

МАТЕМАТИЧКА ГИМНАЗИЈА

МАТУРСКИ РАД

из предмета АСТРОНОМИЈА

МИСИЈА „PHILAE”

ментор: Слободан Спремо

ученик : Иван Маријановић, 4е

Београд, мај 2015.

САДРЖАЈ

1. УВОД	3
2. ИСТОРИЈА КОМЕТА	4
3. ДОСАДАШЊЕ МИСИЈЕ НА КОМЕТЕ	5
3.1. International Cometary Explorer (ICE)	5
3.2. Vega-1 и Vega-2	6
3.3. Sakigake и Suisei	6
3.4. Giotto	7
3.5. Stardust	7
3.6. Deep Impact	8
4. РОЂЕЊЕ РОЗЕТЕ	9
5. РОЂЕЊЕ ФИЛЕА	10
6. БИРАЊЕ (КО)МЕТЕ	11
7. ПОЧЕТАК МИСИЈЕ	12
8. ПРОЛЕТАЊЕ КРАЈ МАРСА	14
9. ПРОЛЕТАЊЕ КРАЈ АСТЕРОИДА И ОДЛАЗАК У ХИБЕРНАЦИЈУ	15
10. БУЂЕЊЕ РОЗЕТЕ И НАСТАВАК МИСИЈЕ	16
11. СВОЈСТВА КОМЕТЕ	17
12. БИРАЊЕ МЕСТА СЛЕТАЊА	18
13. СЛЕТАЊЕ НА КОМЕТУ	19
14. ОПРАШТАЊЕ СА ФИЛЕОМ	20
15. ЗАКЉУЧАК	21
ЛИТЕРАТУРА	22

1. Увод

Комете су најпримитивнији објекти у Сунчевом систему. Многи научници сматрају да су водиле евиденцију физичких и хемијских процеса који су се догодили током раних фаза развоја нашег Сунца и Соларног система.

Обиље нестабилних материјала у кометама их чини посебно важним и изванредним објектима. Ове карактеристике показују да су комете формиране на великим удаљеностима од Сунца и сачуване су на ниским температурама од свог формирања. Оне стога представљају временске капсуле које чувају трагове о саставу и настанку Сунца и нашег Сунчевог система. Састоје се од леда, гаса и прашине, примитивних крхотина из далеких, ледених региона Сунчевог система који су настали пре 4.6 милијарди година. Неки научници сматрају да су оне донеле воду и органске молекуле на Земљу захваљујући којим је настао живот на нашој планети.

Најскорија мисија на комету била је мисија Филе (лат. “*Philae*”) која је започета 2. марта 2004. године, када је свемирска сонда Европске свемирске агенције (скр. *ESA*) Розета (лат. “*Rosetta*”) лансирана заједно са роботском лабораторијом, роботом Филе ка комети *67P/Churyumov-Gerasimenko*, са циљем да Филе успешно слети на комету, причврсти се на њу и пренесе податке о њеном саставу.

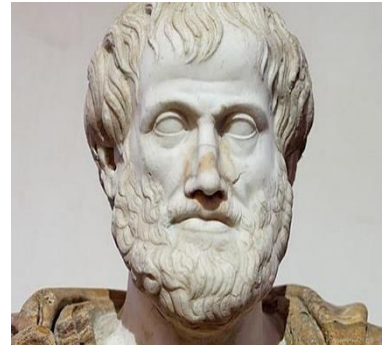


Слика 1. Знак Европске свемирске агенције

Прво ћемо се мало вратити у прошлост, након чега ћемо говорити о току најбитније мисије до сада и томе шта је све постигла.

2. Историја комета

Комете су дуго времена обилазиле нашу планету, али људи нису имали икакву идеју шта су оне заправо. У 4. веку п.н.е, старогрчки филозоф и беседник Аристотел (грч. *Αριστοτέλης*; 384. п.н.е. — 322. п.н.е.) је тврдио да је Земља у центру универзума и да су око ње орбитирали Месец, Сунце и све до тада познате планете. Међутим, то није објашњавало шта су комете, тако да је претпоставио да су оне “ветровити издисаји” Земље који су допирали до наше атмосфере.



Слика 2. Аристотел

Вековима су научници сматрали да су комете путовале Земљином атмосфером, све до 1577. године. Тада је дански астроном Тихо Брахе (дан. *Tycho Brahe*; Кнудstrup, 14. децембар 1546 — Праг, 24. октобар 1601) утврдио да је комета примећена те године појава која се заправо налазила на најмање шест пута већем растојању од оног између Земље и Месеца.



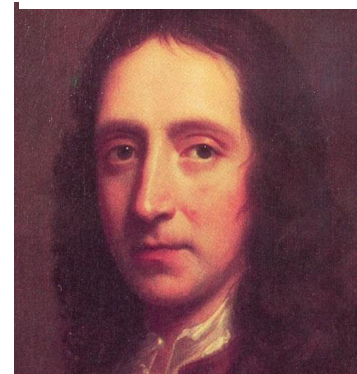
Слика 3. Тихо Брахе

Касније је Исак Њутн (енгл. *sir Isaac Newton*; Линколншир, 4. јануар 1643 — Лондон, 31. март 1727), један од највећих личности у историји науке, открио да се комете крећу елиптичном путањом око Сунца и тачно предвидео да се поново и поново враћају.



Слика 4. Исак Њутн

Велики допринос астрономији имао је Њутнов савременик Едмунд Халеј (енгл. *Edmond Halley*; Лондон, 29. октобар 1656 — Гринич 14. јануар 1742), по коме ја названа чувена Халејева комета, за коју је предвидео да прође поред Земље на сваких 76 година. На ову комету је послата Халејева армада која је највише инспирисала научнике да започну мисију Филе.



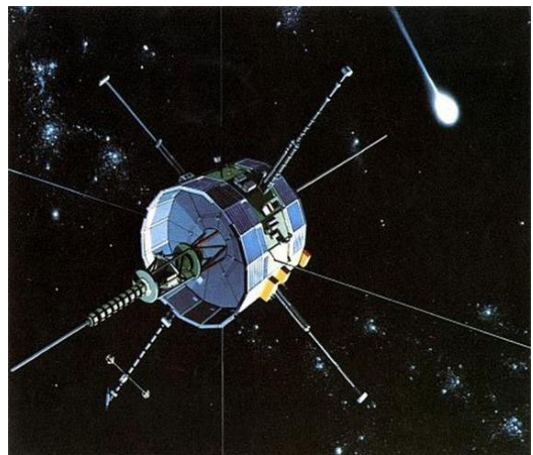
Слика 5. Едмунд Халеј

3. Досадашње мисије на комете

Мада до сада најуспешнија, мисија Филе није човеков први поход на комету. Она је инспирисана многим мисијама које су у прошлости допринеле нашем знању о кометама и сада ћемо сазнати нешто укратко о њима.

3.1 International Cometary Explorer (ICE)

Заједнички пројекат NASA и ESA агенција, лансирана 12. августа 1978. године првобитно као ISEE-3 (International Sun/Earth Explorer 3), након успешно обављеног задатка бива преименована у ICE и преусмерава се на проучавање интеракције Сунчевих ветрова и атмосфере комета. Ово је прва сонда која је успоставила контакт са кометом. 11. септембра 1985. прошла је кроз реп комете *21P/Giacobini-Zinner*, долазећи на отприлике 7860 km удаљености од комете. Након тога је 1986, заједно са армадом, прошла кроз реп Халејеве комете и тиме уједно постала прва сонда која је изучавала две комете.



Слика 6. Сонда ICE

Иако је NASA званично прекинула контакт са ICE-ом 1997, група звана ISEE-3 Reboot Project поново је остварила контакт са сондом и открила да је у радном стању. Због ове чињенице постоји могућност да буде реактивирана и послата да проучи још комета 2017. или 2018. године.

3.2 Vega-1 и Vega-2

Лансиране 15. и 21. децембра 1984, ове 2 идентичне сонде део су Совјетског свемирског програма, са двојаким задатком: да проуче површину и атмосферу Венере и придруже се Халејевој армади.

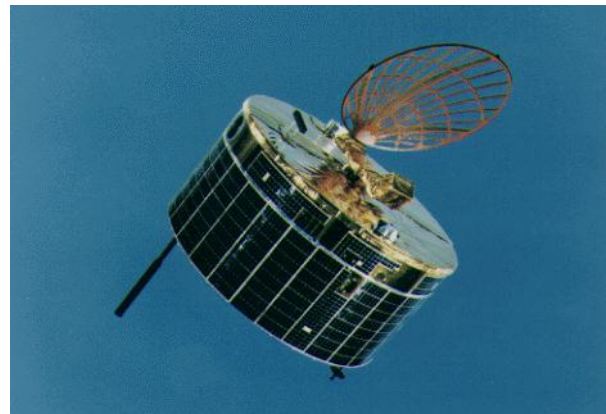


Слика 7. Сонда Vega-1

Након испуштања истраживачких модула на површину Венере када су пролетеле крај ње у јуну 1985, користећи гравитацију планете, наставиле су свој пут ка Халејевој комети. Vega-1 је најближе пришла комети 6. марта 1986 са растојањем од 8890 km, док је Vega-2 пришла ближе језгру 9. марта исте године, са растојањем од 8030 km. Док су истраживале кому (прашину и гасове око језгра комете), летелице су усликале око 1500 слика.

3.3 Sakigake и Suisei

Такође, 2 сонде близнакиње лансиране 7. јануара и 18. августа 1985, прве су летелице садашње Јапанске свемирске агенције (скр. JAXA) које су отишле дубоко у свемир. Примарна мисија Sakigake-а била је да проучи магнетна поља у међупланетарном простору. Она, као и њен наследник Suisei,



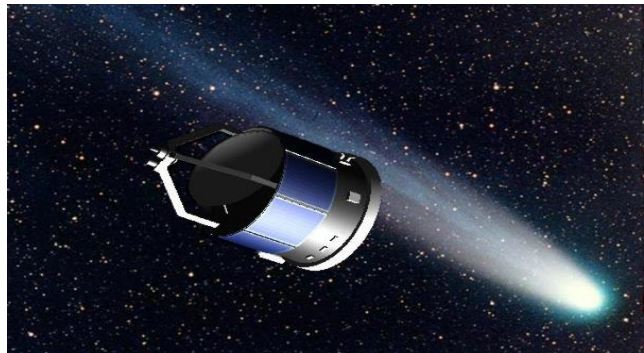
Слика 8. Летелица Sakigake

део су Халејеве армаде. Suisei је као мисију имао да проучава ултраљубичасто зрачење и соларне ветрове и пришао на 151 000 km од комете 8. марта 1986, док је Sakigake био на удаљености од 7 милиона километара 11. марта исте године.

Након завршетка мисије са армадом, план је био да посете још комета, али су те мисије отказане због недостатка погонског горива.

3.4 Giotto

Још једна летелица из Халејеве армаде, названа је по познатом ренесансном сликару Ђоту ди Бондонеу (итал. *Giotto di Bondone*), познатијем као Ђото. Пројекат Европске свемирске агенције, Ђото је лансиран 2. јула 1985. године и у сарадњи са остатком армаде имао за



Слика 9. Летелица Giotto

мисију да најближе приђе Халејевој комети. То је успешно реализовао 13. марта 1986. када је био свега 596 km од њеног језгра. При том блиском пролетању сонда је два пута претрпела судар са честицама. Један од судара је уништио штит за инструменте, а други је уништио камеру, али тек након што је Ђото успешно сликао језгро комете у најближој тачки проласка. Упркос великим губицима, то га није спречило да обави још једну мисију. 10. јула 1992. при пролетању поред комете *26P/Grigg-Skjellerup*, приближио јој се чак 200 километара.

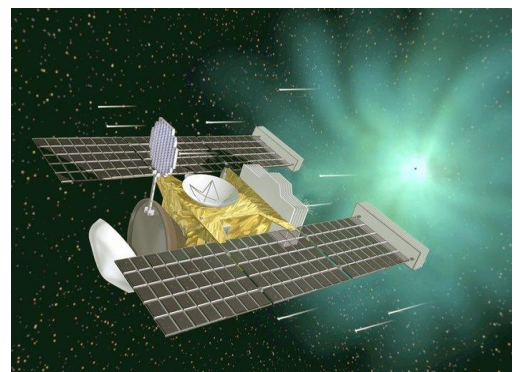
Ђото је стављен у хибернацију 23. јула 1992. Вратио се близу Земље 1. јула 1999. године и наставиће још годинама да орбити око Сунца.

3.5 Stardust

Прва мисија чији је задатак да сакупи и донесе узорке прашине из репа комете назад на Земљу.

NASA шаље роботску сонду Stardust 7. фебруара

1999. да се сусретне са кометом *81P/Wild*, која на том путу пролази поред астероида *5535 Annefrank*. Сонда је била на удаљености 240 km од језгра 2. јануара 2004, а мисију успешно завршила у 2006. години.



Слика 10. Роботска сонда Stardust

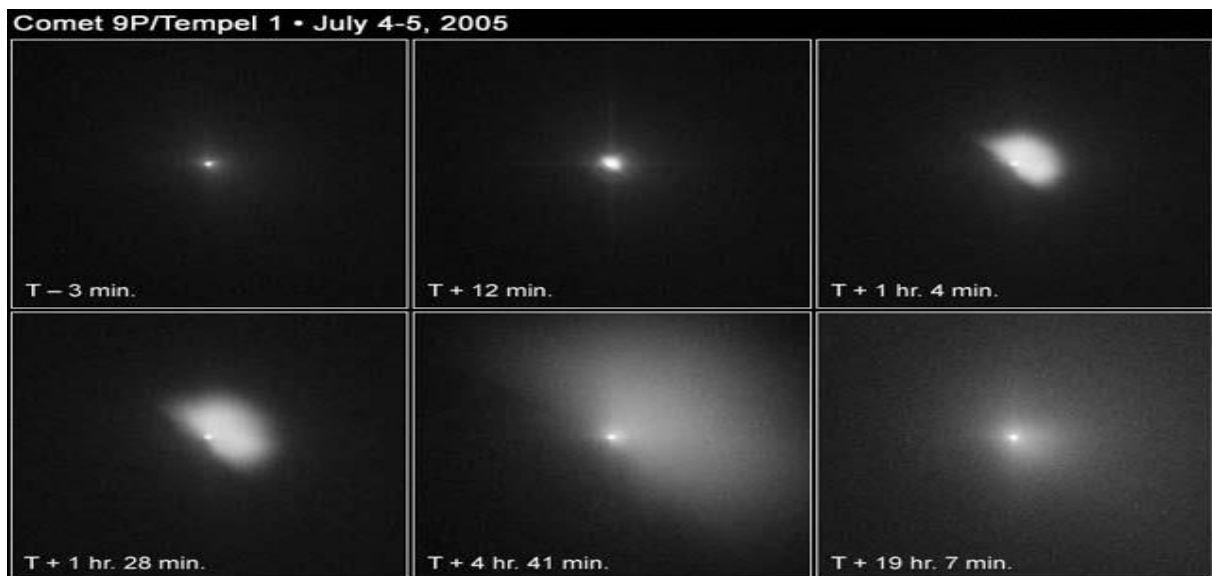
2011. године мисија се наставља под називом Stardust-NEXT, у којој је послат да посети још једну комету, *9P/Tempel*.

3.6 Deep Impact

NASA-ина летелица Deep Impact направљена је за истраживање унутрашњости комете *9P/Tempel* и лансирана је 12. јануара 2005. Када се летелица нашла у близини комете, поделила се на два дела – “Импактора”, који се успешно забио у језгро јула 2005. и пролетну сонду која је прикупљала слике и податке. Фотографије су показале да је комета састављена од више прашине и леда него што је било очекивано. Удар је направио велики облак прашине и леда.



Слика 11. Чувени Deep Impact



Слика 12. Фотографије комете *9P/Tempel* које је усликала пролетна сонда Deep Impact-а

У продуженој фази мисије, Deep Impact је прекомандован у EPOXI, спој две мисије: DIXI(Deep Impact Extended Investigation) и EPOCh(Extrasolar Planet Observation and Characterisation).

Фаза EPOCh је извршена 4. новембра 2010. на рути ка комети *Hartley 2*, након чега је послата да проучава орбиту и активност на површини комете *Garradd* у фебруару и априлу 2012. У фебруару 2013. летелица је такође проучавала комету *ISON*.

NASA је изгубила контакт са сондом у августу 2013. и одустала од даљег покушавања остваривања контакта са њом наредног месеца.

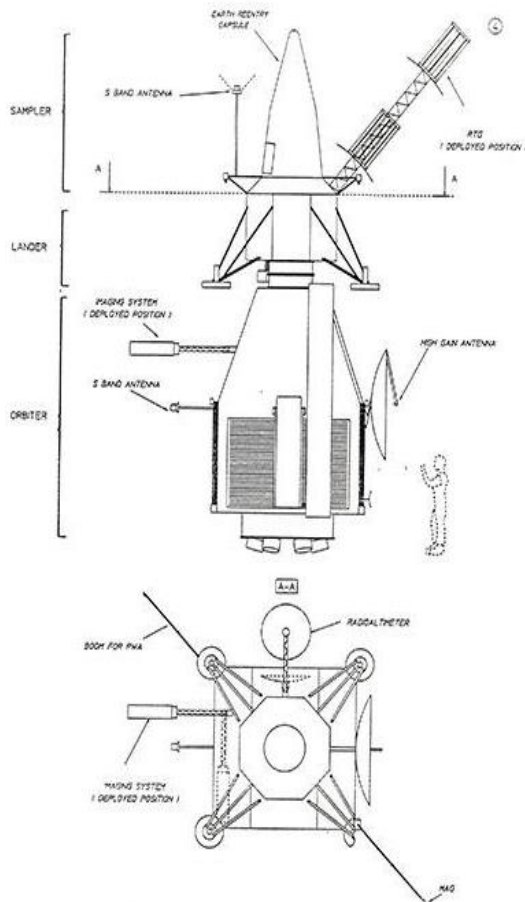
4. Рођење Розете

Сама идеја мисије је настала са раније споменутом мисијом на Халејеву комету 1986. године. Док је ESA припремала летелицу за прву мисију у дубоком свемиру, мала група научника се окупила и разматрала још амбициознију мисију.

“... 23. мај 1985. био је дан рођења Розете...”, рекао је Герард Швем (нем. *Gerhard Schwehm*), тадашњи вођа мисије.



Слика 13. Бивши вођа мисије Герард Швем



Слика 14. Оригинални дизајн Розете био је знатно већи од финалне верзије летелице

Названа по камену из Розете, познатој реликвији древног Египта која је омогућила прво превођење хиероглифа, оригинални концепт се поприлично разликовао од летелице и робота који су на крају лансирани. Био је огроман (и веома скуп) пројекат NASA-е и ESA-е дизајниран да слети на комету и врати се назад на Земљу са 10 kg узорака.

Међутим, 28. јануара 1986, на дан првог састанка NASA и ESA на ком је планирано да се дискусује о мисији на комету, дошло је до експлозије где је страдало седморо астронаута. То је један од догађаја који је довео до тога да NASA промени стратегију и још једном размотри цео програм. Након две године, NASA се повукла из мисије набављања узорака и ESA-ин тим је наставио даље сам.

5. Рођење Филеа

Набављање узорака је планирано да буде сударање и грабљење, тј. да слетање на комету и напуштање буде што је брже могуће, али Швем је имао другачију идеју на састанку одбора 1989. Уместо тога, шта ако би имали станицу за надгледање на самој комети? И та идеја је прихваћена — ако не могу да донесу узорке са комете у лабораторију, онда нека донесу лабораторију на комету.

Тако је настала идеја о роботској лабораторији Филеу, названој по острву *Philae* на реци Нил где је плоча Розета пронађена. Крајем осамдесетих постало је и очигледно да враћање узорака на Земљу не би било ни изводљиво ни јефтино.



Слика 15. Илустрација роботске лабораторије Филеа

Цела ова роботска лабораторија има свега 100 kg и ево од чега се састоји:

Компонента Филеа	Маса компоненте
Структура	18.0 kg
Контролни термални систем	3.9 kg
Систем за напајање(електроника/батерије/соларни генератори)	12.2 kg
Систем за спуштање	4.1 kg
Импулсни точак	2.9 kg
Опрема за слетање	10.0 kg
Систем за усидравање	1.4 kg
Централни систем за управљање подацима	2.9 kg
Телекомуникациони систем	2.4 kg
Електронска кутија	9.8 kg
Механички систем за подршку, упрегњивање, балансирање	3.6 kg
Научни терет за истраживање	26.7 kg
Укупна маса	97.9 kg

6. Бирање (ко)мете

На мисији је озбиљно почело да се ради 1992. године, а одобрена је 1993. као ESA-ин дугорочни програм истраживања у свемиру. Чак и кад су припремљени летелица и робот, и даље је било недоумица око тога да ли ће ова сложена мисија успети. Циљ мисије је у почетку био да се Розета упути ка комети *46P/Wirtanen* и уђе у њену орбиту. Међутим, 11. децембра 2002, 2 месеца пре планираног лансирања, на тестирању ракете Ariane 5 која је требала да лансира Розету, дошло је до квара 3 минута након полетања и 2 комуникациона сателита су морала бити уништена како би штета била минимална.



Слика 16. Ракета Ariel 5 пре тестирања и квара

Тако је Розета, летелица вредна скоро милијарду евра, била спремна, али без ракете и комета се све више удаљавала. 20. децембра 2002, инжењери и вође мисије су саставили списак комета које су имали као опције:

- *Wirtanen*
- *Howell*
- *Tempel 2*
- *Churyumov-Gerasimenko*

Свака од прве три комете имала је велику ману. За *Wirtanen* који се све више удаљавао би била потребна већа ракета, до *Howell*-а би се потрошило превише горива, а на путу ка *Tempel*-у 2 Розета можда не би преживела јер би се превише приближила Сунцу. На крају је системом елиминације као одредиште изабрана *67P/Churyumov-Gerasimenko*.

Једина мана је била то што је *67P/C-G* око 4 пута већи од *Wirtanen*-а, али ништа више није представљало проблем.










7. Почетак мисије

Розета и Филе лансирани су 2. марта 2004. године ракетом Ariane 5 у Француској Гвајани. То је био почетак дугог и опасног пута од преко 6.4 милијарди km. Розета је имала огромну количину горива, али како би што више уштедела, летелица је користила привлачну силу Земље и Марса да повећа или смањи брзину у односу на Сунце. Тако су потрошили око 85% горива до комете. Али пут до комете био је дуг, па је Розета успут имала пар стајалишта. Прво је морала да се врати назад у Земљину орбиту марта 2005. након чега се упутила ка Марсу и назад ка Земљи у новембру 2007. И коначно, у новембру 2009. године Розета је трећи и последњи пут пролетела крај Земље и добила коначну подршку потребну за достизање њене мете.



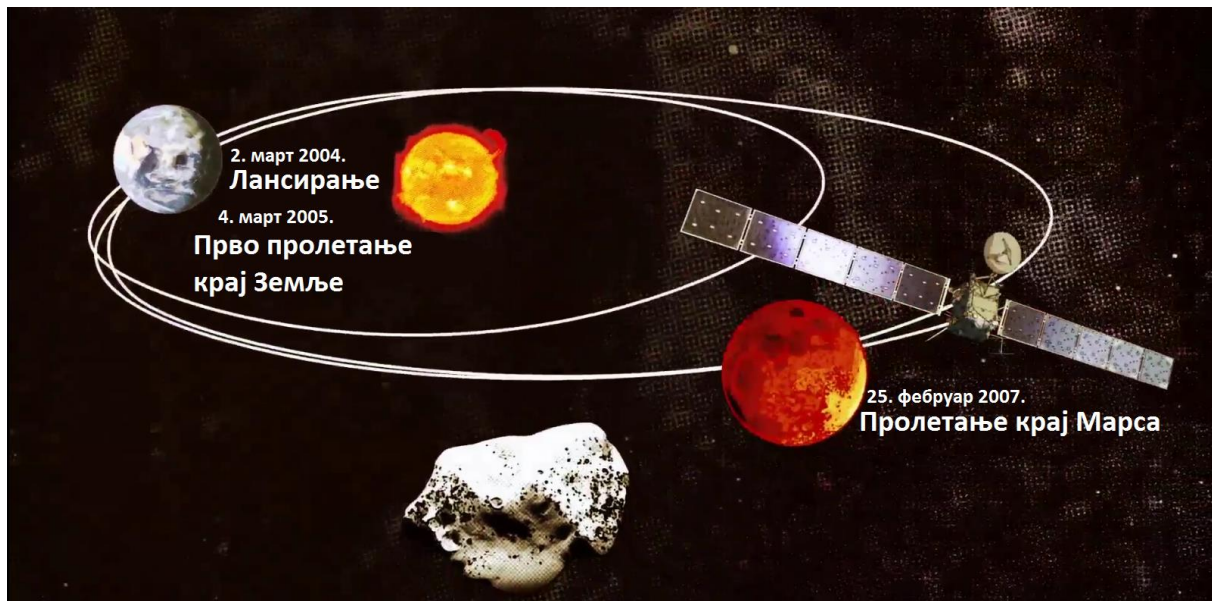
Слика 17. Розета заједно са Филеом напушта Земљу

Испод је табела која приказује најбитније тачке на Розетином путу.

<p>* Удаљеност од Сунца у километрима</p>  <p>150.000.000 Km* Март 2004</p>	<p>Лансирање Розете ракетом Airlane 5 у Француској Гвајани</p>
 <p>319.000.000 Km Септембар 2008</p>	<p>Пролетање и карактеризација површине и окружења једног од ретких типова астероида Steins</p>
 <p>410.000.000 Km Јул 2010</p>	<p>Пролетање и карактеризација огромног астероида Lutetia са фантастичним фотографијама</p>
 <p>671.000.000 Km Јул 2011</p>	<p>Одлазак у дубоку хибернацију ради чувања енергије и наставак путовања</p>
 <p>792.000.000 Km Октобар 2012</p>	<p>Розета достиже најдаљу тачку у дубоком свемиру током хибернације</p>
 <p>672.000.000 Km Јануар 2014</p>	<p>Розета се буди из хибернације и припрема за састанак са кометом</p>
 <p>600.000.000 Km Март 2014</p>	<p>Састајање са кометом <i>67P</i> познатијом као <i>Churyumov-Gerasimenko</i></p>
 <p>540.000.000 Km Август 2014</p>	<p>Розета почиње да орбити око комете <i>67P</i> и прави њену картографију</p>
 <p>480.000.000 Km Новембар 2014</p>	<p>Розета испушта Филеа на површину комете <i>67P</i> и пратиће комету наредних годину и по дана док прилази Сунцу, у Августу 2015. биће у најближој тачки</p>

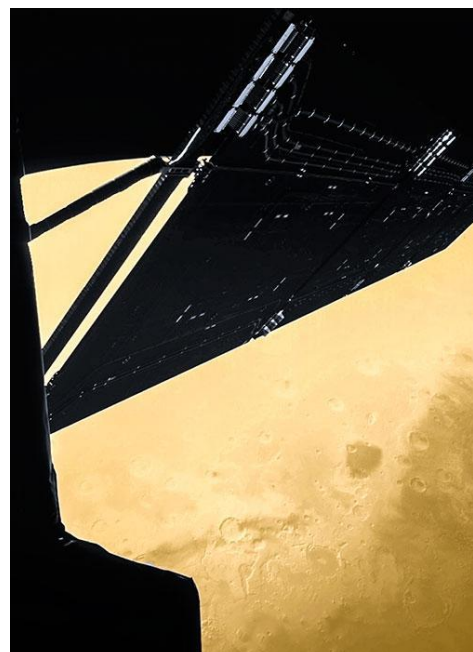
8. Пролетање крај Марса

Розетина прва путања упутила ју је убрзавајући ван Земљине орбите ка Марсу. То пролетање је било најкритичнија фаза, јер је Марс био удаљен 300 милиона km од Земље, а летелица је пролетела крај њега са грешком мањом од једног километра. Пролетела је крај Марса 25. фебруара 2007. на дистанци од 250 km брзином од 36 000 km/h, припремајући се да крене назад ка Земљи по други пут како би добила потребно убрзање.



Слика 18. Путања којом је Розета летела до наиласка на Марс

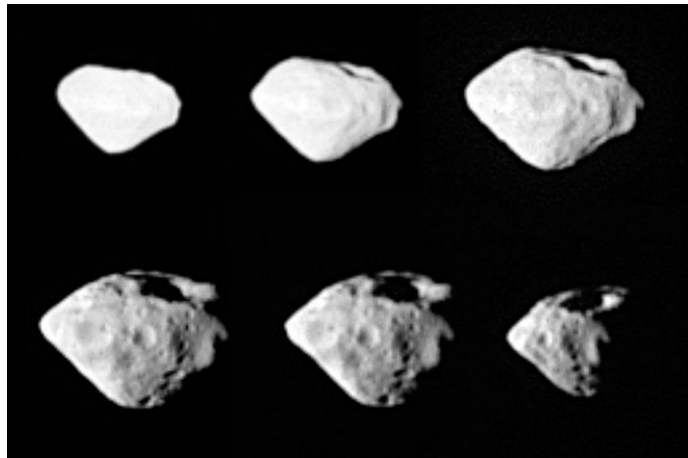
Када је пришла најближе што је могла, уређаји су искључени на 3 сата и летелица је отишла у фазу помрачења. Ово је извршено како би се летелица припремила за помрачење у трајању од 25 минута које ће трајати док Розета улази у сенку Марса. Соларни панели нису радили за то време, али је радило пар Филеових уређаја који су прикупљали податке за време помрачења. Након тога, Розета се упутила назад ка Земљи прикупљајући брзину која јој је била потребна да стигне до астероидског појаса између Марса и Јупитера.



Слика 19. Фотографија Розете изнад Марса

9. Пролетање крај астероида и одлазак у хибернацију

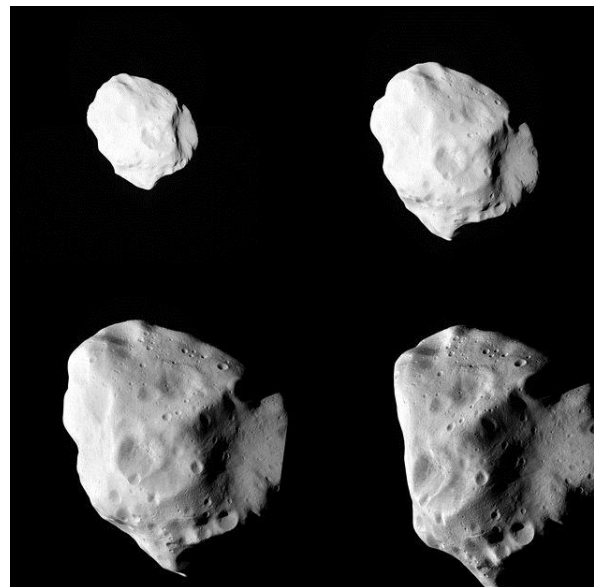
Током фазе крстарења, Розета је прелазила у фазе пасивних и активних операција, зависно од потреба мисије. Као секундарни научни циљ, посматрала је астероид *Steins*, ретки примерак чији облик подсећа на дијамант, 5. септембра 2008. године на удаљености од 800 km брзином од 31 000 km/h. Донела



Слика 20. Астероид *Steins*, дијамант у свемиру

је нове информације које нису могле да се добију са Земље као што су димензије које износе $6.67 \times 5.81 \times 4.47 \text{ km}^3$. Научници верују да је овај астероид био део већег објекта који се распао на више делова. После се сударао са другим објектима, стварајући кратере. Међутим, сматра се да је изнутра само гомила камења и да ће се астероид кад-тад потпуно распасти.

10. јула 2010, само 3162 km раздвајало је Розету од астероида *Lutetia* поред које је пролетела брзином од 54 000 km/h за само један минут. На астероиду се јасно види да је *Lutetia* пуна кратера, последица многих судара током 4.5 милијарди година њеног постојања. Фотографије које је Розета направила потврђују да је овај астероид издужено тело, са најдужом страном од 130 km. Заједно са Филеом, Розета је



Слика 21. Џиновски астероид *Lutetia*

прикупила податке о магнетним ефектима и изучавала састав површине као и густину астероида. Летелица се даље упутила ка Јупитеру, али како није добијала довољно соларне енергије на толикој удаљености, било је време да утоне у сан 8. јуна 2011. године. Розета је провела наредне 2 године, 7 месеци и 12 дана у хибернацији.

10. Буђење Розете и наставак мисије

20. јануара 2014, на отприлике 9 милиона km од комете, Розетин унапред програмиран интерни аларм пробудио је летелицу. Након 8 сати дизања система и припреме кључних уређаја за навигацију, усмерава главну радио-антену ка Земљи и шаље сигнал операторима мисије у Дармштаду, Немачкој, да је издржала најдаљи део пута.



“Hello, world!”

Слика 22. Обавештење свима на званичном Twitter налогу да се Розета дигла из дугог сна

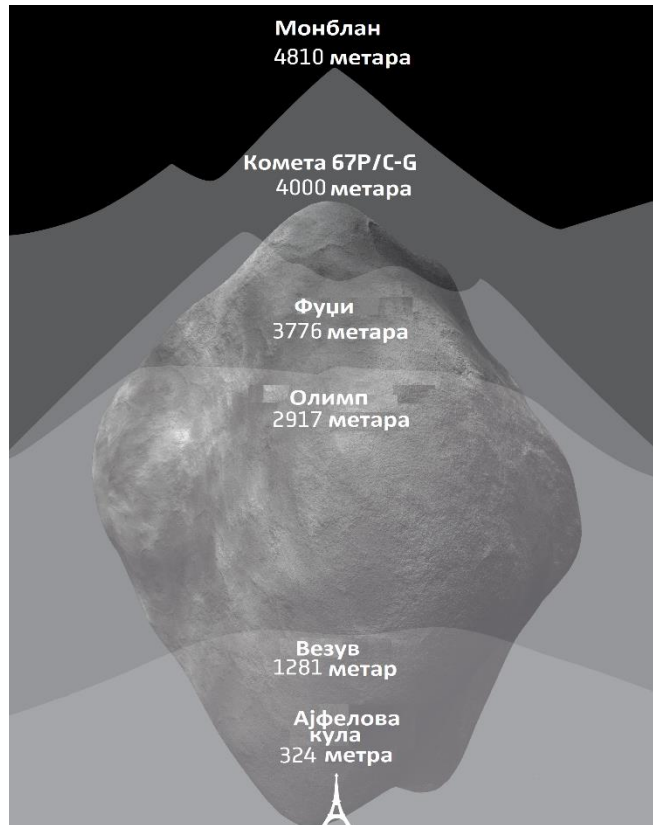
Научници у ESOC-у (енгл. *European Space Operations Centre*) нису знали ништа о телу комете (маси, облику итд.). Стога су имали веома тежак задатак да измере њена својства толико да летелица може да се креће око ње. У периоду од маја до августа, Розета је извршила 10 маневара као припрему да уђе у орбиту комете и 6. августа је била само 100 km удаљена од њене површине док се кретала брзином од 55 000 km/h. У наредним недељама смањила је разлику на свега 10 km. Следеће на реду било је планирање слетања.



Слика 23. Приказ како се Розета кретала у односу на комету и колико се приближила у одређеним датумима

11. Својства комете

Ову мистериозну комету су открили 1969. године совјетски астрономи Клим Иванович Чурјумов (рус. Клим Иванович Чурюмов) и Светлана Ивановна Герасименко (рус. Світлана Іванівна Герасименко). До 1840. године перихел (тачка у којој је најближа Сунцу) износио је око 600 милиона km, али те године је блиски сусрет са Јупитером променио њену путању, као и следећег века, тако да је перихел био све мањи. У табели су наведене њене карактеристике.

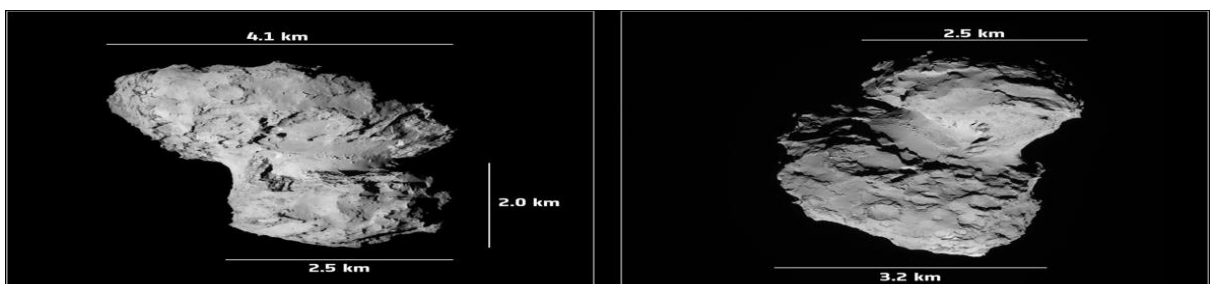


Слика 24. Дужина најдуже стране комете

Подаци о комети <i>67P/Churyumov-Gerasimenko</i>	
Орбитални период	6.45 година
Радијус	2 km
Маса	$3 \cdot 10^{12}$ kg
Ротира на сваких	12.7 сати (као мала казалица на сату)
Густина	$100 \frac{kg}{m^3}$ (10 пута мања од густине воде)
Гравитација	100 000 пута мања од Земљине
Максимална брзина	135 000 km/h
Боја	црна

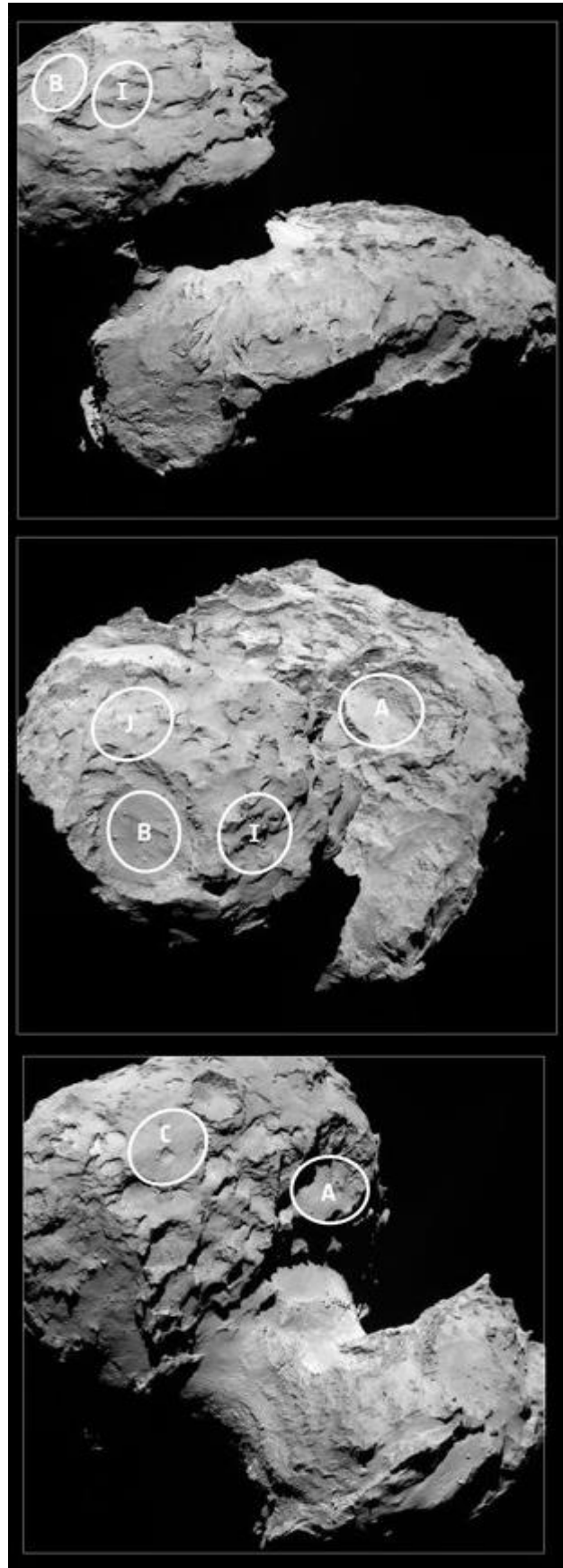
Комета се састоји од два дела и својим обликом подсећа на гумену патку.

Слика 25. Димензије комете *67P/Churyumov-Gerasimenko*



12. Бирање места слетања

За успешно слетање мисија је захтевала глатки простор широк преко 500 m, знатно веће од, на пример, фудбалског терена. Наравно, ништа налик томе није постојало на комети. Одбор је морао да одржи десетине састанака са стотинама људи како би до новембра одредили где ће Розета слетети. Од 10 места која су обележена словима алфавета избор је сужен на 5. Ова места нудила су најбоље услове за слетање и истраживање састава, унутрашње структуре и активности комете са Филеових 10 експеримената. Три кандидата (В, I, и J) налазе се на мањем, а друга два (А и С) на већем од два дела који чине комету. Након детаљне анализе, као најбољи избор једногласно је изабран кандидат J. Налази се на “пачијој глави” и представља најмању опасност за Филеа, а уз то нуди могућност за анализирање прастаре грађе, карактерисање својстава и проучавање процеса који покрећу комету. Као резервно место слетања изабран је кандидат С због јаког осветљења и малог броја стена. Све је било спремно за слетање, а онда је Филе одлучио да оде негде другде...

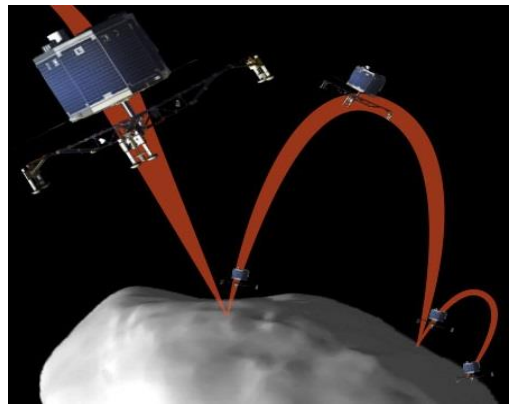


Слика 26. Кандидати за слетање Филеа на комету

13. Слетање на комету

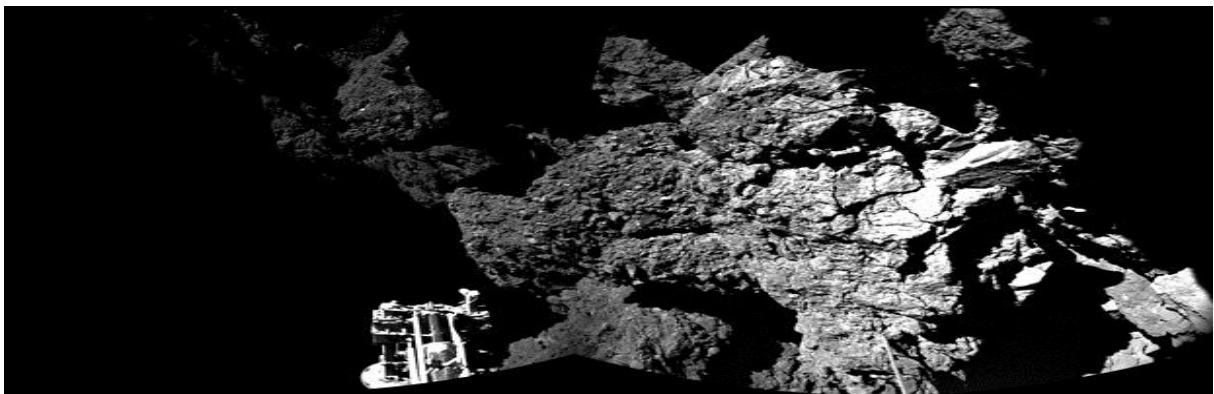
Од лансирања пре 10 година, контрола у Немачкој свемирској агенцији (скр. *DLR*) је укључила Филеа 78 пута ради провере система, унапређивања софтвера и перформанси контролних уређаја. Све је било нормално до последњег пута, дана пре одвајања Филеа од Розете, 11. новембра 2014. Тек након пар пута Филеови системи су се подигли, али тада је откривено да пропелер на крову не ради. Његова намена је била да гура Филеа ка површини када слети како би га држали на месту док се не испале харпуни који би усидрили Филеа. Тадашњи вођа мисије, Фред Јенсен (енгл. *Fred Jansen*), одлучио је 12. новембра у 3:00 да упркос томе пусте Филеа.

У 8:35, Филе се одвојио од Розете на висини од 30 km и спуштао ка комети *67P/Churyumov-Gerasimenko*. Међутим, при првом контакту са кометом, харпуни се нису активирали и Филе се одвојио од комете, летео кроз свемир око један километар. Срећа у несрећи је било то што је отказивање пропелера спречило Филеа да се



Слика 27. Илустрација како је Филе промашио планирану локацију и завршио негде другде

удаљи још више и тиме га спасило од напуштања комете. Да је пропелер радио, робот би слетео брже и одскочио више да не би ни слетео након тога. Затим је преко кратера на комети слетео на другу локацију и поново одскочио, прелетео битно краће растојање и на крају се трајно сместио на локацији која није била планирана, али није ни далеко од ње. Тачно време слетања било је 17 часова и 3 минута.



Слика 28. Фотографија коју је Филе послао са положаја на ком је завршио, испод литице кратера

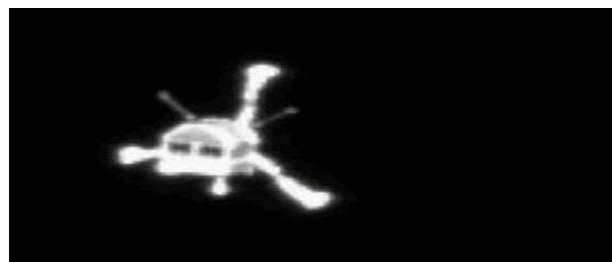
14. Опраштање са Филеом

Након слетања, велико питање била је ограничена енергија у батеријама, која није обновљива. Постало је очигледно да се Филе налази у некој пећини, рупи или пукотини у леду, због чега је одложено коришћење бушилице како се робот не би преврнуо. Неколицина соларних панела су видели Сунце и то на кратко, што је оставило читавих 54 сата за експерименте. Научници су успели да користе све инструменте, па чак и бушилицу. Филе је успешно послао податке свим тимовима на Земљи.

Захваљујући тим подацима, научници су за сада открили следеће:

- 1) Мале су шансе да је вода дошла на Земљу из комете као што је ова, јер је количина изотопа водоника у тој води три пута већа него на Земљи
- 2) Слој прашине је 15-20 cm дебео, испод кога је тврд лед или мешавина прашине и леда
- 3) Језгро комете нема сопствено магнетно поље, што се супротставља досадашњим претпоставкама и сугерише да магнетизам можда ипак није имао улогу у стварању Соларног система
- 4) Осим воде, пронађен је метан заједно са ређим супстанцама као што су формалдехид (метанал) и цијановодонична киселина

Инжењери су покушали да максимално повећају шансе да Филе сакупи енергију у будућности тако што су му променили позицију. “Дан” на комети која се окреће око своје осе траје 12 сати, а планирано је да се батерије пуне седам сати како би Филе функционисао. Нажалост, положај у коме се нашао омогућује само један сат пуњења дневно. Пре него што је отишао у хибернацију, прочитао је програм за ротацију и успео да се подигне за 4 cm и ротира 35° како би већи део соларних панела хватао што више Сунчеве светлости, са надом да ће једног дана прикупити довољно енергије да настави своје истраживање. Најскорије може доћи до тога у мају или јуну 2015. године, када ће комета бити најближе Сунцу (око 185 милиона km), а до тада можемо само да чекамо.



Слика 29. Фотографија Филеа након растанка са Розетом

15. Закључак

Мисија Филе има велики допринос у изучавању комета и отвара нове видике у науци.

Розета је за ових 10 година оборила многе рекорде и обавила подвиге које нико до сад није. Прва је летелица која је орбитовала око језгро комете, пролетела крај Јупитера уз помоћ соларних панела као главним извором енергије, прва је летела крај комете и изблиза испитивала како се залеђена комета трансформише утицајем Сунчеве топлоте.

Исто тако је и Филе, прва роботска лабораторија на комети, прикупила мноштво корисних података захваљујући којима смо корак ближе одговорима које одавно тражимо. Како је Соларни систем настао, тј. из чега се формирао и еволуирао? Како комете функционишу? Које улоге имају у настанку планета? Да ли је нека од њих донела воду на Земљу, а можда је чак и заслужна на сам живот на нашој планети?

Искрено мислим да ће се Филе ускоро пробудити и надам се да ће донети још нових открића, а сигуран сам да је цела ова мисија, која је настала као идеја пре чак 20 година, велика инспирација свима и да ће погурати многе сличне мисије у блиској будућности у потрази за одговорима које сви тражимо.

ЛИТЕРАТУРА

1. Милан С. Димитријевић, Александар С. Томић: *Астрономија за IV разред гимназије*, Завод за уџбенике, 2008.
2. <https://elementarium.cpn.rs/elementi/evropska-rozeta-pise-istoriju/>
3. <http://news.sciencemag.org/tags/rosetta>
4. <http://www.airbusgroup.com/int/en/story-overview/rosettas-mission.html>
5. <http://sci.esa.int/rosetta/>

Слике:

1. http://www.esa.int/esalogo/images/logotype_screen/42_digital_logo_dark_blue_sign_A.png
2. http://www.open.telekom.rs/Dokumenta/slike/citati/aristotel_citati.jpg
3. <http://www.thefamouspeople.com/profiles/images/tycho-brahe.jpg>
4. http://www.solarsystemquick.com/isaac_newton-2.jpg
5. <http://www.graycell.ru/picture/big/galley.jpg>
6. <http://cdn.thewire.com/media/img/posts/2014/02/cometary/db8872a4a.jpg>
7. http://historicspacecraft.com/Photos/Probes/Vega_UH_RK_2008_1.jpg
8. <http://stardust.jpl.nasa.gov/comets/images/sakigake.jpg>
9. http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/88/Giotto_spacecraft.jpg
10. http://www.esa.int/var/esa/storage/images/esa_multimedia/images/2004/01/stardust/10_138712-2-eng-GB/Stardust_node_full_image_2.jpg
11. <http://umdrightnow.umd.edu/sites/umdrightnow.umd.edu/files/deepimpactartistrendering.jpg>
12. <http://apod.nasa.gov/apod/ap050718.html>
13. <https://diary4dan.files.wordpress.com/2014/08/p1520587.jpg?w=585>
14. http://www.bbc.com/future/bespoke/story/20150430-rosetta-the-whole-story/media/1985_concept_original_rocket_500x700-lr_tf8j6ya.jpg
15. http://www.bbc.com/future/bespoke/story/20150430-rosetta-the-whole-story/media/2014_5_november11_philae_700x500.jpg-lr_06aberu.png
16. http://www.bbc.com/future/bespoke/story/20150430-rosetta-the-whole-story/media/1992_3_ariane_500x700-lr_uvvkgyd.jpg
17. <http://spaceflightnow.com/ariane/v158/images/040302ariane5launch.jpg>

18. http://www.bbc.com/future/bespoke/story/20150430-rosetta-the-whole-story/media/01_rosetta_anim_1_1_webready.jpg
19. http://www.bbc.com/future/bespoke/story/20150430-rosetta-the-whole-story/media/2007_2_rosetta_self_portrait_mars_500x700-lr_oknfayz.jpg
20. <http://rosetta.jpl.nasa.gov/gallery/images/asteroid-steins>
21. http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Rosetta/Rosetta_triumphs_at_asteroid_Lutetia
22. https://twitter.com/esa_rosetta/status/425331522363596801
23. <https://www.youtube.com/watch?v=ppdEzii5aDs>
24. http://blogs.esa.int/rosetta/files/2014/07/esa-rosetta_how-big-is_comet_67P.jpg
25. http://www.airbusgroup.com/.imaging/stk/airbusgroup/imageBig_1240/dam/assets/airbusgroup/int/en/story-overview/rosettas-mission/rosetta-mission-1-large/jcr:content/rosetta-mission-1-large.2014-11-07-12-04-54.jpg
26. http://www.esa.int/var/esa/storage/images/esa_multimedia/images/2014/08/philae_candidate_landing_sites/14732163-1-eng-GB/Philae_candidate_landing_sites_fullwidth.jpg?1432674661088
27. <http://i.space.com/images/i/000/043/698/original/bouncy-landing-141114b-hp.jpg?1415977985>
28. <http://www.theguardian.com/science/2014/nov/13/philae-lander-first-ever-image-comet-surface-rosetta>
29. http://www.esa.int/var/esa/storage/images/esa_multimedia/images/2014/11/farewell_philae_-_narrow-angle_view/15043688-1-eng-GB/Farewell_Philae_-_narrow-angle_view_node_full_image_2.jpg