

## Huvudlast: Multi-Purpose Logistics Module (MPLM)



MPLM-modulen Leonardo i rymdfärjan Discoverys lastrum den 10 mars 2001 (Bild: NASA)

MPLM är trycksatta lastcontainrar som transporteras i rymdfärjans lastrum. Tre av modulerna byggdes för den italienska rymdstyrelsen ASI av Thales Alenia Space i Turin. Modulerna, som fått namnen Leonardo, Raffaello och Donatello, är mycket viktiga enheter som används för leverans av material och förnödenheter till den internationella rymdstationen. Första gången Leonardo var uppe på stationen var i samband med uppdrag STS-102 i mars 2001 och den har använts vid fyra uppdrag sedan dess (STS-105, STS-111, STS-121 och STS-126). Raffaello dockade med ISS första gången i april 2001 under STS-100, uppdraget som förde Umberto Guidino som förste ESA-astronaut till ISS, och har använts två gånger sedan dess (STS-108 och STS-114).

Varje modul består i stora drag av en cylinder som är 6,5 meter lång och 4,5 meter i diameter, med koniska ändar som rymmer dockningsmekanismerna och luckorna. I modulen finns det plats för upp till 16 lastrack. MPLM har sitt eget livsuppehållande system och dessutom en egen kraftförsörjningsenhet på 3 kW. Lastracken transporteras till och från stationen tillsammans med annan utrustning och förnödenheter i en trycksatt miljö. När en MPLM har dockat med

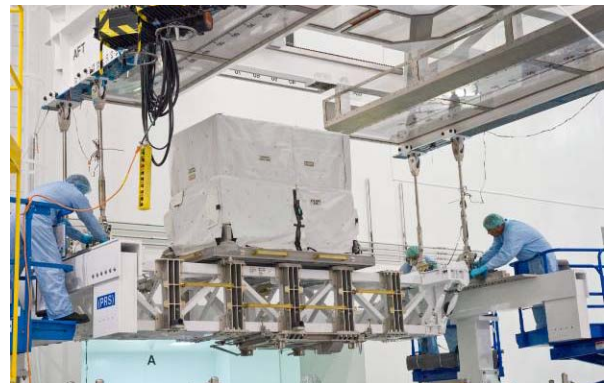
stationen används den som ett extra utrymme där stationens besättning kan arbeta i vanliga kläder under upp till två veckor i taget.

I vissa avseenden är MPLM en efterföljare till Spacelab som man transporterade ombord på rymdfärjan mellan 1983 och 1996. Men för MPLM har man till fullo kunnat utnyttja ny förbättrad teknik, i synnerhet i fråga om svetsning. Man har därför kunnat göra MPLM mycket lättare än sin föregångare och det betyder att mer än 9 av de 14 ton den väger vid starten utgörs av värdefull last. Samtidigt är den tillräckligt robust för att kunna göra färden fram och tillbaka till ISS 25 gånger.

MPLM har också vissa basystem gemensamt med det europeiska Columbus-laboratoriet som har suttit som en permanent del av ISS sedan februari 2008. De har liknande strukturer, även om Columbus har en dubbelt så tjock "hud" som MPLM, och både Columbus och MPLM utnyttjar ESA:s subsystem för miljökontroll och livsuppehållande funktioner.

För MPLM kunde ESA idka "byteshandel" med den italienska rymdstyrelsen och byta ECLSS mot italienskutvecklade konstruktionskomponenter som användes i Columbus. Utan sådana penningfria transaktioner skulle de internationella programmen vara ännu dyrare.

### Sekundärlast: Ammonia tank



Ammonia tanken kopplad till stödenheten som kommer att transporteras i Discoverys lastrum under flygning STS-128. Fotot är taget vid Kennedy Space Center den 9 juli 2009 (Bild: NASA)

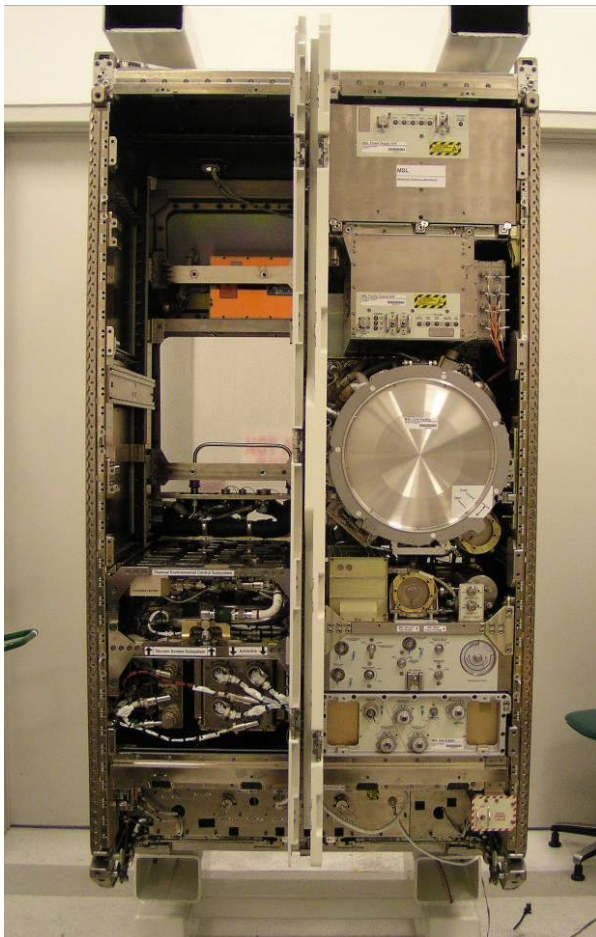
Ammonia tanken är i princip en tank som innehåller flytande ammoniak som används för värmeregleringen på ISS. Den kommer att transporteras till ISS på en stödenhet som placeras i färjans lastrum tillsammans med MPLM.

## Huvudsaklig last i MPLM

Här följer en lista på de huvudsakliga enheterna, utrustningen och lasten som transporteras till ISS i MPLM-modulen under STS-128. Alla de "småsaker" och förnödenheter som också transporteras tas inte upp.

## Materialvetenskapligt laboratorium (i det materialvetenskapliga forskningsracket)

Det materialvetenskapliga laboratoriet är ESA:s bidrag till NASA:s första materialvetenskapliga forskningsrack (MSRR-1; Materials Science Research Rack) i det amerikanska Destiny-laboratoriet. Det tar upp hälften av ett standardlastrack och ska användas för flera olika materialforskningsexperiment i tyngdlöshet.



Den materialvetenskapliga forskningsrackenheten MSRR-1 ses här i startkonfiguration. Högra sidan innehåller det materialvetenskapliga laboratoriet. Den vänstra sidan innehåller MSRR-1-rackets stödsystem (nedre delen) och packutrymmet (övre delen). Vänstra sidan rymmer de anordningar/gränssnitt som behövs för att stödja ytterligare en förbränningsugnsmodul om så behövs.

Det materialvetenskapliga laboratoriet består av en kärnenhet tillsammans med olika stödsu-

system. Kärnenheten utgörs till största delen av en vakuumsäkrat processkammare som kan hysa flera enskilda förbränningsinsatser i vilka proverna bearbetas. I processkammaren är miljön reglerad och mikrogravitationsnivåerna mäts. Bearbetningen görs normalt i vakuum eller i en inert gas (t.ex. argon).

Kärnenheten kan bära förbränningsinsatser med upp till åtta värmeelement och ger den mekaniska, temperaturreglerande och elektriska infrastruktur som behövs för förbränningsinsatserna och experimentpatronen, tillsammans med all elektronik som kan behövas för experimenten. Mikrogravitationsnivåer under en experimentkörning mäts av en integrerad treaxlig accelerometerenhet.

En förbränningsinsats är en uppsättning värmeelement som är inneslutna i ett värmeisolerande hölje. På anordningens ytterhölje sitter en vattenkyld metallmantel.

De förbränningsinsatser som för närvarande finns är dels den låggradientugn som framför allt är avsedd för Bridgman-kristallväxt av halvledarmaterial, dels den stelnings- och utsläkningsugn som huvudsakligen är utformad för metallurgisk forskning.

Proverna som ska bearbetas placeras i experimentpatroner (Sample-Cartridge Assemblies) som består av ett läckagetätt rör, en degel, sensorer för processkontroll, en provsond och ett patronhuvud (dvs. processkammarens mekaniska och elektriska gränssnitt).

Säkerhetskonceptet för det materialvetenskapliga laboratoriet kräver att man håller experimentprover som innehåller giftiga ämnen inneslutna i experimentpatroner med spårningssystem som gör att man kan hitta läckor. Man fyller utrymmet mellan experimentprovet och patronröret med en inert gas, inklusive en i förväg bestämd mängd krypton, vilket gör att man kan spåra läckor med hjälp av masspektrometri.

## MELFI (minus åttio graders laboratoriefrys för ISS)

Den andra minus åttio graders laboratoriefrys för ISS (MELFI-2) kommer att transporteras till ISS vid STS-128-uppdraget. Det är en enhet stor som ett rack och den förser rymdstationen med kylutrymmen för förvaring och snabbinfrysning av medicinska och biologiska prover. Den kommer inte att vara igång när den transporteras i MPLM-modulen som är installerad i rymdfärjans lastrum. MELFI designades för 10 års drift, men tack vare nya reservdelar och avancerade underhållsjobb från europeisk industri kommer den att kunna stanna i omloppsbana under ISS hela livstid.



ESA-astronauten Frank De Winne sätter in prover i MELFI i det japanska Kibo-laboratoriet på ISS den 6 juni 2009. (Bild: NASA)

MELFI-prover förvaras i fyra utrymmen (dewarbehållare) som kan hålla skilda temperaturer (-80, -26 och +4 °C). Varje dewarbehållare är en cylindrisk vakuumisolerad container med en inre volym på omkring 75 liter uppdelad i fyra sektioner. I varje sektion finns det

ett rack som kan dras ut utan att proverna i de andra tre sektionerna påverkas. I MELFI finns standardutrustning för förvaring av prover med olika former och storlek.

MELFI har en sofistikerad kylanläggning som kan uppnå temperaturerna som behövs utan att förbruka så mycket ström (mindre än 1 kW i värsta fall). För att minimera värmeförluster och kontaminering av kylvätskan är anläggningen monterad i en komplex behållare som kallas kylboxen (Cold Box). Kylboxen innehåller dessutom två värmeväxlare som består av totalt 10 km rörledning.

Kylanläggningen är designad så att den kan bytas ut när den befinner sig i omloppsbana. Den kan skruvas bort från kylboxen med hjälp av specialverktyg på mindre än åtta timmar och det gör att proverna bevaras även om anläggningen gått sönder. För att förbättra frysens tillförlitlighet och kapacitet har MELFI-2 också en reservelektronikenhet och en reservkylanläggning. Som kylvätska används högrenat kväve. Alla ledningar och komponenter som kommer i kontakt med kvävet har dubbla väggar med ett starkt vakuum och flera lager isolering mellan de två väggarna. Det gör att den inställda temperaturen kan bibehållas i upp till åtta timmar även om det skulle bli ett strömavbrott.

När den kommer till ISS kommer MELFI:n att överföras till sin plats i det japanska Kibo-laboratoriet och tas i bruk.

MELFI utvecklades av den europeiska rymdstyrelsen (ESA) inom ramen för det internationella bytesavtalet med NASA och den japanska motsvarigheten JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency). Dessutom har ESA levererat markenheter för träning och experimentförebereelser och ska också leverera nödvändiga reservdelar och underhållsteknik för att MELFI:n ska kunna användas under ISS hela livstid.

EADS ASTRIUM (Frankrike) ledde projektet med MELFI:n. De andra industriella partnerna var L'Air Liquide (Frankrike), LINDE (Tyskland), Kayser-Threde (Tyskland) och ETEL (Schweiz).

## Övrig utrustning

### Luftreningssystem



En kran lyfter den europeiska Nod 3 från sin transportcontainer den 26 maj 2009. (Bild NASA)

Luftreningssystemet (Atmospheric Revitalization System) är ett av systemen för miljökontroll och livsuppehållande funktioner som ska placeras i den europeiska Nod 3 när den kommer till ISS i februari 2010. Systemet renar bort koldioxid och övervakar spårmängder av föroreningar och gassammansättningen i kabinen. Koldioxid från besättningen avlägsnas från kabinens atmosfär med hjälp av absorptionsbäddar som utformats för att absorbera koldioxid. Bäddarna regenereras genom exponering för värme och rymdvakuum. Ett övervakningssystem för spårmängder av föroreningar (Trace Contaminant Control System) ser till att över 200 olika kemiska föroreningar som bildas via materialavdunstning och besättningens ämnesomsättning håller sig inom tillåtna och säkra gränsvärden i de bebodda utrymmena. Gas analyseras av en masspektrometer och mäter syre, kväve, väte, koldioxid, metan och vattenånga i kabinen.

### Vätskeexperimentrack

FIR-enheten (Fluids Integrated Rack) ska användas för att utföra vätskeexperiment i det amerikanska Destiny-laboratoriet. Enheten tar upp hälften av vätske- och förbränningsanläggningen där man arbetar med vätskor och förbränningsprocesser i tyngdlöshet. Med FIR kommer resurser för datainsamling och -kontroll, sensorgränssnitt, laserkällor och källor för vitt ljus, avancerad avbildningskapacitet samt kraft- och kylningsenheter. Den kan användas för många olika experiment. Vätskefysikforskningen fokuseras på komplexa vätskor, gränsyttefenomen, dynamik och instabilitet, flerfasflöden och fasövergång. Experimenten omfattar allt från grundforskning till teknikutveckling som stöder NASA:s olika forskningsuppdrag, inom områden som livsuppehållande system, kraftsystem, drivsystem och värmekontrollsystem



Vätskeexperimentrackets FIR visas med dörren öppen och det första experimentet inuti. (Bild: NASA)

### Löpbandet COLBERT

COLBERT är ett nytt löpband som ska placeras i den europeiska Nod 2 (och senare i Nod 3). Det är ett viktigt träningsredskap för besättningen på ISS. Det är ett vanligt löpband som har anpassats för att inte orsaka skakningar i resten av ISS när det används. Vibrationsdämpningssystemet går inte på ström och är därför mer tillförlitligt. Astronauterna spänner elastiska band över axlarna och runt midjan för att de ska hålla sig kvar på bandet. Löpbandet är dessutom bredare än det som nu finns på stationen. Även om det är byggt för att klara 240 000 km löpning kommer det troligen att användas för omkring 60 000 km under sin tid i omloppsbana.



Löpbandet COLBERT för installation i en MPLM-modul. (Bild: NASA)

### Nya sovrum till besättningen

De nya sovrummen ger var och en av stationens invånare tillgång till en avdelning där de kan förvara sina personliga saker, sova och spendera fritiden i. I varje enhet finns det lampor, ljus- och ljudisolering och dessutom anslutningsmöjligheter för en laptop. De nya besättningssovrummen ska installeras i det japanska Kibo-laboratoriet. De är helt nödvändiga med tanke på att ISS-expeditionens permanenta besättning kommer att utökas till 6 medlemmar.



NASA-astronauterna Greg Chamitoff och Sandra Magnus flyttar ett sovrumrack under STS-126-uppdraget den 19 november 2008. (Bild: NASA)