

Σεληνιακοί Πόλοι

Δομή / Μορφολογία / Παρατήρηση



Μάκης Λυκόπουλος

Γενικές Πληροφορίες

- Κλίση Άξονα Περιστροφής Σελήνης : $1,55^\circ$
- Χαμηλή θερμοκρασία κρατήρων
- Λίγος η ανεπαρκής φωτισμός λόγω χαμηλού ύψους Ήλιου
- Πολικές Περιοχές : πέρα από 60° Βόρειο η Νότιο Σεληνογραφικό Πλάτος
- Πέρα από 80° Βόρειο η Νότιο Σεληνογραφικό Πλάτος : μόνιμα σκιασμένες περιοχές
- Κατά τόπους **Αποθέματα Πάγων & Πτητικών Ουσιών (Cold Trap)**

Μόνιμα Σκιασμένοι Κρατήρες (Permanent Shadowed Craters)

- Κρατήρες πέρα από 80° Βόρειο η Νότιο Σεληνογραφικό πλάτος : ολική απουσία ηλιακού φωτός
- Ιδανικοί για εξερεύνηση & αποκισμό λόγω μεγάλων αποθεμάτων πάγου
- Χρήση αυτού για πόσιμη χρήση, Οξυγόνο για αναπνοή, προωθητικό υγρό για πυραύλους
- **Rozhdestvenskiy** (Διάμετρος : 177 km) & **Cabeus** (Διάμετρος : 98 km / Βάθος : 4 km) στη Σελήνη
- Κρατήρας **Juling** στον πλανήτη – νάνο **Ceres** (Διάμετρος : 20 km / Βάθος : 2,5 km)
- Ύψος κεντρικού ορεινού όγκου κρατήρα Juling : 1.000 μέτρα
- Ιδανική τοποθεσία για παρατηρήσεις στο Υπέρυθρο
- Παραμόρφωση εσωτερικού από **ηλιακή καταιγίδα**
- Μειονέκτημα 1 : περιορισμένη ορατότητα rover λόγω σκοτεινού περιβάλλοντος
- Μειονέκτημα 2 : διακοπές επικοινωνίας & δυσκολία μετακίνησης του παγωμένου ρεγόλιθου (χώμα !)



Κρατήρας Juling (NASA)



Δεδομένα από *Clementine*

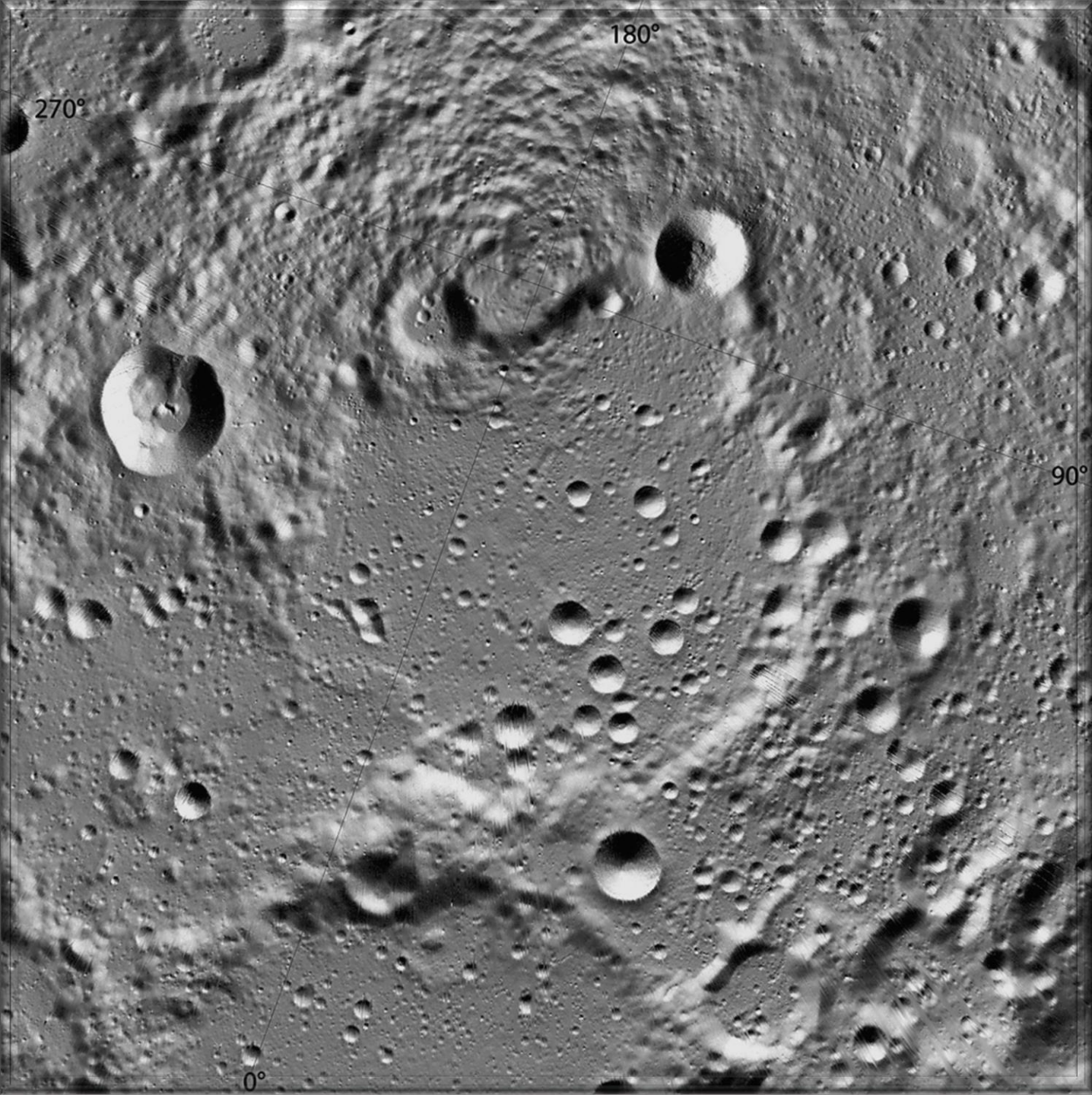
- **25/01/1994 (16:35:00 UT)** : Εκτόξευση διαστημικής αποστολής
- **21/02/1994** : θέση σε τροχιά
- Συνεργασία με ραδιοαστρονόμους & επίγεια αστεροσκοπεία για αναζήτηση πάγου
- Γενική χαρτογράφηση Σελήνης από πολική τροχιά
- Αναζήτηση ραδιενεργών υλικών μέσω ραδιοσυμβατών υλικών (νερό, πάγος)
- Περισσότερα βαθιά κοιλώματα με ολική απουσία ηλιακού φωτός στον Νότιο Πόλο απ'ότι στον Βόρειο
- Εκτεταμένες περιοχές λείου πετρώματος στη Σελήνη
- Πιο έντονη αντανάκλαση ζωνών σκιάς στον Νότιο Πόλο (μέσω σημάτων ραντάρ)
- Ενδείξεις για ποσότητες πάγου στον Νότιο Πόλο
- **10/05/1995** : τελευταία επικοινωνία

Δεδομένα από *Lunar Prospector*

- **07/01/1998 (02:28:45 UT)** : Εκτόξευση διαστημικής αποστολής
- **11/01/1998 (10:28:00 UT)** : Θέση σε πολική τροχιά
- Ανακάλυψη μεγάλης ποσότητας πάγου στους μόνιμα σκιασμένους κρατήρες των πόλων
- Βόρειος Πόλος : 300 εκατομμύρια τόνοι πάγου, διπλάσια απ'ότι ο Νότιος Πόλος !
- Πιθανή προέλευση πάγου από κομήτες
- Εξαέρωση πυρήνα κομήτη κατά τη πρόσκρουση → δημιουργία νεφών σκόνης & αερίων
- Δημιουργία πτητικών ουσιών από τη πρόσκρουση
- Πρόσπτωση νεφών σκόνη & αερίων σε μορφή χιονόπτωσης στους πόλους
- Συσσώρευση στρωμάτων χιονιού → δημιουργία στρωμάτων πάγου σε μήξη με σεληνιακή πέτρα & χώμα
- **31/05/1999 (09:52:02 UT)** : πρόσκρουση πλησίον του κρατήρα Scott

Βόρειος Πόλος

- Πέρα από 60° Βόρειο Σεληνογραφικό Πλάτος
- Μέγιστη κλίση Βόρειου Πόλου : ολόκληρα ορατός ο Βόρειος Πόλος
- Πραγματικό σημείο Βόρειου Πόλου : κοντά στον κρατήρα **Peary** (Διάμετρος : 79 km / Βάθος : 1.500 m)
- Σχεδόν κυκλικός κρατήρας με εξόγκωμα στο βορειοανατολικό χείλος
- Εξωτερικό τείχος : φθαρμένο & διαβρωμένο που δημιουργεί μια τραχιά δακτυλιοειδής οροσειρά
- Πυθμένας κρατήρα Peary : επίπεδος με πολλούς δευτερεύοντες κρατήρες στο εσωτερικό
- Μέση θερμοκρασία : 30 έως 40 βαθμούς K → από τις ψυχρότερες περιοχές στο Ηλιακό Σύστημα !
- 4 υψωμένες περιοχές του τείχους του Peary έχουν μόνιμο ημερήσιο φωτισμό
- Μεταξύ των κρατήρων **Peary B** (D : 12 km) & **Peary W** (D: 10 km)
- Μεγαλύτερη περιοχή πλησίον του κρατήρα Peary B
- Περιοχές γνωστές ως **Peaks of Eternal Light (PLT)** λόγω μικρής κλίσης άξονα περιστροφής Σελήνης



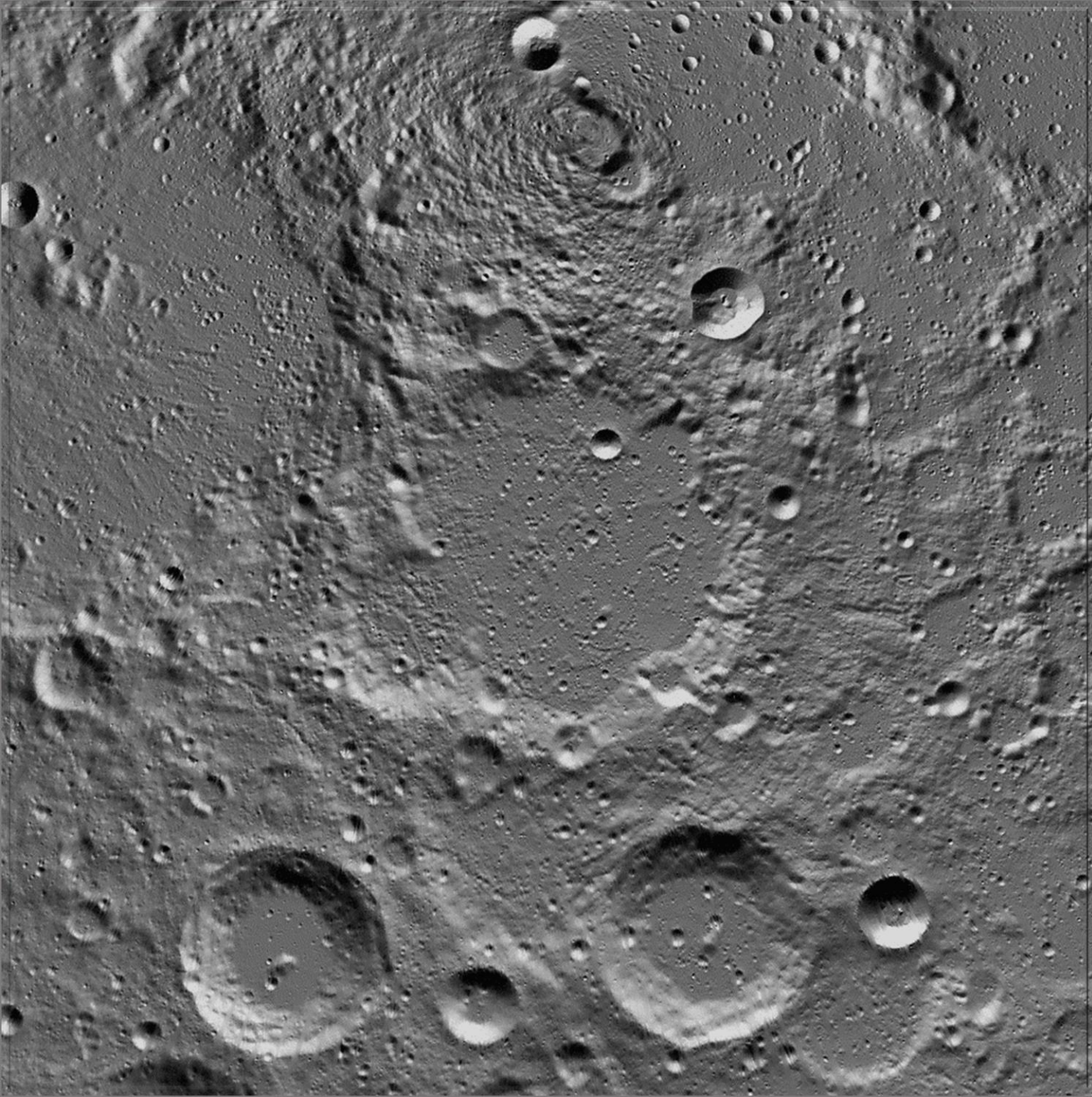
© Lunar Reconnaissance Orbiter

Κρατήρες Βόρειου Πόλου (ορατοί απ'τη Γη)

• <i>Bel'kovich</i>	61,1° Β / 90,2° Α	Διάμετρος : 214 km
• <i>Brianchon</i>	74,8° Β / 86,5° Δ	Διάμετρος : 145 km
• <i>Goldschmidt</i>	73° Β / 03,8° Δ	Διάμετρος : 113 km / Βάθος : 2.000 μέτρα
• Hermite	86,17° Β / 93,32° Δ	Διάμετρος : 108,64 km
• <i>J. Herschel</i>	62° Β / 42° Δ	Διάμετρος : 154 km
• <i>Meton</i>	73,8° Β / 19,2° Α	Διάμετρος : 122 km / Βάθος : 2.600 μέτρα
• Nansen	80,9° Β / 95,3° Α	Διάμετρος : 104 km
• <i>Pascal</i>	74,6° Β / 70,3° Δ	Διάμετρος : 115 km
• <i>Petermann</i>	74,2° Β / 66,3° Α	Διάμετρος : 73 km
• <i>Philolaus</i>	72,1° Β / 32,4° Δ	Διάμετρος : 70 km / Βάθος : 3.400 μέτρα
• <i>Pythagoras</i>	63,5° Β / 62,8° Δ	Διάμετρος : 130 km / Βάθος : 5.000 μέτρα
• <i>W. Bond</i>	65,3° Β / 04,5° Α	Διάμετρος : 156 km

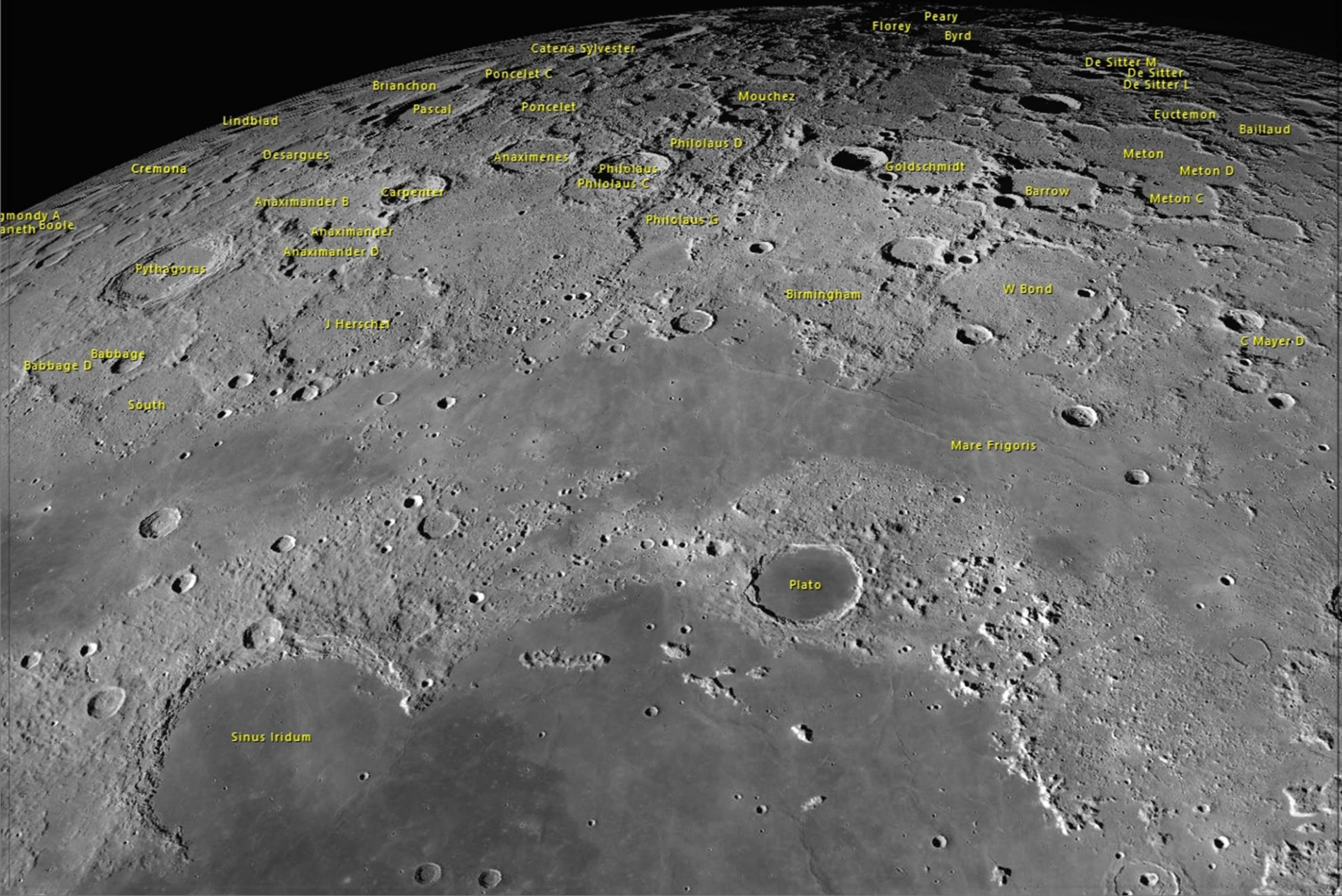
Κρατήρας *Hermite*

- Ο 2^{ος} πλησιέστερος κρατήρας στον Βόρειο Πόλο (μετά τον Peary)
- 86,17° Β / 93,32° Δ
- Διάμετρος : 108,65 χιλιόμετρα
- Σχηματισμός : πριν από 3,9 δισεκατομμύρια έτη
- Διαβρωμένη & φθαρμένη περιτοιχισμένη πεδιάδα με κατά τόπους τομές στο νοτιοανατολικό τείχος
- Συγχώνευση 2 σχηματισμών στο εσωτερικό του πυθμένα → ίση κατανομή πυθμένα
- Μικρός κρατήρας έχει προσαρτηθεί στο βόρειο τείχος
- Ζεύγος μικρών κρατήρων στο νότιο τείχος
- Ανασχηματισμός πυθμένα με πολλούς δευτερεύοντες κρατήρες & χαμηλούς λόφους
- Το ψυχρότερο σημείο του Ηλιακού Συστήματος → Θερμοκρασία: - 247 βαθμοί Κελσίου !
- Θερμοκρασία επιφάνειας Πλούτωνα : - 229 βαθμοί Κελσίου !



© Lunar Reconnaissance Orbiter

Hermite



25/10/2018

22:20:00

Θίσβη Βοιωτίας

255 mm

Canon 450 D

SW Barlow 2x

ISO 800

1/500 sec



Hermite

Anaxagoras

Plato

Απόσταση : 376.933 km

Διάμετρος : 31,70'

Ηλικία : 16,70 ημέρες

Φωτισμός : 98,50 %

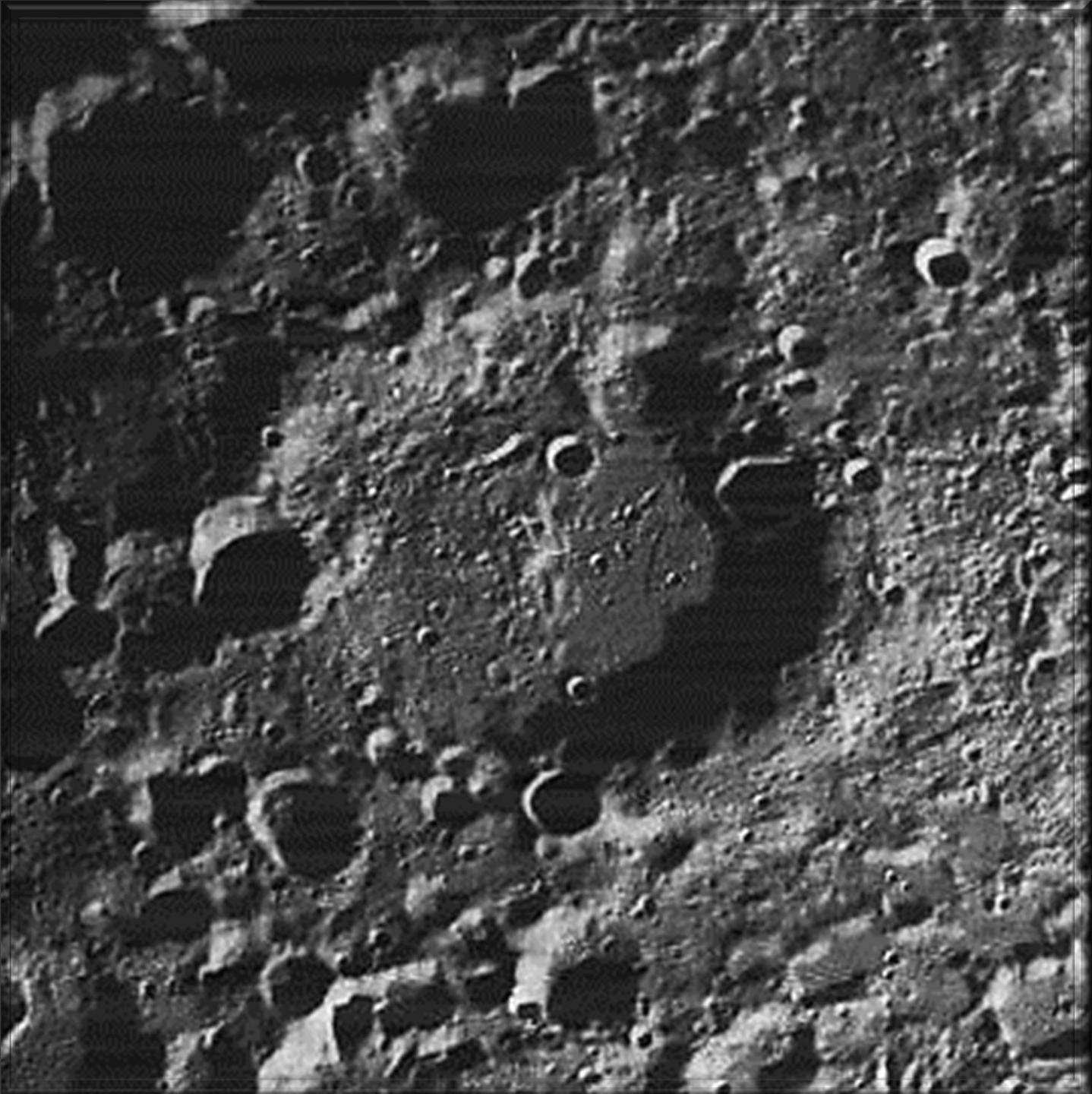
Λίκνιση κατά Σεληνογραφικό Μήκος : + 07,06°

Λίκνιση κατά Σεληνογραφικό Πλάτος : + 04°

Ύψος : + 25,15°

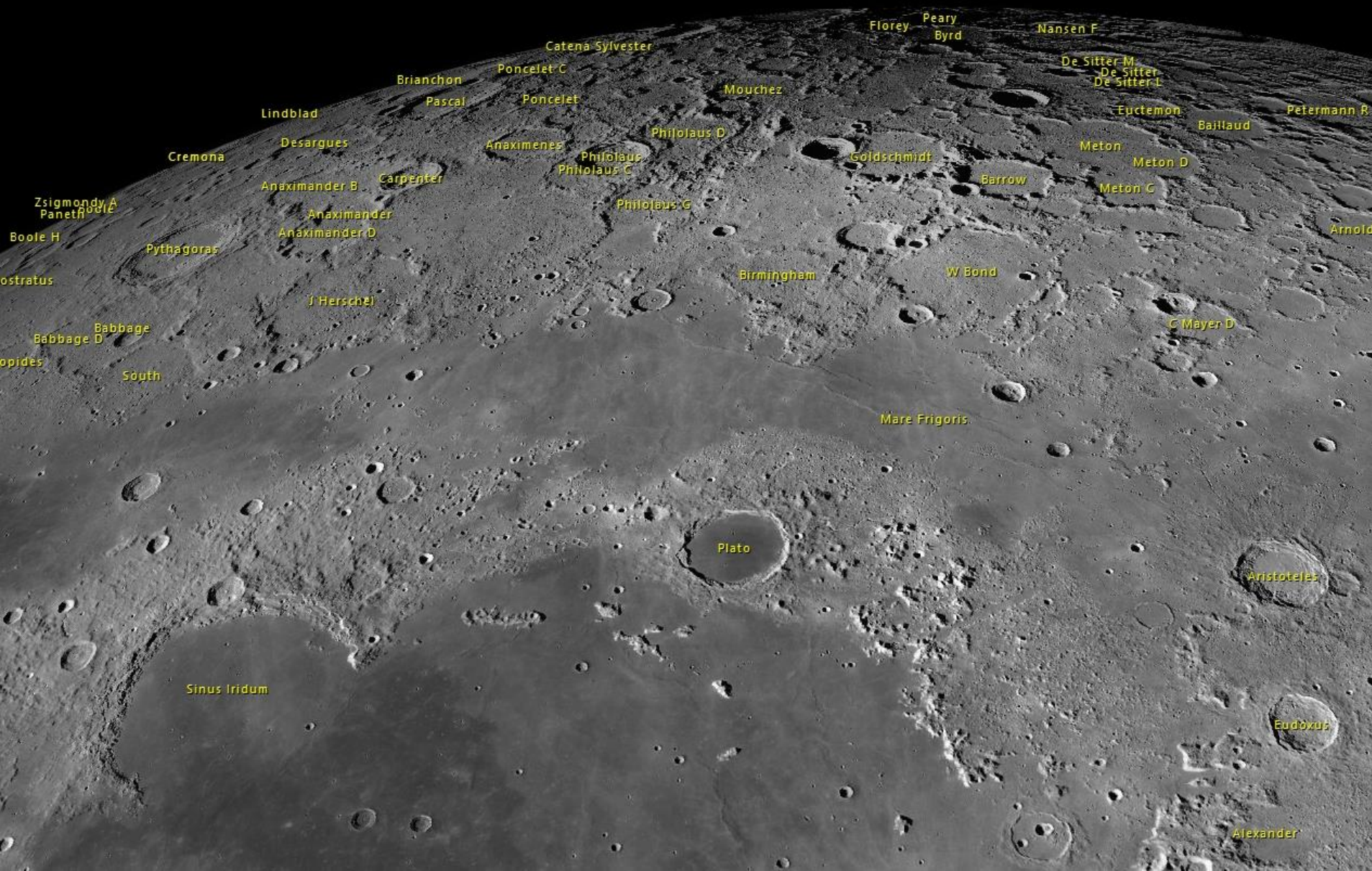
Κρατήρας Nansen

- 80,9° Β / 95,3° Α
- Διάμετρος : 104 km
- Αρχαία περιτοιχισμένη πεδιάδα στο ανατολικό τμήμα του σεληνιακού Βόρειου Πόλου
- Φαινόμενο πεπλατυσμένο σχήμα λόγω θέσης στον σεληνιακό δίσκο (όπως και οι όμοροι κρατήρες)
- Διαβρωμένος & φθαρμένος κρατήρας σε μεγάλο βαθμό από μεταγενέστερες προσκρούσεις αστεροειδών
- Ακανόνιστο εξωτερικό τείχος → σημαδεμένο από οδοντώσεις & πολλούς μικρούς κρατήρες
- Μικρός κρατήρας εφαπτόμενος στο βόρειο τείχος & άλλος ένας μικρός κρατήρας στο νότιο τείχος
- Αλυσίδα μικρών κρατήρων στο ανατολικό τείχος
- Εσωτερικό κρατήρα → λοφώδης & ακανόνιστος πυθμένας (ιδίως στο βόρειο μισό)
- Νότιο μισό πυθμένα → επίπεδο
- Μικροί κρατήρες → εσωτερικό πυθμένα και κατά μήκος του εσωτερικού τμήματος του τείχους



© Lunar Orbiter 4

NANSEN





29/10/2020
21:36:00
Αθήνα
130 mm
Canon 200 D + TV Barlow 3x
ISO 800
1/20''
White Balance : AWB + W

Απόσταση : 402.506 km
Διάμετρος : 29,70'
Ηλικία : 23,05 ημέρες
Φωτισμός : 97,20 %
Λίκνιση κατά Σεληνογραφικό Μήκος : + 06,40°
Λίκνιση κατά Σεληνογραφικό Πλάτος : + 02°
Ύψος : + 37,02°

Νότιος Πόλος

- Πραγματικό σημείο Νότιου Πόλου → κοντά στον κρατήρα **Shackleton** (Διάμετρος : 20 km)
- Μόνιμα Σκιασμένοι Κρατήρες → Θύλακες Πάγου, Υδρογόνου & Πτητικών Ουσιών
- Μεγαλύτερη πυκνότητα κρατήρων απ' ότι ο Βόρειος Πόλος
- Αποτέλεσμα μετατόπισης η αλλαγή άξονα του περιστροφής
- Άξονας Περιστροφής Σελήνης → αποχή 88,5° από πραγματικό σημείο Νότιου Πόλου
- Μέση θερμοκρασία Νότιου Πόλου : 260 βαθμούς K (- 13° C)
- Μέγιστη κλίση Νότιου Πόλου ↔ περιοχές με μόνιμο ηλιακό φωτισμό
- Περιλαμβάνει την κορυφή E (Epsilon Peak, H : 9.050 km, ψηλότερο από οποιοδήποτε όρος στη Γη)
- Μέρος της **Λεκάνης Νότιου Πόλου – Aitken (South Pole – Aitken Basin)**

Εξερεύνηση από διαστημικές αποστολές

- Παρουσία κρατήρων με τείχη φωτισμένα απ' τον Ήλιο και μη φωτισμένο το εσωτερικό
- Μελέτη υψηλής ανάλυσης μοντέλων από εικόνες του *Lunar Reconnaissance Orbiter* (2009/06/18 21:32 UT)
- **Θύλακες Νερού** : περιοχές των πόλων & κρατήρων με ποσότητες νερού – νερού – πτητικών ουσιών
- Προέλευση νερού : κομήτες – μετεωρίτες & ποσότητες σιδήρου από ηλιακό άνεμο
- Πειράματα & αναλύσεις δειγμάτων → ποσότητες πάγου στους θύλακες νερού
- **Μαγνητική Ανωμαλία** → περιοχές στη Σελήνη με υψηλό μαγνητικό πεδίου
- Αποθέματα μεταλλικού σιδήρου στον Νότιο Πόλο (από πρόσκρουση) στη *Λεκάνη Νότιου Πόλου – Aitken*
- Μεγάλο βάθος των ποσοτήτων ώστε να γίνει δυνατή η πλήρης χαρτογράφηση του
- Ανεπαρκή ευρήματα → ασάφεια στην εξαγωγή συμπερασμάτων και τη δημιουργία ανάλογων χαρτών
- Αδύνατη η δημιουργία του πραγματικού μεγέθους των αποθεμάτων μαγνητικού πεδίου στη Σελήνη

Τοποθεσίες που προσεδάφιστηκαν διαστημοσυσκευές

- **1999/07/31 (09:52:02 UT)** : Προσεδάφιση αποστολής *Lunar Prospector*
- Πλησίον του κρατήρα **Scott** (σημείο πρόσκρουσης : $87,18^\circ N / 42,10^\circ A$)
- **2009/06/10 (18:25:00 UT)** : Προσεδάφιση αποστολής αποστολής *SELENE*
- Πλησίον του κρατήρα **Demonax** (σημείο πρόσκρουσης : $65,50^\circ N / 81,35^\circ A$)
- **2009/10/09 (11:37:00 UT)** : Προσεδάφιση αποστολής *LCROSS*
- Πλησίον του κρατήρα **Cabeus** (σημείο πρόσκρουσης : $84,17^\circ N / 49,22^\circ \Delta$)
- Πρόσκρουση *LCROSS* μετά την πρόσκρουση του ανώτερου τμήματος (Centaur) του πυραύλου Atlas V
- **2019/08/28 (20:00:00 UT)** : Προσεδάφιση αποστολής *Chandrayaan 1*
- Πλησίον του κρατήρα **Malapert** (σημείο πρόσκρουσης : $89^\circ N / 30^\circ \Delta$)
- **2019/09/06 (20:23:00 UT)** : Προσεδάφιση αποστολής *Chandrayaan 2*
- Πλησίον του κρατήρα **Manzinus** (σημείο πρόσκρουσης : $70,50^\circ N / 22,58^\circ \Delta$)
- **Ιούνιος 2023** : Εκτόξευση αποστολής *Chandrayaan 3*

Λεκάνη Νότιου Πόλου - Aitken

- Το πιο εξέχον χαρακτηριστικό του Αθέατου Ημισφαιρίου της Σελήνης (Συντεταγμένες : $56^{\circ} N / 180^{\circ} \Delta$)
- Διάμετρος : 2600 km / Μέγιστο Βάθος : 12.000 μέτρα – Ελάχιστο Βάθος : 8.000 μέτρα (από *Clementine*)
- Σχηματισμός : πρόσκρουση από αστεροειδή πριν από 4 δισεκατομμύρια έτη (*Προ Νεκταριανή Περίοδος*)
- Στερεοποίηση & ακαμπτότητα φλοιού ↔ τελικός σχηματισμός λεκάνης με 4 δακτυλίου
- Μέγιστο ύψος λεκάνης πρόσκρουσης : 2 εξωτερικοί δακτύλιοι στο ΒΑ τείχος (γνωστό και ως *Leibnitz Mountains*)
- Διάβρωση δακτυλίων & επιφάνειας λεκάνης Aitken από μεταγενέστερες προσκρούσεις → λεπτός φλοιός
- Βάθος εξωτερικών δακτυλίων : 3 – 4 km
- Βάθος εσωτερικών δακτυλίων : 2 – 3 km
- Τραχιά υψίπεδα αποτελούμενα από απομονωμένους κρατήρες διαφόρου μεγέθους & ηλικίας

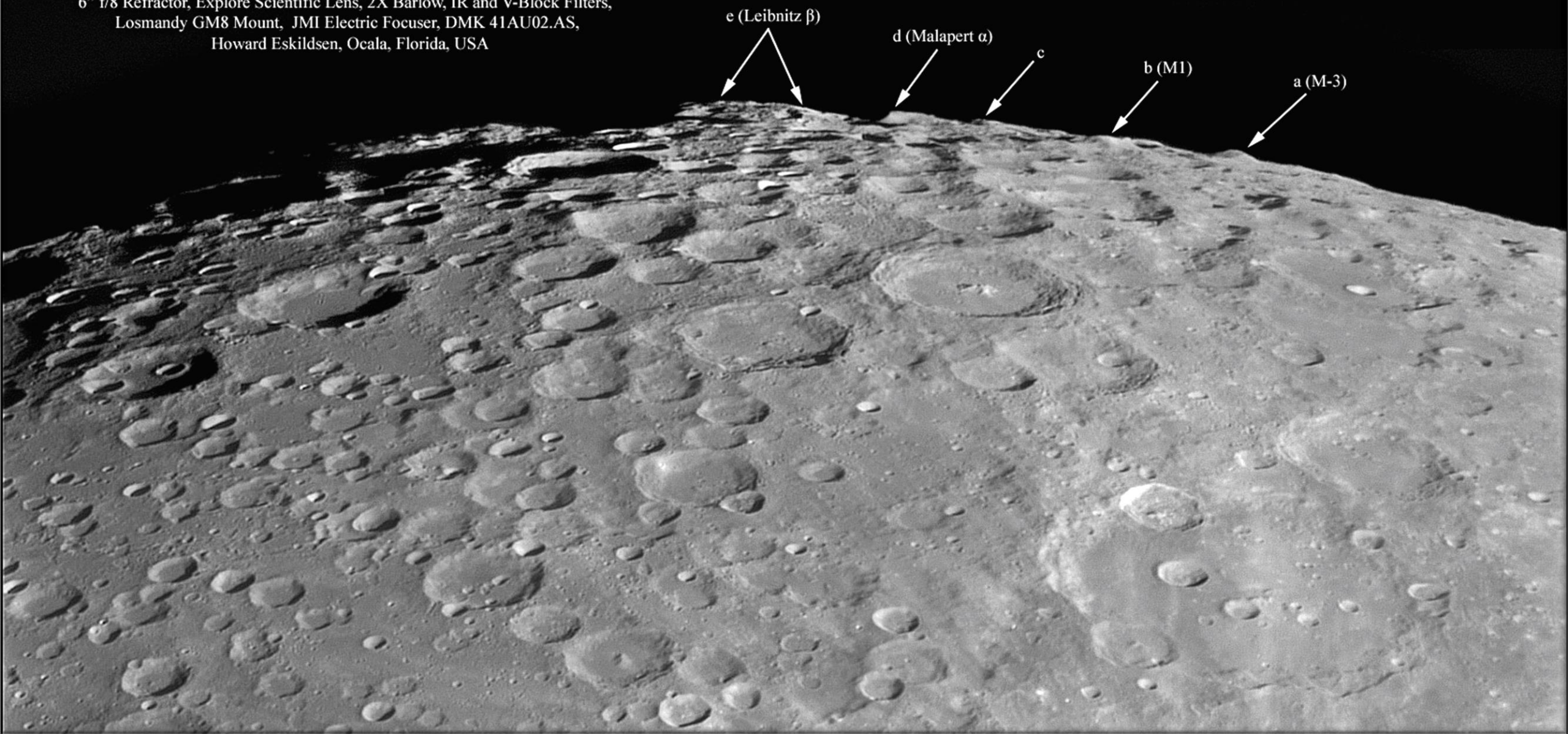


South Pole – Aitken Basin !



© Clementine

Southern Moon 2013/03/30, 08:50 UT, 3-image Composite, Seeing 6-7/10, Transparency 5/6
6" f/8 Refractor, Explore Scientific Lens, 2X Barlow, IR and V-Block Filters,
Losmandy GM8 Mount, JMI Electric Focuser, DMK 41AU02.AS,
Howard Eskildsen, Ocala, Florida, USA



Κρατήρες Νότιου Πόλου

- **Cabeus** 84,90° N / 35,50° Δ Διάμετρος : 98 km / Βάθος : 4.000 m
- *De Gerlache* 88,50° N / 87,10° Δ Διάμετρος : 32,4 km
- *Faustini* 87,30° N / 77° Δ Διάμετρος : 39 km
- *Haworth* 86,90° N / 4° Δ Διάμετρος : 51,4 km
- *Le Gentil* 74,40° N / 76,50° Δ Διάμετρος : 113 km
- **Malapert** 84,90° N / 12,90° Α Διάμετρος : 69 km
- *Nobile* 85,20° N / 53,50° Α Διάμετρος : 73 km
- *Shoemaker* 88,10° N / 44,90° Α Διάμετρος : 51 km / Βάθος : 2.500 m
- *Svendrup* 88,50° N / 152° Δ Διάμετρος : 35 km

Κρατήρας Cabeus

- $84,90^{\circ}$ N / $35,50^{\circ}$ Δ – φαινόμενο πεπλατυσμένη σχήμα με λίγα χαρακτηριστικά ορατά
- Διάμετρος : 98 km / Βάθος : 4.000 μέτρα
- **1651** : ονομασία κρατήρα προς τιμήν του **Nicola Cabeo** (26/02/1586 – 30/06/1650)
- **1935** : επισημοποίηση ονομασία από τη Διεθνή Αστρονομική Ένωση
- Ο πλησιέστερος ορατός κρατήρας στον Νότιο Πόλο ↔ 100 km από τον Νότιο Πόλο !
- Φθαρμένη περιτοιχισμένη πεδιάδα με διάβρωση από μεταγενέστερες προσκρούσεις
- Τείχος κρατήρα → διαβρωμένο & ανώμαλο με εξέχουσες ράχες στο βόρειο & νότιο άκρο
- Κρατήρας διαμέτρου 10 km στο εσωτερικό τμήμα του πυθμένα – πλησίον του νοτιοδυτικού τείχους
- Μικρή ράχη στο κέντρο του πυθμένα του
- Πυθμένας κρατήρα → Διάμετρος : 60 km & Κλίση τείχους 10° έως 15°
- **Cabeus A** : Διάμετρος 48 km / **Cabeus B** : Διάμετρος : 60 km



25 50 75 100 125 150 175 200 225 250 275 300



Diviner Channel 8 Brightness Temperature Map (K)



Le Genitil
Boltzmann
Zeeman G

Casatus E

Drygalski

Cabeus B

Cabeus A

Cabeus

Newton

Newton G

Newton A

Newton B

Short

Short B

Haworth

Malapert

Malapert C

Simpellius B

Schomberger

Schomberger

Nobile

Scott

Demonax E

Demonax

Ganswindt

Boguslawsky K

Boguslawsky B

Hale

↑
CABEUS



27/02/2021

22:43:43

Αθήνα

130 mm

Canon 2000 D

TV Barlow 3x

ISO 200

1/5''

White Balance : AWB + W

Απόσταση : 391.725 km

Διάμετρος : 30,50'

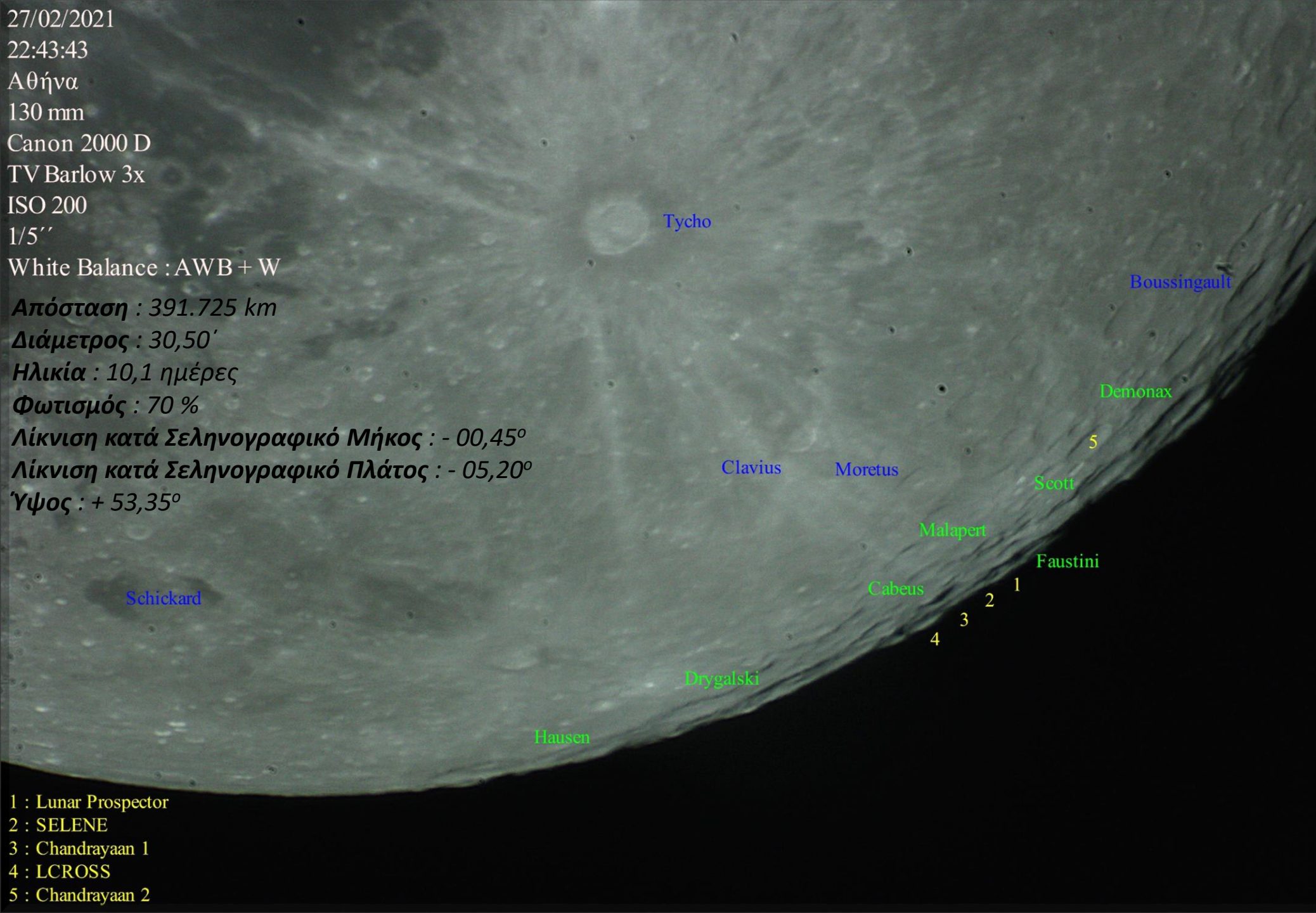
Ηλικία : 10,1 ημέρες

Φωτισμός : 70 %

Λίκνιση κατά Σεληνογραφικό Μήκος : - 00,45°

Λίκνιση κατά Σεληνογραφικό Πλάτος : - 05,20°

Ύψος : + 53,35°



Boussingault

Demonax

5

Scott

Malapert

Faustini

1

Cabeus

2

3

4

Drygalski

Hausen

Schickard

Tycho

Clavius

Moretus

1 : Lunar Prospector

2 : SELENE

3 : Chandrayaan 1

4 : LCROSS

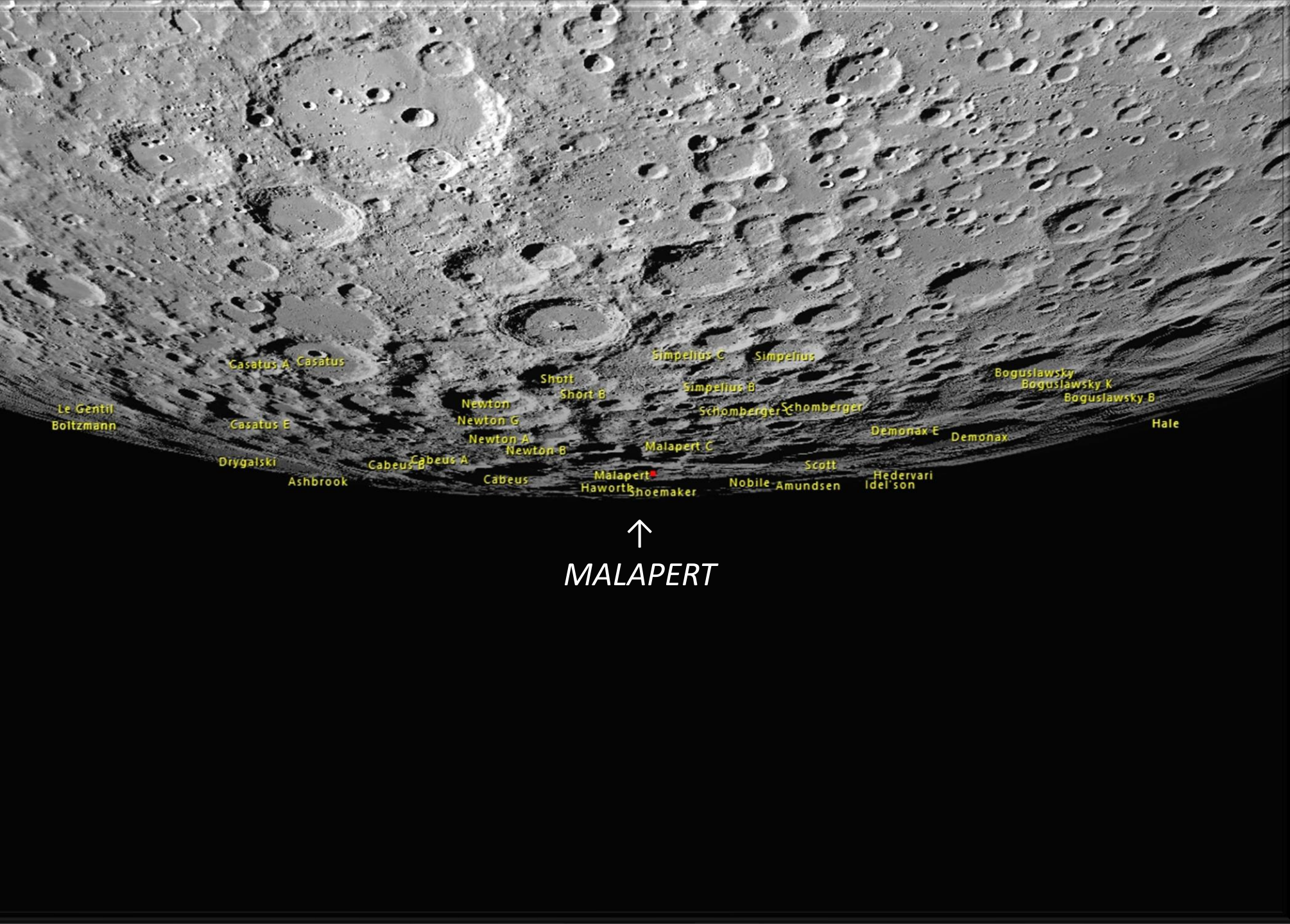
5 : Chandrayaan 2

Κρατήρας Malapert

- $84,90^\circ \text{ N} / 12,90^\circ \text{ A}$ → Φαινόμενο πεπλατυσμένο σχήμα λόγω θέσης στον σεληνιακό δίσκο
- Διάμετρος : 69 km
- Ο πλησιέστερος ορατός κρατήρας στον Νότιο Πόλο (μαζί με τον **Cabeus**)
- Χαμηλός φωτισμός κρατήρα με το εσωτερικό να είναι μονίμως σκιασμένο
- Τείχος κρατήρα → δακτυλιοειδές σχήμα γύρω απ' τον πυθμένα (κατά τόπους ακανόνιστο)
- Δυτική μεριά τείχους → διαβρωμένη από μεταγενέστερες προσκρούσεις
- **Malapert Mountain** ↔ κορυφή ύψους 5.000 μέτρων στο νοτιοδυτικό τείχος (*ανεπίσημη ονομασία*)
- Δυτικό τμήμα *Malapert Mountain* ↔ μικρός κρατήρας με Διάμετρο : 7 km



© Lunar Orbiter 4



Le Gentil
Boltzmann

Casatus A Casatus

Casatus E

Drygalski

Ashbrook

Cabeus B

Cabeus A

Cabeus

Newton

Newton G

Newton A

Newton B

Shott

Shott B

Malapert

Haworth

Shoemaker

Simpellius C

Simpellius B

Schomberger

Schomberger

Malapert C

Scott

Nobile

Amundsen

Simpellius

Demonax E

Demonax

Hedervari

Idel son

Boguslawsky

Boguslawsky K

Boguslawsky B

Hale

↑
MALAPERT



Cabeus = LCROSS & Chandrayan 1
Malapert = SELENE
Scott = Lunar Prospector
Demonax = Chandrayaan 2

Απόσταση : 357.690 km

Διάμετρος : 33,40'

Ηλικία : 15,90 ημέρες

Φωτισμός : 99,50 %

Λίκνιση κατά Σεληνογραφικό Μήκος : - 04,50°

Λίκνιση κατά Σεληνογραφικό Πλάτος : - 01,42°

Ύψος : + 33,50°

Tycho

Demonax

Scott

Malapert

Cabeus

Drygalsky

09/02/2020
22:01:00
Αθήνα
Canon 450 D
SW Barlow 2x
ISO 400
1/100''

Παρατήρηση Σεληνιακών Πόλων

- Παρατήρηση σεληνιακών πόλων μόνο με τη βοήθεια της λίκνισης
- **Λίκνιση κατά Σεληνογραφικό Μήκος : + 7,55°**
- Περίγειο Σελήνης : ανατολικό χείλος / Απόγειο Σελήνης : δυτικό χείλος
- **Λίκνιση κατά Σεληνογραφικό Πλάτος : + 6,50°**
- Μέγιστη μηνιαία βόρεια απόκλιση : Νότιος Πόλος / Μέγιστη μηνιαία νότια απόκλιση : Βόρειος Πόλος
- Συνδυασμός των 2 ειδών λίκνισης για παρατήρηση Βόρειου & Νότιου Σεληνιακού Πόλου

Βιβλιογραφία - Αναφορές

- Wikipedia
- Lunar & Planetary Institute
- ***ΣΕΛΗΝΗ*** (Οδηγός για την Παρατήρηση και τη Φωτογράφιση) – *Peter Grego*

Καλές Παρατηρήσεις !

