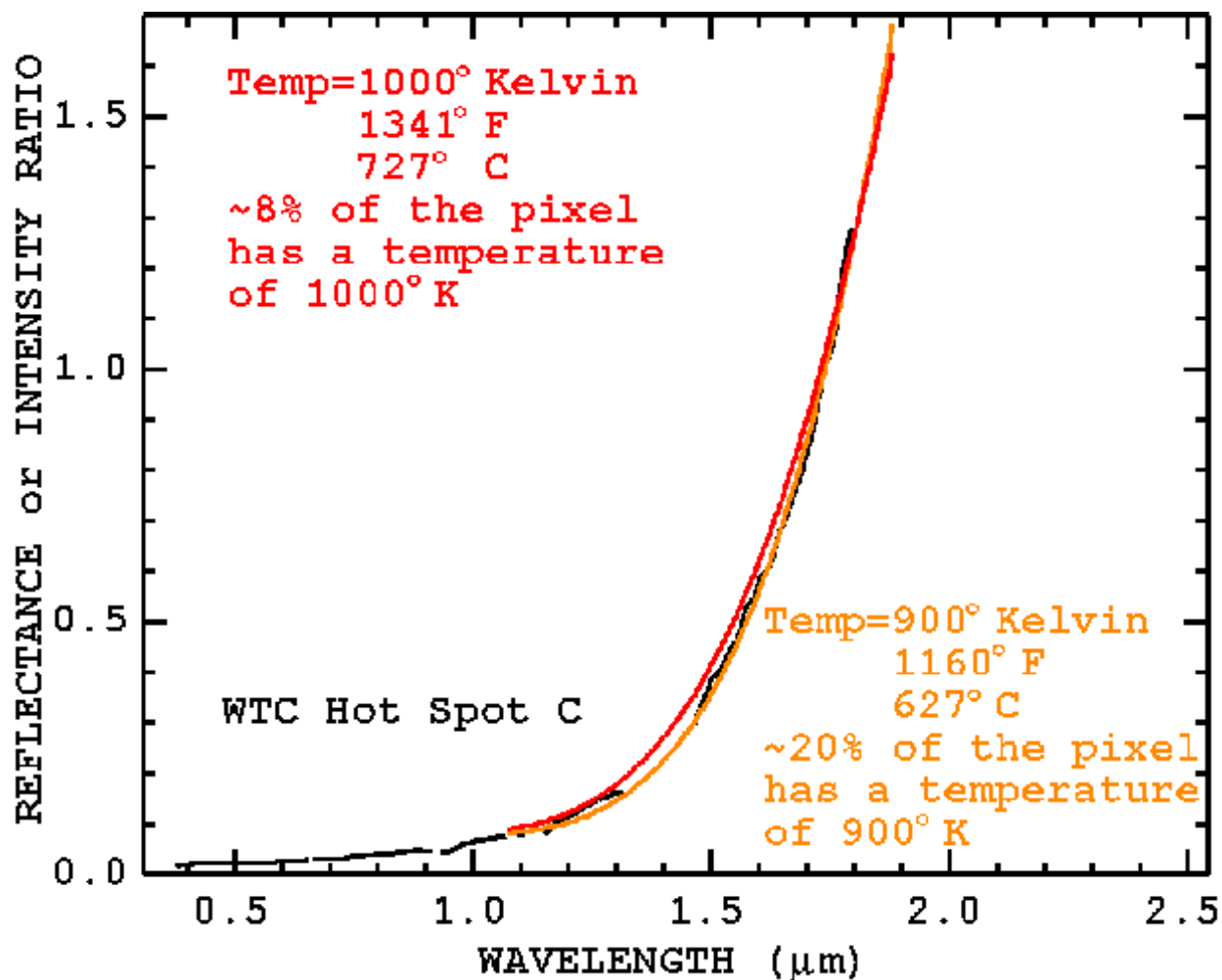


Větší obrázek o velikosti 13 kB
Tepelný obrázek 6a



[Větší obrázek o velikosti 13 kB](#)

Tepelný obrázek 6b



[Větší obrázek 16 kB](#)

Tepelný obrázek 7.

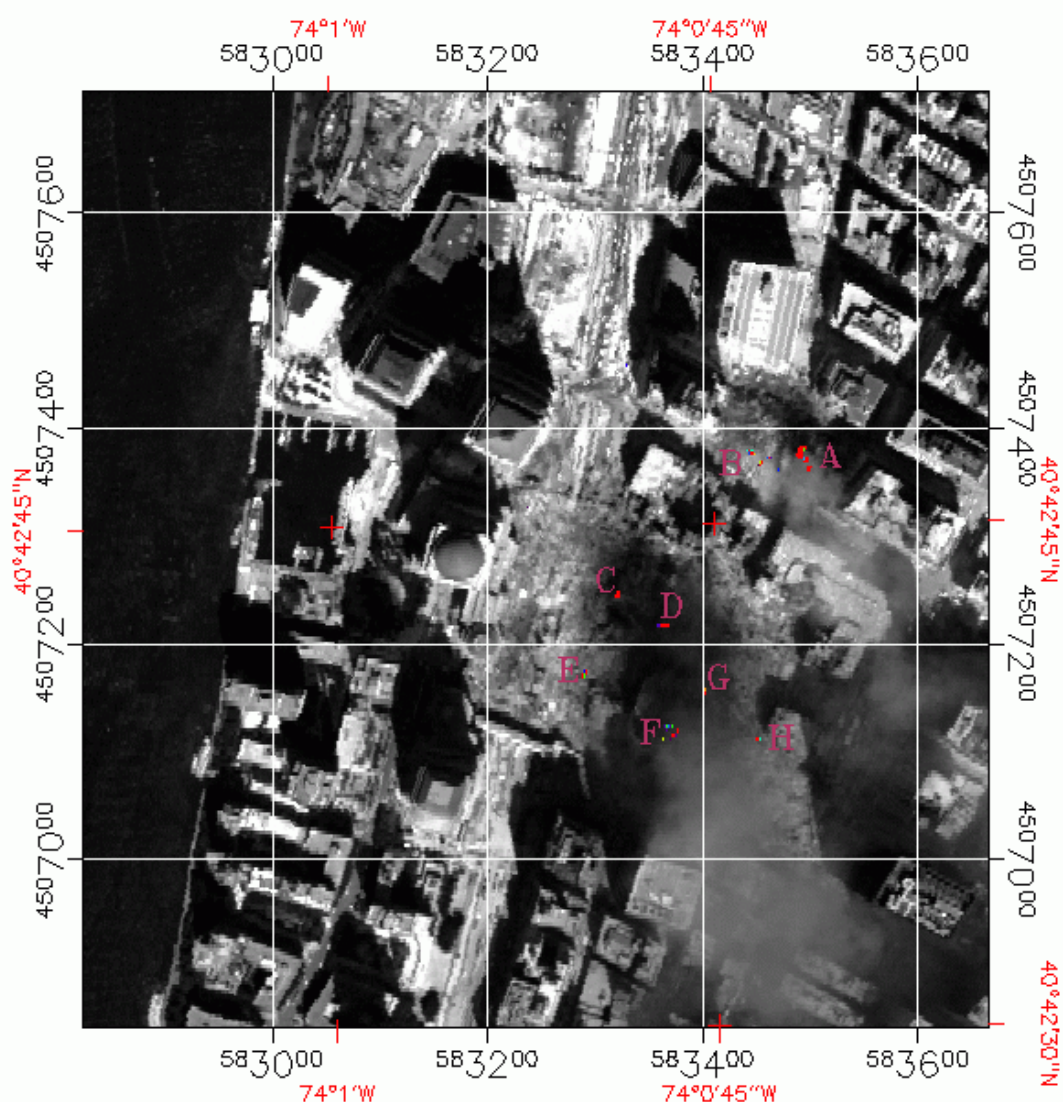
Tabulka 1 Data tepelného horkého bodu

Hot Spot	Umístění		Teplota (Kelvin)	Plocha	
	N zeměpisná šířka	W Zeměpisná délka		% FOV	metr čtvereční
A	40 ° 42' 47,18"	74 ° 00' 41,43"	1000	15	0.56
B	40 ° 42' 47,14"	74 ° 00' 43,53"	830	2	0.08
C	40 ° 42' 42,89"	74 ° 00' 48,88"	900	20	0.8
D	40 ° 42' 41,99"	74 ° 00' 46,94"	790	20	0.8
A	40 ° 42' 40,58"	74 ° 00' 50,15"	710	10	0.4
F	40 ° 42' 38,74"	74 ° 00' 46,70"	700	10	0.4

G	40 ° 42' 39,94"	74 ° 00' 45,37"	1020	1	0.04
H	40 ° 42' 38,60"	74 ° 00' 43,51"	820	2	0.08

Pozice jsou ve stupních-minutách-desetinných sekundách, datum WGS84.

Přesnost polohy se odhaduje na přibližně +/- 6 metrů (18 stop).



AVIRIS Hot Spot Mapping 09/16/2001
 Color Coded Hot Spots on B/W Image Background
 UTM projection, zone 18
 NAD-83/WGS-84 datum, 1.7 meter pixels



Kliknutím sem zobrazíte obrázek geo-tif o velikosti 180 kB

Termální Obrázek 8. Geometricky rektifikovaný snímek oblasti jádra WTC ukazující umístění horkých míst.

Další teplotní analýza:

ftp://popo.jpl.nasa.gov/pub/outgoing/WTC_AVIRIS_HOT.htm

[DALŠÍ STRANA zprávy: Mapa azbestiformních minerálů](#)

[Zpět k dokumentu Obsah](#)

Pro další informace kontaktujte:

Dr. Roger N. Clark

rclark@usgs.gov

[Odkaz na datové zařízení AVIRIS JPL\)](#)

Pro informace o AVIRIS kontaktujte:

Robert O. Green

AVIRIS Experiment Scientist

rog@spectra.jpl.nasa.gov

[Přístupnost Zásady a oznámení o ochraně osobních údajů podle zákona o svobodě informací](#)

[Ministerstvo vnitra USA | URL US Geological Survey.](#)

: <https://pubsdata.usgs.gov/pubs/of/2001/ofr-01-0429/thermal.r09.html>

Otázky nebo pomoc: [Webová kontaktní stránka USGS](#)

Poslední změna: středa 7. prosince 18:29 EDT 2016

