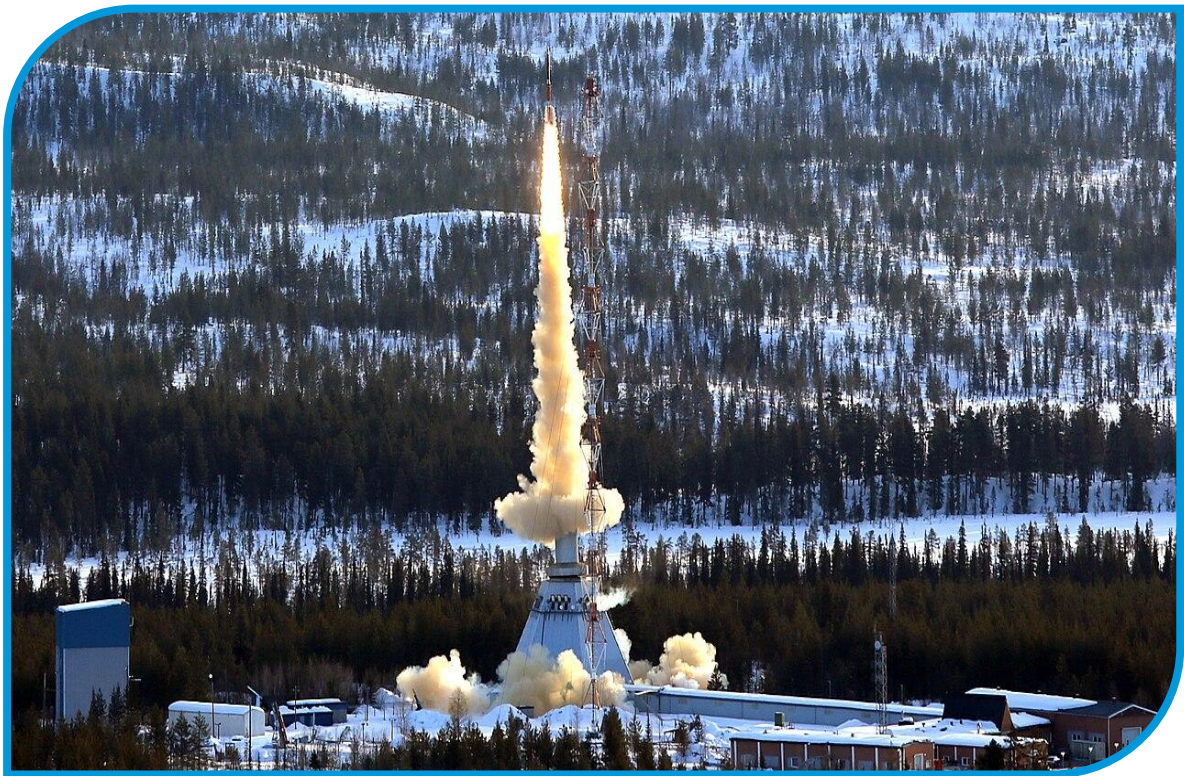


Sweden



Raketer

Från "eldpilar" till rymdutforskning



Materialet är framtaget av **Mariana Back** och **Tom Callen**,
i samverkan med Esero Sverige

Innehållsförteckning

Inledning.....	3
1) Vad är en raket?.....	3
2) Raketernas historia.....	3
3) Hur fungerar raketer?.....	6
4) Raketernas storlek och form – olika typer för olika uppgifter	8
5) Vad kan raketer användas till?	9
6) Sveriges roll och Esrange i Kiruna	10
7) ESA:s och NASA:s raketer idag	11
8) Raketernas framtid	12
9) Varför är raketer viktiga för oss?.....	13

Inledning

Den här texten ger en översikt över hur raketer fungerar, deras historia och vilken roll de spelar idag och i framtiden.

Raketer är imponerande uppfinningar och spelar en viktig roll i dagens samhälle och inom rymdforskningen. Från enkla fyrverkerier till dagens avancerade rymdfarkoster har de gjort det möjligt att utforska rymden, förstå universum och förbättra livet på jorden. Med hjälp av raketer är det möjligt att skicka upp satelliter, utforska andra planeter och transportera människor ut i rymden. Trots att det bidrar till så avancerade framsteg i rymden, bygger raketteknik på relativt enkla fysikaliska principer.

I den här texten får du läsa om vad en raket är, hur den fungerar och hur rakettekniken har utvecklats genom historien. Texten tar också upp hur raketer används idag, vilken roll Sverige spelar inom rymdforskningen och hur framtidens rymdresor kan komma att se ut.

1) Vad är en raket?

En raket är en särskild typ av farkost som kan färdas genom rymden genom att driva sig själv framåt. Till skillnad från flygplan behöver den varken luft eller vingar, vilket gör den idealisk för färder bortom jordens atmosfär.

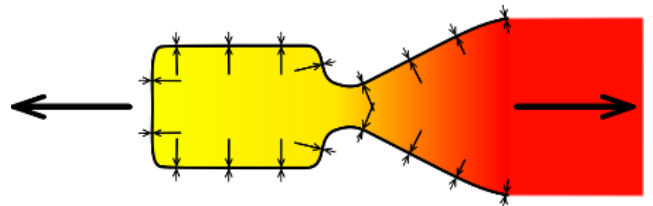


Bild: Allmän egendom

Rörelsen skapas av så kallad *dragkraft* – en kraft som uppstår när bränsle förbränns och heta gaser slungas ut genom raketens motor

Ett enkelt sätt att förstå detta är att tänka på en uppblåst ballong som släpps fri. Luften strömmar ut genom öppningen och pressar ballongen i motsatt riktning. Raketer fungerar på samma sätt, men använder extremt snabba och kontrollerade gasströmmar.

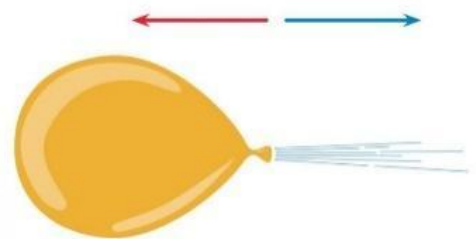


Bild: Science in School, CC BY

2) Raketernas historia

Raketer har funnits betydligt längre än många tror. De allra första raketerna användes inte för rymdfart, utan som fyrverkerier och senare som vapen.



Det forntida Kina (runt 1200-talet): Kineserna uppfann krutet och började tillverka enkla raketer som sköt upp i luften eller kunde bära små bomber. De kallade dessa för *eldpilar*.

Bild: Allmän egendom

1600-talet–1800-talet: I Europa och Indien experimenterade man med raketer för militärt bruk. En brittisk ingenjör och uppfinnare vid namn *William Congreve* (1772–1828) konstruerade stora krigsraketer som användes istället för kanoner i strid. Den berömda raden "and the rockets' red glare" i den amerikanska nationalsången beskriver hur sådana Congreve-raketer avfyrades mot Fort McHenry under kriget 1812 mellan Storbritannien och USA.



Bild: Richie Bendall, CC BY-SA 4.0

1900-talet: Forskare började drömma om att använda raketer för att utforska rymden. En av pionjärerna var ryssen *Konstantin Tsiolkovskij* (1857–1935), som utarbetade den matematik som krävdes för rymdfart.



Bild: Allmän egendom



Bild: Allmän egendom

I USA byggde *Robert H. Goddard* (1882–1945) den första raketten med flytande bränsle år 1926, vilket innebar ett enormt framsteg. Denna typ av bränsle gjorde det senare möjligt att bygga större raketer som kunde transportera tyngre nyttolaster ut i rymden.

Andra världskriget: Tyskland konstruerade *V-2-raketen*, den första långdistansmissilen och det första av människan skapade föremålet som nådde rymden, även om det bara var under en mycket kort stund på grund av dess paraboliska flygbana. Trots sitt militära syfte lade konstruktionen grunden för fredlig användning av vätskedrivna raketer senare, inom rymdutforskningen.



Bild: Allmän egendom



Bild: Allmän egendom

Rymdkapplöpningen (1950- och 1960-talen): Efter andra världskriget utvecklade både USA och Sovjetunionen, tidigare Ryssland (nuvarande Ryska federationen) raketer för fredlig rymdutforskning. En modifierad sovjetisk R-7 Semyorka-raket skickade 1957 upp den första satelliten, *Sputnik*, i omloppsbanan runt jorden.

Deras rymdfarkost *Vostok 1* tog den första människan, *Jurij Gagarin* (1934–1968), med på en helt varv runt vår planet i april 1961.



Bild: TACC CC BY 4.0



Bild: NASA

Bara åtta år senare, i juli 1969, tog NASA:s gigantiska *Saturn V-raket* de tre Apollo-astroauterna Neil Armstrong, Mike Collins och Edwin Aldrin till månen. Armstrong och Aldrin landade på månytan i en mindre rymdfarkost, och blev därmed de första människorna att göra det. Alla tre återvände sedan säkert till jorden.

Regelbundna rymdfärder (1980-talet–2000-talet):

NASA utvecklade en flotta bestående av fem flygplansliknande rymdfarkoster som sköts upp i rymden med hjälp av ett raketsystem med både flytande bränsle och fasta raketmotorer. Dessa *rymdfärjor* kunde användas om och om igen efter att de landat på en landningsbana precis som flygplan, vilket gjorde resor till rymden mer rutinmässiga.



Bild: NASA

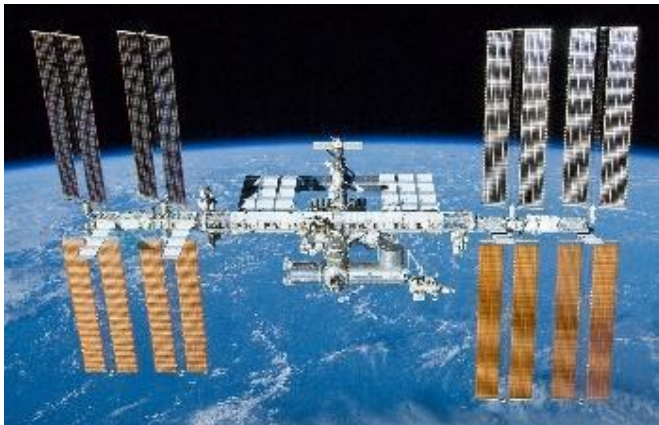


Bild: NASA

En av deras största bedrifter var att transportera många av de komponenter som användes för att bygga den *internationella rymdstationen (ISS)* till omloppsbana runt jorden.

Denna period förändrade människors syn på raketer. De var inte längre bara vapen, utan användbara verktyg för vetenskap och upptäckter.

3) Hur fungerar raketer?

Varje raket bygger på några enkla principer från den vetenskap som kallas fysik; även de enorma raketer som ESA och NASA använder idag. Den viktigaste av dessa principer är *Sir Isaac Newtons* (1643–1727) "tredje rörelselag". Den säger att "*för varje kraft finns det en lika stor och motsatt motkraft*".

När en raketmotor förbränner sitt bränsle skjuter den ut de avgaser som bildas nedåt genom en specialkonstruerad öppning, eller munstycke. Gaserna trycker nedåt, och raketens trycks uppåt; precis som i det tidigare exemplet på vad som händer när man blåser upp en leksaksballong och släpper den.



Bild: Allmän egendom

En raket består av flera viktiga delar:

Form: Raketens främre del, noskonen, måste vara utformad så att den lätt kan passera genom jordens atmosfär när den skjuts upp i rymden. Styrfenorna på raketens bakre del, om sådana behövs, används för att hjälpa till att styra raketerna i en rak linje. Vissa fenor är fasta och rör sig inte, medan andra kan justeras för att hjälpa till att återföra farkosten till rätt kurs om den börjar avvika.

Nyttolast: Det som raketerna transporterar, till exempel en satellit, en sond till en planet i solsystemet eller astronauter till den internationella rymdstationen ISS. Beroende på vilken raket som används och hur långt nyttolasten ska transporteras, till exempel till omloppsbana runt jorden, kan kostnaden variera mellan \$1 500 och över \$22 000 US dollar per kilo.

Drivmedel: Bränslet och oxidationsmedlet som förbränns tillsammans för att alstra dragkraft (i form av snabbt strömmande avgaser).

Motor: Den del som förbränner bränslet och släpper ut gaserna.



Bild: NASA

Steg: Många stora raketer har fler än ett "steg". När det första steget, det största längst ner på raketerna, har förbrukat sitt bränsle, lossnar det. Detta gör raketerna lättare så att nästa steg, som också förbränner bränsle, kan fortsätta stiga högre. Även dessa steg lossnar när deras bränsle är slut. Vissa stora och dyra raketer är konstruerade så att deras steg kan återvinnas efter att de har återvänt till jordytan, servas, tankas och användas igen. Detta bidrar till att minska de sammanlagda mycket höga kostnaderna för raketuppskjutningar.

Det krävs enormt mycket bränsle för att en raket ska kunna lämna jordens gravitation; en raket måste uppnå *utbrytningshastighet*—cirka 11,2 kilometer per sekund, eller över 40 000 kilometer i timmen. Det är mycket snabbare än vad något flygplan eller någon överljudsjet kan flyga!

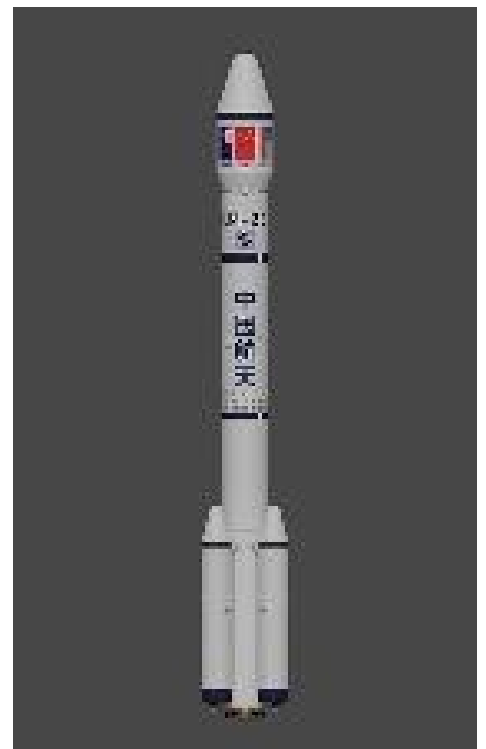


Bild: Shujiayang, CC BY-SA 4.0

4) Raketernas storlek och form – olika typer för olika uppgifter

Raketer finns i många storlekar, från små som används för forskning till enorma som kan transportera människor eller tunga satelliter.



Bild: ESA

Mellanstora bärraketer: Raketer som *Falcon 9* eller *Ariane 6* (bilden) kan skjuta upp satelliter i omloppsbana runt jorden. De är lika höga som ett 20-våningshus.

Tunglyftsraketer: NASA:s *Space Launch System (SLS)* (bilden) och SpaceX:s *Starship* hör till de största som någonsin byggts. De är högre än skyskrapan Gårda Vesta i Göteborg eller Söder Torn i Stockholm – mer än en 22-våningsbyggnad. De är tillräckligt kraftfulla för att skicka människor till månen eller, kanske en dag, till planeten Mars.

Raketmotorer kan också drivas med olika typer av bränsle. Vissa förbränner flytande väte och syre, medan andra använder fast bränsle, precis som ett gigantiskt fyrverkeri. Återanvändbara raketer, som SpaceX:s *Falcon 9*, kan till och med landa automatiskt och användas igen – ett stort steg mot billigare rymdfart.



Bild: NASA

Små sondraketer: Det är smala raketer som bara är några meter långa. Forskare använder dem för att skicka upp instrument högt upp i atmosfären, där de stannar i några minuter innan de faller tillbaka till jorden.



Bild: NASA

5) Vad kan raketer användas till?

Raketer, i alla sina former, kan användas för många olika ändamål:

Satelliter: De flesta raketer kan idag bära upp satelliter som hjälper oss med väderprognoser, GPS-navigering, TV-sändningar, fjärrtelefonsystem (*Iridium* – visas här) och internetuppkoppling (*Starlink*), där de två sistnämnda används på platser där konventionella nätverk inte är möjliga.



Bild: NASA/Goddard Space Flight Center, Pat Izzo



Bild: Cliff, CC BY 2.0

Vetenskapliga uppdrag: Raketer skickar ut rymdsonder för att undersöka månen, Mars, asteroider och ännu längre bort. *James Webb-rymdteleskopet (JWST)* är ett exempel på ett observatorium som skickats upp med raket.

Bild: NASA



Bemannade rymdfärder: Raketer (här Falcon 9) transporterar astronauter till den internationella rymdstationen (ISS) och, i framtiden, tillbaka till månen och till Mars.



DLR, CC BY-SA 3.0 de

Försvar: Vissa raketer används för nationellt försvar eller missilsystem, även om fredlig rymdutforskning numera är prioriterad för de allra flesta rymdorganisationer, såsom ESA och NASA.

Utbildning och forskning: Små raketer transporterar nyttolaster som hjälper forskare att studera jordens atmosfär, rymdmiljön runt vår planet samt att testa ny rymdteknik. Bild:

6) Sveriges roll och Esrange i Kiruna

Det kanske kommer som en överraskning att Sverige, trots sin storlek, spelar en viktig roll inom rymdforskningen! I norra Sverige, nära den norrländska staden Kiruna, ligger rymdcentret *Esrange*. Anläggningen byggdes på 1960-talet och drivs av *Swedish Space Corporation (SSC)*.



Bild: Mtruch, CC BY-A 3.0



Bild: SSC Space

Esrange är en av Europas viktigaste platser för uppskjutning av *sondraketer* och *höghöjdsballonger* (en bild här före uppskjutningen) som transporterar vetenskapliga instrumentpaket upp i luften.

Eftersom anläggningen ligger så långt norrut är den en perfekt plats för att studera atmosfären, *aurora borealis* (även kallat *norrskenet*) och *rymdväder*. Extrema förhållanden i denna miljö nära jorden kan ha stor inverkan på viktiga satelliter som kretsar kring vår planet och som vi förlitar oss på för en rad viktiga funktioner.

Under de senaste åren har Esrange utvecklats till en rymdhamn – en plats där framtida rymdraketer för första gången kommer att skjutas upp från svensk mark. Detta gör Sverige till ett av få länder i Europa som har förmågan att skjuta upp satelliter direkt ut i rymden. De första satellituppskjutningarna från Esrange förväntas äga rum i slutet av 2020-talet, vilket kommer att utgöra ett viktigt steg mot europeiskt rymdberoende.

Esrange hjälper även *Europeiska rymdorganisationen (ESA)* att testa ny raketeknik och spåra satelliter. Dess läge, omgivet av skog och långt från storstäderna, gör det till en säker plats för uppskjutningar.

7) ESA:s och NASA:s raketer idag

Både Europeiska rymdorganisationen (ESA) och den amerikanska rymdorganisationen *National Aeronautics and Space Administration (NASA)* använder flera olika typer av raketer för olika uppdrag.

ESA:s raketer:



Bild: Pline, CC BY-A 4.0

Ariane 5: Denna raket var under många år Europas arbetshäst och användes för att skjuta upp satelliter och rymdsonder, till exempel *James Webb-rymdteleskopet*.

Ariane 6: Denna nyare version, som ska skjutas upp för första gången 2024, är utformad för att vara billigare och mer flexibel i syfte att kunna konkurrera med privata företag.

Vega-C: En mindre raket som sedan 2022 skjuter upp lättare satelliter i omloppsbana och används för vetenskapliga uppdrag och jordobservationsuppdrag. Bild: NASA



Bild: NASA

NASA:s raketer:

Space Launch System (SLS): Detta är NASA:s kraftfullaste raket sedan Saturn V-raketerna, som ursprungligen användes för att skicka Apollo-astronauterna till månen mellan december 1968 och december 1972. SLS kommer att användas för *Artemis-projektet*, vars mål är att återföra astronauter till månen. I april 2026 genomförde den framgångsrikt sin första bemannade rymdfärd runt jordens enda naturliga satellit, Artemis II.

Falcon 9 och Falcon Heavy: Dessa raketer, som tillverkas av SpaceX för NASA och kommersiella kunder, kan skjuta upp satelliter eller besättningskapslar, såsom *Dragon*, till den internationella rymdstationen ISS. De kan landa automatiskt på jorden igen för att återanvändas.

Starship: SpaceX:s gigantiska, helt återanvändbara raketsystem utvecklas med hjälp av NASA för framtida uppdrag till månen och Mars.

Både ESA och NASA förlitar sig också på samarbeten med privata rymdföretag. Detta samarbete bidrar till att sänka kostnaderna och påskynda utvecklingen av ny teknik.



Bild: Steve Juretson, CC BY 2.0

8) Raketernas framtid

De kommande årtiondena kommer att bli mycket spännande för raketforskningen. Framtidens raketer kan komma att se annorlunda ut, fungera på ett annat sätt och ta sig till nya platser. Här är några av de viktigaste målen som forskarna arbetar mot:



Bild: Kevin Gill, CC BY-SA 2.0

Återanvändbara raketer: Att tillverka raketer som kan flyga flera gånger sparar enorma summor pengar och minskar avfallsmängden.

Miljövänliga bränslen: Forskare testar bränslen som är bättre för miljön, till exempel flytande metan eller biobaserade drivmedel.

Bemannade rymdfärder till Mars: NASA, ESA och SpaceX planerar alla steg mot att skicka människor till Mars inom de närmaste decennierna. Raketerna måste kunna transportera last och människor på ett tillförlitligt och säkert sätt över hundratals miljoner kilometer under en flera månader lång resa.



Bild: NASA

Rymdturism: Företag som Blue Origin (här visas en rymdkapsel för korta rymdfärder) och Virgin Galactic har redan sålt korta rymdfärder till rymdens gräns. I framtiden kanske vanliga människor kommer att resa bortom jordens atmosfär.



Satellitkonstellationer: Tusentals små satelliter (här visas en grupp från Starlink) som skjuts upp med återanvändbara raketer skulle kunna ge hela världen tillgång till internet, men det har sitt pris. Kvaliteten på natthimlen som är tillgänglig för astronomisk forskning har redan försämrats till följd av att dessa objekt stör datainsamlingen från jordbaserade teleskop. De är så ljusa att sådana satelliter till och med kan ses med blotta ögat, vilket påverkar även den upplevelse som vi människor har njutit av i tusentals år.

Bild: Steve Elliott CC BY-SA 2.0

9) Varför är raketer viktiga för oss?



Bild: NASA

Raketer har förändrat hur vi ser på både oss själva och vår planet. De gör det möjligt för oss att utforska det okända, koppla samman världen via satelliter och genomföra vetenskapliga studier som förbättrar livet på jorden. De har förvandlat det som en gång var science fiction till verklig teknik.

Grundidén är fortfarande densamma som när du släppte den där första ballongen: trycker du på något åt ett håll, rör du dig åt det andra hållet. Men genom århundraden av kreativitet, nyfikenhet och mod har mänskligheten förvandlat den enkla principen till ett av de mest kraftfulla verktyg som någonsin upfunnits.

En dag kanske raketer inte bara transporterar astronauter utan även vanliga människor till månbasen, kolonier på Mars och kanske ännu längre bort. Och kanske kommer någon som är i din ålder just nu att vara en del av det nästa stora språnget – från de stilla skogarna i norra Sverige till Mars vidsträckta slätter.

ESERO Sverige är ett initiativ av Europeiska rymdorganisationen ESA och Rymdstyrelsen.



Projektet "European Space Education Resource Office" (**ESERO**) är den **Europeiska Rymdorganisationens** (ESA) främsta sätt att stödja förskole-, grundskole- och gymnasieutbildning i Europa.
<https://www.esa.int/>
<https://www.esero.se/>



Rymdstyrelsen
Swedish National Space Agency

Rymdstyrelsen är en myndighet under Utbildningsdepartementet som ansvarar för statligt finansierad rymdverksamhet i Sverige, inklusive forskning och utveckling. Myndigheten är även Sveriges kontaktorgan för internationellt rymdsamarbete.
<https://www.rymdstyrelsen.se/>

ESERO Sverige drivs av **KTH** i samarbete med **Wisdom**-projektets fem science center:



KTH - Kungliga Tekniska högskolan - är ett av Europas ledande tekniska universitet och samlar studenter, forskare och fakultet från hela världen.

<https://www.kth.se/>

WISDOM

WISDOM är en unik satsning på visualisering av vetenskap och flera av världens främsta forskare inom visualisering.

<https://wisdomsweden.se/hem/>

CURIOUSUM



**NORRKÖPINGS
VISUALISERINGSCENTER**

TEKNISKA

Malmö Museer



ESERO Sverige har inrättat Nav för att organisera ESA:s skolprojekt både lokalt och nationellt:



VETENSKAPENS HUS



ASTRONOMISK UNGDOMS
ELEV FÖRBUND



TEKNIKENS HUS
Norrbottnens Science Center

**TOM TITS
EXPERIMENT**

Ex?ploratoriet
SKELLEFTÅ SCIENCE CENTER