

Rymdskrot - ett allvarligt hot mot framtida svenska investeringar i rymdsystem

Sandra Lindström

Efter lite mer än två månader på drift i en bana runt jorden exploderade slutsteget från en rysk bärraket och skapade därmed ett stort moln av rymdskrot som nu hotar alla satelliter i närheten - militära som civila. Det befaras att antalet rymdskrotsdelar från explosionen är runt 500. Den europeiska satelliten Envisat flyger sen april i år runt som en gigantisk klump rymdskrot på åtta ton, oflyttbar och med en storlek som en buss. Vid en eventuell kollision mellan Envisat och en bit rymdskrot förväntas konsekvensen bli väldigt allvarlig. Det finns idag ingen nation som har full kapacitet att mäta in alla objekt som härrör från större olyckshändelser i rymden. Det kräver samarbete mellan alla rymdaktörer, även av Sverige. FOI bygger just nu upp kunskap kring metodiken för baninmätning, en kunskap som behövs för svenska framtida militära investeringar i rymdinfrastruktur. Sverige kommer även att delta i ett europeiskt program mellan 2013-2016 där Sverige förväntas få tillgång till data från de europeiska operativa systemen som mäter in objekt i rymden.

Betydande ökning av rymdskrot på grund av explosion i låg bana

Ryska rymdbolaget Roskosmos har bekräftat¹ att de misslyckades med att placera ut de två satelliterna Telkom 3 och Express MD2 i bana runt jorden den 6 augusti 2012. Det uppstod ett fel med slutsteget, Briz-M² (även Breeze-M), som används på den ryska bärraketen Proton M. Indonesiens satellit Telkom 3 och Rysslands satellit Express MD2 blev därmed, tillsammans med slutsteget, strandade i en elliptisk bana. Banan har närmsta avstånd till jorden på 265 km, längsta avstånd till jorden på 5015 km och en lutning på 49,9 grader i förhållande till ekvatorn. Slutsteget var menat att ta satelliterna ut till en bana på ca 36 000 km ut från jorden. Enligt det ryska kommersiella företaget Khrunichev³ så slutade huvudmotorn brinna redan efter sju sekunder istället för att brinna i 18 minuter och fem sekunder. En utredning kring olyckan tillsattes omedelbart.

Slutsteget hade en diameter på fyra meter och en längd på 2,65 meter, det uppskattades att den fortfarande innehöll fem ton bränsle efter att motorn slutat brinna. De två satelliterna var fulltankade med bränsle.

NASA uttryckte tidigt sin oro⁴ över att slutsteget med de två satelliterna skulle kunna explodera och skapa betydande mängder rymdskrot till fara för satelliter i närheten.



Rysk Proton-M-raket med ett Briz-M-slutsteg Photo credit: RIA NOVOSTI

Oron grundade sig på två liknande fall med två tidigare Briz-M-steg som har exploderat och skapat en mängd rymdskrot under senare år, 2007 och 2010. Idag har det katalogiserats runt 200 rymdskrotsdelar som härrör från båda dessa tillfällen.

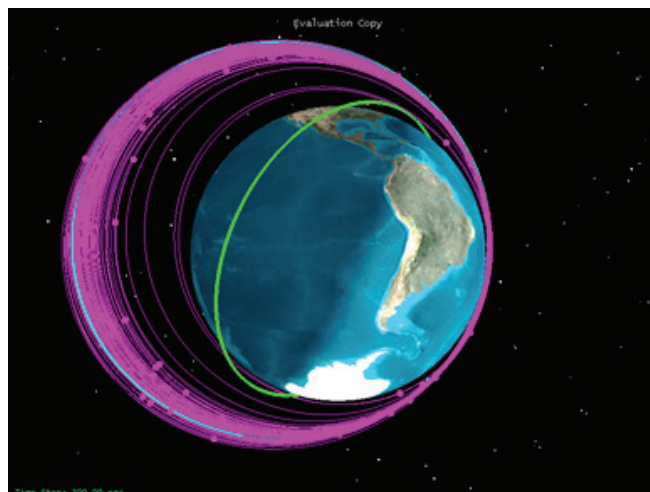
Det cirkulerar även ett Briz-M-steg från en tidigare misslyckad uppskjutning som skedde senast i augusti 2011. Slutsteget misstänks också innehålla ca fem ton bränsle, risken för explosion kvarstår dock. Tiden för delarna att nå atmosfären och brinna upp beräknas vara flera decennier.

När en satellit inte längre är i operativ drift skall allt kvarvarande bränsle i en satellit släppas ut i rymden för att undvika explosioner som kan skapa rymdskrot.⁵ Vid oförutsedda händelser är det dock inte garanterat att detta fungerar. Vid de två tidigare incidenterna med Briz-M lyckades man separera satelliterna, Arabsat 4A och Express AM4, från slutsteget innan explosionerna. Detta möjliggjorde att satelliterna kunde skickas tillbaka mot jorden för att förstöras över Stilla havet. På så sätt undveks eventuella kollisioner med andra satelliter.

En annan variant på Briz-M är Rokot Briz-KM som också har varit olycksdrabbad. Den senaste skedde i februari 2011 då en rysk satellit, GEO-IK 2, strandade i en elliptisk bana tillsammans med slutsteget. Troligtvis bär denna del också på en betydande mängd bränsle som vid något tillfälle kan trigga en explosion.

Den 16 oktober, lite mer än två månader efter uppskjutningen den 6 augusti i år, exploderade till slut Briz-M-steget och skapade ett nytt rymdskrotmoln i den elliptiska banan 264 km x 1512 km med lutningen 49,9 grader.⁶ En vecka senare släppte amerikanska SSN (*Space Surveillance Network*) de första banelementen för de nya rymdskrotsdelarna som härrör från slutsteget. SSN hade då identifierat 80 delar medan, enligt media⁷, den ryska motsvarigheten hade rapporterat att de hade identifierat 12 rymdskrotsdelar.

Orsaken till explosionen är okänd, det spekuleras i att det kan vara på grund av atmosfärens uppbromsningseffekt vilket leder till upphettning av delarna eller att det helt enkelt var så att bränslet kom i kontakt med en oxidant. De två satelliterna Express MD2 och Telkom 3 hade vid explosionen separerats från Briz-M-steget och befinner sig för närvarande i obrukbara elliptiska banor.



Figur 2. Bilden visar, i cyan, den ursprungliga banan för Briz-M-steget (38746) innan det exploderade den 16 oktober. Banorna för varje rymdskrotsdel från explosionen illustreras i magenta, 111 st delar till dagens datum. ISS är illustrerad med en grön linje.

JFCC Space (*Joint Functional Component Command for Space*) arbetar fortfarande med att karakterisera rymdskrotsdelarna från explosionen den 16 oktober. I arbetet ingår även att utvärdera vilket hot rymdskrotet är mot satelliter i närheten. Till dags datum, 2012-12-11, är det ca 111 objekt från explosionen (Breeze-M DEB) som är inmätta, karakteriserade och registrerade i deras offentliga databas Space-Track⁸. I arbetet med att karakterisera alla rymdskrotsdelar följer de just nu upp emot 500 objekt, hur många delar som härrör från den senaste explosionen är dock fortfarande ovisst.⁹ I arbetet använder de markbaserade radararrayer, optiska teleskop och en satellit med kamera för att kunna detektera rymdskrot ner till en storlek av en tennisboll. Banan för den internationella rymdstationen (ISS) plus ett antal andra satelliter av både civil och militär användning korsar banan där rymdskrotsdelarna befinner sig. Detta kan komma att bli ett allvarligt hot. Se Figur 1 för en illustration över hur rymdskrotet har spridit ut sig och hur banplanet för ISS ligger i förhållande till rymdskrotsdelarna.

ILS (*International Launch Services*) är överens med analysen i den ryska rapporten om felet som inträffade den 6 augusti 2012.¹⁰ Den ryska rapporten släpptes den 11 september och påtalar att grundorsaken till felet var att en komponent till trycksystemet inte var tillverkad

enligt specifikationerna. Detta orsakade att huvudmotorn i Briz-M slutade brinna i förtid. En åtgärdsplan för förbättrade kvalitetskontroller har därefter införts och implementerats.

Den 14 oktober 2012, lite mer än två månader efter den misslyckade uppskjutningen, användes bärraketerna Proton Briz-M för en lyckad uppskjutning av satelliten Intelsat 23. Den 2 november sköts två kommunikationssatelliter upp med denna raket: Luch-5B och Yamal-300K. Den 21 november och den 8 december sköts ytterligare två kommunikationssatelliter upp, Echostar XVI respektive Yamal 402.¹¹

ESAs satellit Envisat är numera ett allvarligt hot mot operativa satelliter

ESA (*European Space Agency*) förlorade kontakten med sin satellit Envisat den 8 april i år. Satelliten väger 8 ton och är stor som en buss. Satelliten Envisat som i tio år har bidragit med omfattande data till ett arbete om miljön på jorden har nu ironiskt nog skapat ett stort miljöproblem i rymden. Envisat har legat i en bana med en höjd på 780 km över jorden, ESA beslöt under 2010 att flytta Envisat från denna bana till en höjd på 768 km för att fortsätta använda satelliten trots att den förväntade livslängden hade löpt ut.

ESA har därefter blivit kritiserade¹² för att de valde att förlänga livstiden på Envisat istället för att placera satelliten i en mer säker bana. En satellit som flyttas till en höjd på 600 km över jorden återinträder i jordens atmosfär inom 25 år, den bana som Envisat nu är strandad i medför att det kommer att ta ca 150 år innan satelliten återinträder i atmosfären.

ESA säger till sitt försvar att Envisat planerades och designades 1987-1990, en tid då rymdskrot inte ansågs vara ett allvarligt problem och innan *Space Debris Mitigation Guidelines of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space* togs fram av FN. De menar att Envisat inte var designad för att sänkas till 600 km.

Envisat var avsedd att vara operativ i fem år men fortsatte att fungera i ytterligare fem år. För två år sedan undveks en kollision mellan Envisat och en rymdskrotdel genom att man flyttade på satelliten. En kollision mellan Envisat och rymdskrot förväntas skapa tio gånger

så mycket rymdskrot som när Iridium och Cosmos kolliderade 2009, läs mer nedan om detta. Utan kommunikationsmöjligheter med Envisat är det nu omöjligt att flytta på den för att undvika krockar med rymdskrot.¹³

Status på rymdskrotsproblematiken

Amerikanska SSN har fortfarande ett pågående arbete med att katalogisera rymdskrot från de två största händelserna i bana runt jorden: den avsiktliga förstörelsen av den kinesiska satelliten Fengyun-1C i januari 2007 och den oavsiktliga kollisionen mellan den ryska satelliten Cosmos 2251 och den amerikanska satelliten Iridium 33 i februari 2009. I juli 2012 hade mer än 5500 stycken rymdskrotdelar officiellt blivit katalogiserade från dessa två incidenter. Av dessa var 90 % fortfarande i bana runt jorden, resten har redan brunnit upp i atmosfären. Dessa delar utgör totalt ca 36 % av allt rymdskrot i banor mellan ca 150 km och 2000 km ut från jorden.

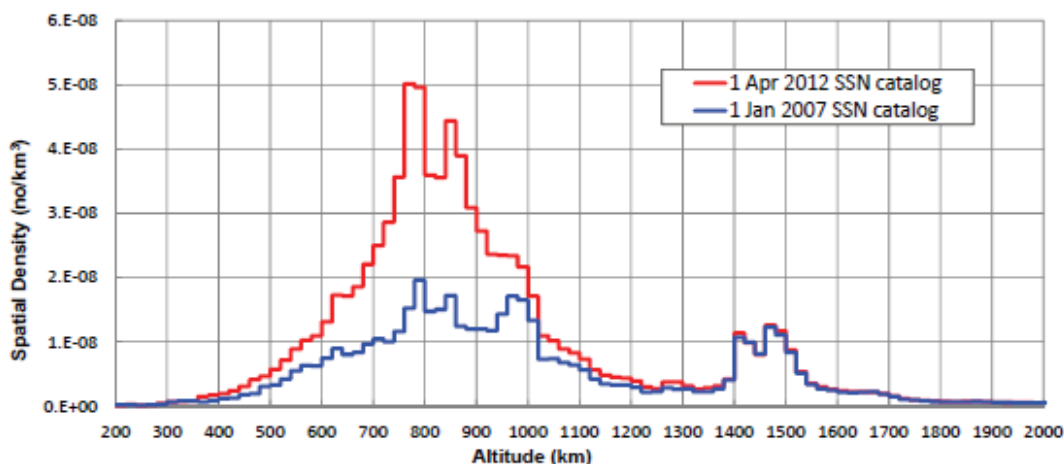
Det är tydligt hur antalet objekt har ökat dramatiskt efter händelserna 2007 och 2009. Figur 2 visar skillnaden på objekt (satelliter plus rymdskrot) före och efter år 2007 fördelat på höjd över jorden.¹⁴ Den blå linjen visar hur det såg ut den 1 januari 2007 och den röda linjen visar hur det såg ut den 1 april 2012. Runt en höjd på 800 km ser vi en fördubbling av objekt på bara fem år. Den utvecklingen är ohållbar.

Sammanfattning

Ryssland och USA har varit de två stormakterna när det kommer till rymd under en väldigt lång tid. De är också de två länder som antas ha störst kapacitet när det gäller att mäta in och katalogisera objekt i rymden. Både i syfte att skapa sig en militär lägesbild av rymden och för att undvika kollisioner mellan operativa satelliter och rymdskrot.

Det är dock uppenbart att inte ens Ryssland eller USA har full kapacitet att mäta in alla objekt som härrör från större olyckshändelser. Det är en fråga som kräver samarbete mellan alla rymdaktörer, även av Sverige.

Trots de resurser som USA idag har tar det flera år att katalogisera objekten från en större olyckshändelse, en månad efter den senaste explosionen är det fortfarande



Figur 2. Distribuering av katalogiserade objekt vid olika banhöjder. Röd linje visar läget den 1 april 2012, blå linje visar hur läget såg ut den 1 januari 2007 dvs. innan de båda händelserna 2007 och 2009. (Photo credit: NASA Orbital Debris Program Office).

ovisst hur många nya objekt som har skapats, det pågår även fortfarande ett arbete med att katalogisera rymdskrotsdelarna från händelserna 2007 och 2009.

I dagsläget har Sverige inga resurser som är avsatta för att göra inmätningar av rymdobjekt. Sverige deltar ej heller idag i några internationella samarbeten. Sverige är därmed helt beroende av att få gratis data från USA.

I FoT-projektet MilRymd avser FOI att undersöka möjligheten till att nyttja svenska markbaserade resurser för att skapa en begränsad svensk möjlighet att mäta in objekt i rymden. Projektet syftar främst till att bygga upp kunskap kring metodiken för baninmätning. En kunskap

som krävs för svenska framtida militära investeringar i rymdinfrastruktur.

Till detta bör också nämnas att Försvarsmakten, MSB och Rymdstyrelsen nyligen har tecknat en överenskommelse om samverkan inom rymdområdet¹⁵ vilket innebär att Sverige kommer att delta i ESAs program för rymdlägesbild mellan 2013-2016, den totala svenska satsningen hamnar på ca 7,3 MSEK i dagens penningvärde. Det förväntas att Sverige därtill får tillgång till data från de europeiska operativa systemen som etableras inom programmet.

¹ Satellite Today, <http://bit.ly/UZ3keF> (kontrollerad 2012-12-03)

² Mer information om bärraketerna Proton Breeze M finns på ILS, International Launch Services, <http://bit.ly/ThkLFb> (kontrollerad 2012-12-03)

³ <http://bit.ly/WBZLeC> (kontrollerad 2012-12-03)

⁴ *Orbital Debris Quarterly News*, volym 16, utgåva 4, oktober 2012, NASA (National Aeronautics and Space Administration) Orbital Debris Program Office

⁵ Enligt Guideline 5: *Space Debris Mitigation Guidelines of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space*, United Nations Office for Outer Space Affairs

⁶ *Space Safety Magazine*, 29 oktober 2012, <http://bit.ly/Qxa9mn> (kontrollerad 2012-12-03)

⁷ The voice of Russia <http://bit.ly/QcF2LE> (kontrollerad 2012-12-03)

⁸ Space-Track <http://bit.ly/10jLnYA> (kontrollerad 2012-12-03)

⁹ Spaceflight Now <http://bit.ly/T7bdJw> (kontrollerad 2012-12-03)

¹⁰ ILS, <http://bit.ly/WlQ5A4> (kontrollerad 2012-12-03)

¹¹ Proton Launch Archives <http://bit.ly/VA9V9Q> (kontrollerad 2012-12-03)

¹² *Space Safety Magazine*, 23 oktober 2012, <http://bit.ly/Y6i9Nj> (kontrollerad 2012-12-03)

¹³ *Space Safety Magazine*, 9 maj 2012, <http://bit.ly/10jNKdY> (kontrollerad 2012-12-03)

¹⁴ *Orbital Debris Quarterly News*, volym 16, utgåva 2, April 2012, NASA (National Aeronautics and Space Administration) Orbital Debris Program Office

¹⁵ Överenskommelse om samverkan inom rymdområdet, Försvarsmakten, 2012-11-19, beteckning 21 837: 67874