

## Tankning i rymden

Satsningen på att expandera jordens ekonomi till rymden har fått NASA att pumpa in miljontals dollar i den gamla idén att etablera drivmedelsdepåer i jordens omloppsbana för passagerartransporter och lastbogsereare. **Aerospace America: [Fill 'er up](#)**



Eta Space planerar med stöd av NASA att skjuta upp sin LOXSAT 1 teknikdemonstrator till låg omloppsbana runt jorden 2024. Den 150 kilo tunga satelliten som huvudsakligen består av en sfärisk lagringstank och en kubisk radiator kommer att demonstrera teknik, som är nödvändiga för långvarig lagring av kryogena bränslen. Först ut blir att bevisa att satelliten kan lagra flytande syre utan avkokning under sitt nio månader långa uppdrag. Eta Space kommer också att genomföra trycksättnings- och tryckavlastningsprov, öva på nedkylning utan drivmedelsförlust och försöka överföra drivmedel mellan olika tankar.

Eta Space kommer inte att försöka docka LOXSAT-demonstratorn med en annan rymdfarkost, men förutsatt ett framgångsrikt uppdrag planerar företaget att skjuta upp Cryo-Dock, en större version av LOXSAT 1 på 20 000 kg, som den första kommersiella drivmedelsdepån, som erbjuder flytande väte och flytande syre till rymdfarkoster. Det kan gälla raketer på väg mot yttre rymden, farkoster i omloppsbana, som utför satellitservice eller borttagning av skräp och så småningom till och med skyttlar och landare på väg mot månen.

Att sätta drivmedel i rymden eller tanka i omloppsbana är ingen ny idé. NASA och SpaceX är beroende av en månlandarvariant av SpaceXs Starship-farkost, som kräver tankning med kryogen metan och flytande syre i omloppsbana runt jorden strax efter uppskjutningen, en teknik som SpaceX måste bevisa som en del av en obemannad månlandningsdemonstration med Starship före den första flygningen med astronauter.

För raketbyggare kan depåer vara svaret på en av deras största problem: hur man lagrar så mycket bränsle som möjligt utan att göra en raket för tung för att undkomma jordens gravitation. Att tanka en raketens övre steg i rymden innebär att man inte behöver bära allt med sig på en gång.

Depåer kan också möjliggöra helt nya operationer och konstruktioner, till exempel återanvändbara rymdsteg som kan pendla fram och tillbaka mellan jordens omloppsbana och månens omloppsbana utan att någonsin återvända till jorden.

Förutom Eta Space får också Lockheed Martin, United Launch Alliance och SpaceX finansiering från NASA. Lockheed Martin planerar att demonstrera hantering av flytande väte i rymden. ULA undersöker att hålla Vulcan Centaur övre steg i omlopps-

bana efter varje lansering och använda dem som djupa rymd bogserbåtar. Man planerar också att utforska långvarig lagring och intern överföring av kryogenik inom ett Vulcan Centaur övre steg. SpaceX vill överföra 10 ton flytande syre till tankar ombord på en rymdfarkost i omloppsbana runt jorden, som sedan kommer att gå mot månens omloppsbana och möta en Orion-kapsel för att ta två astronauter till ytan för NASA: s Artemis III-uppdrag, för närvarande planerat till 2025.

Den kommersiella rymdindustrin har nått en punkt där det finns en uppdämd efterfrågan på tjänster som satellittankning. För fyra år sedan var det åtta företag som tittade på att göra satellitservice, nu finns det globalt över hundra företag, inklusive Northrop Grumman och dess Mission Extension Vehicles och bogsertjänster som Momentous of California.

En annan anledning är relaterat till NASA och SLS. När NASA valde en variant av SpaceX: s Starship som Human Landing System för Artemis III-uppdraget, åtog man sig en uppdragsarkitektur som krävde så många som sexton Starship-lanseringar för att fylla en "tanker" -version av Starship med flytande metan och flytande syre. Den tankfarkosten skulle sedan överföra bränsle till HLS Starship i omloppsbana runt jorden.

Naturligtvis finns det också tekniska utmaningar kvar. Den första utmaningen är aktiv kylning. Flytande väte kokar vid drygt minus 253,15 C. Alla depåer som är utformade för att lagra kryogent bränsle under lång tid måste minimera avkokningen.

Den andra utmaningen är att hantera drivmedel i mikrogravitation. På jorden kommer vätet att vara i botten av tanken, men i fritt fall kan det vara var som helst. Det är ännu inte klart om tekniker som länge använts för att hantera vätskor i mikrogravitation, såsom uppblåsbara blåsor och interna lagringstankskovlar och bafflar för att använda ytspänning, kommer att fungera.

Samtidigt arbetar NASA-ingenjörer vid Marshall Space Flight Center med ännu en utmaning: att hålla drivmedlen inneslutna. Alla kryosystem läcker. En liten mängd läckage är inte en stor sak från en raket som levererar en nyttolast på några minuter och sedan är klar. Men för ett uppdrag till Mars eller en flytande vätedrivdepå är det viktigt att få kryogeniken förseglad tätt.

Forskning kommer säkert att lösa många av problemen. Någon version av orbital tankning kommer att hända.