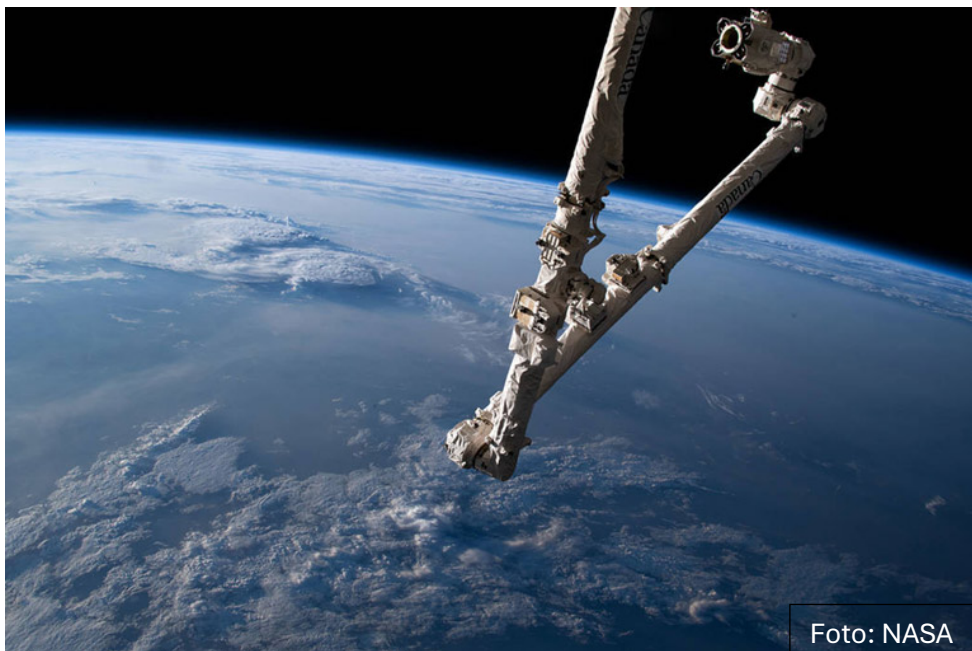


Bioniska händer och robotarmar

en uppgift om teknikutvecklingsprocessen

Lärarhandledning



Innehållet är framtaget av ESERO Sverige,

Innehållsförteckning

Inledning	3
<i>ESERO Sverige</i>	3
Syfte	4
Uppgiftens upplägg	4
Uppgiftens karaktär och bedömningsgrund	5
Avslutande kommentar till läraren	7
Lektioner	8
<i>Lektion 1 - Bionisk hand – Hur kan naturen inspirera teknisk utveckling?</i>	8
<i>Lektion 2 - Bionisk hand – Bygg en modell av en bionisk hand</i>	12
<i>Lektion 3 - Bionisk hand – Testa, utvärdera och förbättra en teknisk lösning</i>	15
<i>Lektion 4 - Robotarm – Introduktion och konstruktion</i>	19
<i>Lektion 5 - Robotarm – Färdigställ, testa och utvärdera modellen</i>	23
Bedömning	27
Koppling till läroplanen	28
Litteratur och länktips	29
Bilagor	31
<i>Bionisk hand: SV_PR34_Bionic_hand</i>	31
<i>Robotarm: SV_PR35 - Robotic arm</i>	31
<i>Bedömningsunderlag</i>	31

Inledning

Rymden inspirerar människor att ställa frågor, lösa problem och utveckla ny teknik. Den erbjuder ett verklighetsnära och engagerande sammanhang för undervisning inom naturvetenskap, teknik och matematik (STEM). Genom att utgå från verkliga utmaningar inom rymdforskning får elever möjlighet att undersöka hur teknik utvecklas för att lösa problem och hur samma arbetssätt används av ingenjörer och forskare.

Teknik utvecklas för att möta människors behov. Rymdteknik är ett tydligt exempel på hur avancerade tekniska lösningar tas fram för att fungera under extrema förhållanden. Många innovationer som ursprungligen utvecklats för rymden används idag i vårt samhälle, exempelvis inom sjukvården, satellitnavigering (GPS), kommunikation, väderprognoser och utvecklingen av nya material. Rymdforskning bidrar därför inte bara till ökad kunskap om universum, utan också till tekniska lösningar som förbättrar människors vardag.

Sammanställningen av detta material initierades till projektet Kunskapsbedömning för lärare i teknikämnet, inom ramen för K-ULF¹ (Kompensatorisk Undervisning för Lärande och Forskning). K-ULF är en modell för praktikinära forskning och en arena för samverkan mellan skola och akademi. Initiativet är en del av det nationella ULF-arbetet, där skolhuvudmän och lärosäten med lärarutbildning samarbetar för att stärka kopplingen mellan forskning, undervisning och utbildning. K-ULF drivs i samverkan mellan KTH och flera skolhuvudmän för att utveckla STEM-undervisning.

ESERO Sverige

ESERO Sverige är en del av det europeiska nätverket ESERO (European Space Education Resource Office), som grundades av European Space Agency (ESA) för att stödja undervisning inom STEM med rymden som kontext. ESERO Sverige drivs av Kungliga Tekniska högskolan (KTH) i nära samarbete med de fem Wisdom-arenorna² på uppdrag av ESA och Rymdstyrelsen.

ESERO Sverige erbjuder kostnadsfria undervisningsresurser, lärarfortbildningar och elevaktiviteter som gör det enkelt att integrera rymden i undervisningen. Materialen bygger på aktuella rymduppdrag och ett undersökande arbetssätt där eleverna får utveckla tekniska kunskaper, kreativitet, problemlösningsförmåga och förståelse för hur teknik används för att möta både dagens och framtidens samhällsutmaningar.

Läs mer på www.esero.se.

¹ <https://www.kth.se/k-ulf>

² <https://wisdomesweden.se/>

Syfte

Syftet med detta arbetsområde är att eleverna ska lära sig om teknikutvecklingsprocessen och dess olika faser genom ett verklighetsnära uppdrag med koppling till rymdteknik.

Arbetsområdet bygger på två aktiviteter utvecklade av ESA och ESERO: Bionisk hand och Robotarm. Tillsammans ger aktiviteterna eleverna möjlighet att arbeta praktiskt med teknikutvecklingsprocessen samtidigt som de undersöker hur naturens lösningar kan inspirera teknisk utveckling.

Uppgiftens upplägg

Arbetsområdet riktar sig till elever i årskurs 4–6 och omfattar fem lektioner om cirka 40–60 minuter vardera. Tidsåtgången är ungefärlig och kan anpassas utifrån elevernas förkunskaper, arbetstakt och de förutsättningar som finns i undervisningen.

Under arbetsområdet arbetar eleverna med teknikutvecklingsprocessens olika faser: identifiera behov, undersöka, föreslå lösningar, konstruera, pröva och förbättra. Samtidigt utvecklar de förståelse för mekaniska rörelser, hur olika delar samverkar i tekniska lösningar och hur konstruktioner kan utvecklas för att lösa olika problem. Arbetsområdet ger också eleverna möjlighet att resonera kring hur teknik används både i vardagen och inom rymdforskningen. Genom att arbeta praktiskt och undersökande får de erfarenhet av hur ingenjörer utvecklar och förbättrar tekniska lösningar samt hur innovationer för rymden kan bidra till lösningar som kommer människor till nytta även på jorden.

Arbetsområdet bygger på två aktiviteter utvecklade av ESA och ESERO där eleverna konstruerar modeller av en bionisk hand och en robotarm. Genom aktiviteterna får eleverna undersöka och lära sig om hur människans hand och arm fungerar och hur biologiska lösningar kan inspirera teknisk utveckling. Arbetet utgår från biomimetik (bionik) – ett arbetssätt där forskare och ingenjörer hämtar inspiration från naturens konstruktioner när de utvecklar ny teknik.

Under arbetsområdet får eleverna först undersöka hur människans hand och arm fungerar och hur rörelser skapas genom samverkan mellan skelett, leder, muskler och senor. Därefter konstruerar de modeller av en bionisk hand och en robotarm med hjälp av enkla material. Konstruktionerna används sedan för att undersöka hur olika mekanismer fungerar, hur tekniska lösningar kan förbättras och hur liknande teknik används inom bland annat rymdforskning.

Denna lärarhandledning fungerar som ett stöd vid planering och genomförande av arbetsområdet. De tillhörande ESA-materialen innehåller elevuppgifter och bygginstruktioner, medan denna handledning ger förslag på lektionsupplägg, diskussionsfrågor, bedömningsstöd och kopplingar till Lgr22.

Följande dokument utgör underlag för arbetsområdet:

- Bionisk hand (SV_PR34_Bionic_hand)
- Robotarm (SV_PR35_Robotic_arm)

De tider som anges i ESA:s material är endast vägledande och bör anpassas efter elevgruppens behov.

Uppgiftens karaktär och bedömningsgrund

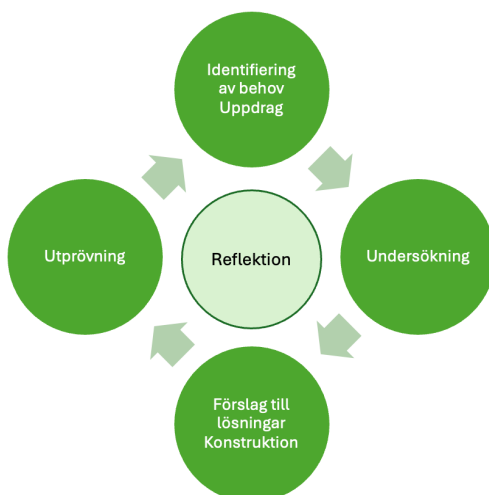
Arbetsområdet ger eleverna möjlighet att utveckla sina kunskaper genom praktiskt och undersökande arbete där fokus ligger på hela teknikutvecklingsprocessen (figur 1). Eleverna får undersöka hur tekniska lösningar fungerar, konstruera egna modeller, pröva sina lösningar och diskutera hur de kan förbättras.

Bedömningen bör utgå från elevernas arbete under hela processen och inte enbart från den färdiga konstruktionen. Läraren kan följa hur eleverna undersöker ett problem, planerar sitt arbete, konstruerar, testar, förbättrar och motiverar sina lösningar. Stor vikt bör också läggas vid hur eleverna använder tekniska begrepp och hur de resonerar kring konstruktionens funktion och utvecklingsmöjligheter.

Arbetsområdet ger eleverna möjlighet att visa hur de:

- undersöker hur biologiska lösningar kan inspirera teknisk utveckling,
- använder kunskaper om mekanismer och mekaniska rörelser i egna konstruktioner,
- prövar, utvärderar och förbättrar tekniska lösningar,
- använder tekniska begrepp i samtal och dokumentation,
- resonerar kring olika lösningars funktion samt beskriver fördelar och begränsningar.

Den här handledningen beskriver ett möjligt upplägg för arbetsområdet. Varje lärare behöver anpassa undervisningen utifrån sin elevgrupp, exempelvis genom att ge olika grad av stöd under byggmomenten eller genom att avsätta mer tid för gemensamma diskussioner och reflektioner.



Figur 1. Teknikutvecklingsprocessen (Lgr22)

Exempel på hur elevens resonemang och dokumentation kan utvecklas under arbetsområdet

Matrisen nedan visar exempel på hur elevernas resonemang och dokumentation kan utvecklas under arbetsområdet. Den är inte avsedd som en betygsmatris, utan som ett stöd för formativ bedömning och återkoppling till eleven men främst till dig som lärare för att locka fram belägg och tolka dessa för att omsätta till nästa steg i undervisningen utifrån elevernas behov.

Bedömningsaspekt	Mindre utvecklade resonemang	Mer utvecklade resonemang
Hur väl eleven beskriver hur tekniska lösningar fungerar.	Eleven beskriver enstaka delar av konstruktionen eller människans hand och arm, men kopplar endast i liten utsträckning hur delarna samverkar.	Eleven beskriver hur flera delar samverkar och förklarar hur konstruktionens funktion bygger på samspelet mellan exempelvis leder, senor, muskler och mekaniska lösningar.
Hur väl eleven använder kunskaper om mekanismer och mekaniska rörelser.	Eleven bygger modellen genom att följa instruktionerna och beskriver kortfattat hur den fungerar.	Eleven använder sina kunskaper om mekaniska rörelser för att förklara hur modellen fungerar och relaterar konstruktionen till människans hand eller arm samt till tekniska tillämpningar.
Hur väl eleven prövar och förbättrar sin konstruktion.	Eleven testar modellen och nämner någon möjlig förbättring.	Eleven prövar modellen systematiskt, identifierar styrkor och svagheter samt motiverar hur förändringar kan förbättra funktion och användbarhet.
Hur väl eleven resonerar om funktion och ändamålsenlighet.	Eleven beskriver vad modellen gör, men resonerar endast kort om varför den fungerar eller när den kan användas.	Eleven förklarar hur konstruktionens utformning påverkar dess funktion och resonerar kring varför lösningen är lämplig för sitt ändamål, exempelvis inom sjukvård eller rymdforskning.
Hur väl eleven beskriver sitt arbete i teknikutvecklingsprocessen.	Eleven beskriver översiktligt hur arbetet genomförts.	Eleven beskriver hur arbetet utvecklats genom teknikutvecklingsprocessens olika faser och förklarar hur undersökningar, tester och förbättringar påverkat den slutliga lösningen.

Formativ bedömning och elevreflektion

Som stöd för den formativa bedömningen kan läraren använda elevernas konstruktioner, dokumentation och muntliga resonemang. Syftet är att synliggöra elevernas förståelse för teknikutvecklingsprocessen och ge underlag för återkoppling under arbetets gång.

Ett komplement till lärarens bedömning är att låta eleverna själva reflektera över sitt lärande. Självbedömningen kan användas som underlag för samtal mellan elev och lärare och bidra till att eleverna blir mer medvetna om sitt eget lärande.

Elevers självbedömning

Jag kan...

Påstående	Ja	Delvis	Inte än
Förklara hur min konstruktion fungerar.	☐	☐	☐
Beskriva hur människans hand eller arm har inspirerat min modell.	☐	☐	☐
Använda kunskaper om mekanismer och mekaniska rörelser när jag bygger.	☐	☐	☐
Testa min konstruktion och föreslå förbättringar.	☐	☐	☐
Använda tekniska begrepp när jag beskriver mitt arbete.	☐	☐	☐
Berätta hur jag arbetat genom teknikutvecklingsprocessens olika steg.	☐	☐	☐

Reflektionsfrågor

1. Vad fungerade bäst med min konstruktion?
2. Vilken utmaning var svårast att lösa?
3. Vad skulle jag förändra om jag byggde modellen en gång till?
4. Vad har jag lärt mig om hur naturen kan inspirera teknisk utveckling?
5. Hur används liknande teknik i samhället eller inom rymdforskningen?

Avslutande kommentar till läraren

Denna lärarhandledning är tänkt som ett stöd för att använda ESA:s undervisningsmaterial i svensk teknikundervisning. Aktiviteterna ger eleverna möjlighet att arbeta undersökande och praktiskt med hela teknikutvecklingsprocessen, samtidigt som de utvecklar förståelse för mekanismer, biomimetik och hur teknik används för att lösa verkliga problem.

Handledningen innehåller förslag på lektionsupplägg, diskussionsfrågor och bedömningsstöd, men som alltid är det viktigt att du anpassar undervisningen utifrån din elevgrupp, olika förutsättningar och den tid som finns tillgänglig. I anslutning till varje lektion anges några lärartips som du kan använda för att locka fram belägg utifrån elevernas uppfattningar eller missuppfattningar.

Vi hoppas att arbetsområdet ska inspirera både elever och lärare att upptäcka hur teknik utvecklas – och hur rymden kan fungera som en spännande och meningsfull kontext för lärande.

Lektioner

Lektion 1 - Bionisk hand – Hur kan naturen inspirera teknisk utveckling?

Syfte

Syftet med lektionen är att introducera arbetsområdet och väcka elevernas nyfikenhet kring hur naturen kan inspirera utvecklingen av ny teknik. Genom att undersöka hur människans hand är uppbyggd och fungerar får eleverna en första förståelse för hur biologiska lösningar kan ligga till grund för tekniska konstruktioner. Lektionen introducerar också teknikutvecklingsprocessen, som eleverna kommer att arbeta med under hela arbetsområdet.

Inför lektionen

Förbered genom att:

- läsa igenom **Aktivitet 1 - Vad finns inuti din hand?** i ESA-materialet *Bionisk hand*.
- skriva ut arbetsbladet för elever för Aktivitet 1.
- förbereda en bild på en bionisk hand och/eller olika robothänder (gärna från ESA:s material).
- förbered en kort film om bioniska händer. Tips på filmer finns under länktips i slutet av denna handledning.

Exempel på film om muskler och skelett

- Muskler och skelett (sv, UR-play) (ca 15 min): <https://urplay.se/program/245165-no-naturligtvis-muskler-och-skelett>

Exempel på filmer om bioniska händer (eng):

- Hero Arm (eng) <https://youtu.be/A2RshmfrEAK?si=uARQoBERTbf08OWp>
- Robothänder med fingertoppskänsla (sv): https://youtu.be/dHSfLtniJss?si=HpPe_zP4ggjCQ4TL

Material

- ESA:s elevblad **Bionisk hand – Aktivitet 1**
- Bild på en bionisk hand och/eller robothand
- Kort film om bioniska händer och/eller robothänder
- Projektor eller smartboard
- Penna

Lektionsupplägg (ca 45-60 minuter)

Inledning (ca 10 minuter)	Visa en bild på en bionisk hand eller en robothand. Visa en kort film som visar en bionisk hand eller robothand. Inled med frågor som väcker elevernas nyfikenhet: • Vad tror ni att det här är? • Vem kan ha nytta av en bionisk hand? • Tror ni att en robot kan använda en hand på samma sätt som vi gör? • Vad är det egentligen som gör människans hand så speciell? Berätta därefter kort att många ingenjörer hämtar inspiration från naturen när de utvecklar ny teknik. Detta arbetssätt kallas biomimetik (bionik) och innebär att lösningar som utvecklats i naturen används som förebilder när ny teknik utvecklas. Förklara att eleverna under de kommande lektionerna kommer att arbeta som ingenjörer och utveckla egna modeller inspirerade av människans hand och arm.
Aktivitet 1 – Hur fungerar människans hand? (ca 25 minuter)	Genomför Aktivitet 1 enligt ESA:s material. Under arbetet kan läraren cirkulera och ställa frågor som hjälper eleverna att utveckla sina resonemang. Exempel på frågor: • Vad gör att fingrarna kan böjas? • Var sitter egentligen musklerna som styr fingrarna? • Varför tror ni att handen har så många leder? • Vilka rörelser skulle vara svårast att efterlikna i en robot? Uppmuntra eleverna att använda tekniska och biologiska begrepp när de beskriver sina tankar.
Gemensam reflektion (ca 5–10 minuter)	Samla klassen och låt grupperna berätta vad de upptäckt. Diskutera tillsammans: • Vad är människans hand särskilt bra på? • Vilka funktioner tror ni är viktigast att efterlikna i en bionisk hand?

	Behöver en bionisk hand se ut precis som en människohand för att fungera bra? Betona att ingenjörer ofta behöver göra avvägningar mellan funktion, hållbarhet, vikt och användningsområde när de utvecklar tekniska lösningar.
Enskilt arbete med "Idéskisser för din bioniska hand" (bedömningsunderlag, bilaga) (ca 10 min)	Låt eleverna arbeta enskilt med "Idéskisser för din bioniska hand" där de skissar hur de tänker att deras bioniska hand kan se ut och fungera.
Avslutning (ca 5 minuter)	Sammanfatta dagens arbete genom att återknyta till teknikutvecklingsprocessen. Förklara att dagens lektion främst handlat om att undersöka och förstå problemet. Nästa steg blir att konstruera en egen modell av en bionisk hand. Låt gärna eleverna avsluta med en kort exit ticket: En sak jag lärde mig idag... eller En fråga jag fortfarande funderar över...

Lärartips

Att vara särskilt uppmärksam på

Elever tror ibland att:

- muskler finns inne i fingrarna,
- ben kan röra sig av sig själva,
- en bionisk hand måste se ut exakt som en människohand.

För att utmana dessa missuppfattningar kan det vara bra att tydligt och återkommande lyfta fram att de flesta muskler som styr fingrarna sitter i underarmen och att rörelsen överförs via senor.

Tips på hur du kan fånga belägg i formativt syfte

Var uppmärksam på och undervisa dem igen om så behövs

Var särskilt observant på om eleverna kan:

- beskriva hur handen fungerar,
- använda begrepp som **led**, **muskel**, **sena** och **funktion**,
- resonera kring varför människans hand kan fungera som förebild för teknisk utveckling.

Koppling till teknikutvecklingsprocessen

Under denna lektion arbetar eleverna främst med de inledande delarna av teknikutvecklingsprocessen:

- **Identifiera behov** – Varför utvecklas bioniska händer?
- **Undersöka** – Hur fungerar människans hand och vilka funktioner behöver en teknisk lösning kunna efterlikna?

Koppling till rymdteknik

Olika robbothänder och robotarmar används idag vid rymduppdrag för att hjälpa astronauter och utföra arbetsuppgifter i miljöer där människor inte kan eller bör arbeta. Genom att studera hur människans hand fungerar kan ingenjörer utveckla robotar och verktyg som blir mer precisa, flexibla och användbara – både i rymden och här på jorden.

Lektion 2 - Bionisk hand – Bygg en modell av en bionisk hand

Syfte

Syftet med lektionen är att eleverna ska omsätta sina kunskaper om människans hand i en egen teknisk konstruktion. Genom att bygga en modell av en bionisk hand får eleverna undersöka hur olika delar samverkar för att skapa rörelse och funktion. Samtidigt får de erfarenhet av att konstruera en modell utifrån en instruktion och reflektera över hur biologiska lösningar kan inspirera teknisk utveckling.

Inför lektionen

Förbered genom att:

- läsa igenom **Aktivitet 2 - bygga en bionisk hand** i ESA-materialet *Bionisk hand*.
- skriva ut arbetsbladet för elever för Aktivitet 2.
- skriva ut Bilagan - Instruktioner för att bygga den bioniska handen?
- förbereda allt byggmaterial så att det är sorterat och lättillgängligt.
- kontrollera att varje grupp har tillgång till saxar, lim, häftapparat, tejp och övrigt material.
- gärna bygga en egen modell i förväg för att bli bekant med konstruktionen och kunna förutse moment där eleverna kan behöva stöd.

Material

För varje grupp behövs material enligt ESA:s materiallista:

- ESA:s elevblad **Bionisk hand – Aktivitet 2**
- kartong av olika styvhet
- sugrör
- snöre
- gummisnoddar (tunna och tjocka)
- tejp
- limpistol eller häftapparat
- sax
- pennor

Lektionsupplägg (ca 45–60 minuter)

Inledning (ca 5 minuter)	Börja med att repetera föregående lektion. Ställ några korta frågor: • Vad lärde vi oss om människans hand? • Vilka delar behövs för att handen ska kunna röra sig? • Hur tror ni att vi kan efterlikna dessa funktioner med enkla material? Berätta därefter att eleverna nu ska arbeta som ingenjörer och bygga en modell av en bionisk hand. Poängtera att målet inte är att bygga en perfekt modell, utan att förstå hur konstruktionen fungerar.
Aktivitet 2 – Bygg en bionisk hand (ca 35–45 minuter)	Låt eleverna arbeta enligt ESA:s bygginstruktion. Under arbetets gång kan läraren stödja grupperna genom att ställa öppna frågor istället för att ge färdiga lösningar. Exempel på frågor: • Vad händer när ni drar i snöret? • Vilken del motsvarar skelettet? • Vilken del överför rörelsen? • Vad tror ni händer om snöret blir för långt eller för kort? • Hur skulle ni kunna göra modellen mer stabil? Ge eleverna tid att prova egna lösningar om något inte fungerar direkt. Påminn om att det är en naturlig del av teknikutvecklingsprocessen att testa, upptäcka problem och göra justeringar.
Gemensam reflektion (ca 10 minuter)	Samla klassen när de flesta grupperna kommit en bit i arbetet. Diskutera tillsammans: • Vad fungerade bra? • Vilka delar var svårast att bygga? • Vad har ni lärt er om hur människans hand fungerar? • Vilka likheter och skillnader finns mellan modellen och en riktig hand? Lyft att modellen är en förenklad konstruktion som hjälper oss att förstå principerna bakom handens rörelser.

Avslutning (ca 5 minuter)	Sammanfatta lektionen genom att lyfta att tekniska konstruktioner sällan fungerar perfekt första gången. Berätta att nästa lektion handlar om att fortsätta bygga, testa och förbättra modellen.
------------------------------	--

Lärartips

Att vara särskilt uppmärksam på

Elever kan uppleva att:

- snörena trasslar,
- sugrören lossnar,
- fingrarna böjer sig olika mycket.

Uppmuntra eleverna att undersöka varför problemet uppstår innan de hjälper dem att hitta en lösning.

Tips på hur du kan fånga belägg i formativt syfte

Var uppmärksam på och undervisa dem igen om så behövs

Var särskilt observant på om eleverna kan:

- använder tekniska begrepp när de samtalar,
- resonerar kring varför modellen fungerar eller inte fungerar,
- samarbetar och prövar olika lösningar,
- gör justeringar när konstruktionen inte fungerar som tänkt.

Koppling till teknikutvecklingsprocessen

Under denna lektion arbetar eleverna främst med:

- **Konstruera** – bygga en modell utifrån en teknisk lösning.
- **Pröva** – undersöka hur konstruktionen fungerar under arbetets gång.

Koppling till rymdteknik

När ingenjörer utvecklar ny teknik för rymden byggs ofta flera modeller och prototyper innan den färdiga produkten är klar. Varje modell testas noggrant för att upptäcka vad som fungerar bra och vad som behöver förbättras. På samma sätt arbetar eleverna i denna aktivitet när de bygger, testar och justerar sin bioniska hand.

Lektion 3 - Bionisk hand – Testa, utvärdera och förbättra en teknisk lösning

Syfte

Syftet med lektionen är att eleverna ska undersöka hur deras modell fungerar genom att testa, utvärdera och förbättra konstruktionen. Genom att reflektera över modellens funktion får eleverna utveckla sin förståelse för hur tekniska lösningar kan förbättras för att bättre uppfylla ett behov.

Inför lektionen

Förbered genom att:

- läsa igenom **Aktivitet 3 - Testa din bioniska hand** i ESA-materialet *Bionisk hand*.
- skriva ut arbetsbladet för elever för Aktivitet 3.
- säkerställa att grupperna har tillgång till sina modeller från föregående lektion.
- förbereda enkla föremål som eleverna kan använda för att testa modellerna, exempelvis pappersbollar, pennor, klossar eller plastmuggar.

Material

- ESA:s elevblad **Testa din bioniska hand - Aktivitet 3**
- Färdiga modeller av den bioniska handen
- Testföremål ([t.ex.](#) pappersbollar, pennor, klossar eller plastmuggar)
- Penna

Lektionsupplägg (ca 45–60 minuter)

Inledning (ca 5 minuter)	Inled lektionen med att repetera teknikutvecklingsprocessen. Fråga eleverna: • Behöver en teknisk lösning fungera perfekt första gången? • Vad gör ingenjörer när något inte fungerar som de tänkt? Förklara att dagens lektion handlar om att arbeta på samma sätt som ingenjörer gör när de utvecklar ny teknik – genom att testa, analysera och förbättra sina lösningar.
Aktivitet 3 – Testa din bioniska hand (ca 20 minuter)	Låt grupperna testa sina modeller enligt ESA:s aktivitet. Uppmuntra eleverna att prova olika sätt att använda modellen och undersöka vilka rörelser som fungerar bra och vilka som behöver förbättras. Under arbetets gång kan läraren ställa frågor som: • Vad fungerar bra? • Vad fungerar mindre bra? • Var uppstår problemen? • Vad skulle ni vilja förändra om ni byggde modellen igen? • Hur skulle modellen kunna bli mer användbar? Betona att det inte handlar om att hitta fel, utan om att utveckla och förbättra konstruktionen.
Gemensam reflektion (ca 10 minuter)	Samla klassen och låt grupperna visa sina modeller. Diskutera tillsammans: • Fungerade alla modeller på samma sätt? • Varför tror ni att resultaten skiljer sig åt? • Vilka lösningar verkade fungera bäst? • Vad har ni lärt er om hur människans hand fungerar? Lyft att olika lösningar kan fungera bra på olika sätt och att det sällan finns en enda perfekt teknisk lösning.

Enskilt arbete med "Slutgiltig design av din bioniska hand" (bedömningsunderlag, bilaga) (ca 15 min)	Låt eleverna arbeta enskilt med "Slutgiltig design av din bioniska hand" där de ska rita den slutgiltiga designen av sin bioniska hand och förse den med kommentarer. De ska visa alla designdetaljer och de val de har gjort. De ska tänka att detta är den ritning de ska visa för Europeiska rymdorganisationen (ESA), så det är viktigt att de presenterar sina idéer på ett tydligt sätt.
Avslutning (ca 5 minuter)	Sammanfatta dagens arbete genom att lyfta att tekniska lösningar utvecklas genom att testas, utvärderas och förbättras. Betona att ingenjörer sällan blir nöjda med den första lösningen, utan använder resultaten från sina tester för att utveckla konstruktionen vidare. Berätta att nästa lektion handlar om att använda samma arbetssätt i en ny konstruktion – en robotarm. Uppmuntra eleverna att fundera över vilka erfarenheter från arbetet med den bioniska handen som kan vara användbara i nästa steg.

Lärartips

Att vara särskilt uppmärksam på

Elever fokuserar ofta på om modellen fungerar eller inte.

Hjälp dem istället att resonera kring:

- varför den fungerar,
- varför den inte fungerar,
- hur den skulle kunna förbättras.

Det är här det största lärandet sker.

Tips på hur du kan fånga belägg i formativt syfte

Var uppmärksam på och undervisa dem igen om så behövs

Var särskilt observant på om eleverna kan:

- beskriva hur modellen fungerar,
- identifiera styrkor och svagheter,

- föreslå förbättringar,
- använda tekniska begrepp när de motiverar sina idéer,
- beskriva sitt arbete genom teknikutvecklingsprocessens olika steg.

Koppling till teknikutvecklingsprocessen

Under denna lektion arbetar eleverna främst med:

- **Pröva** – undersöka hur konstruktionen fungerar.
- **Utvärdera** – analysera resultatet.
- **Förbättra** – föreslå förändringar som gör lösningen mer ändamålsenlig.
- **Dokumentera** – beskriva processen och resultatet.

Koppling till rymdteknik

När ESA utvecklar ny teknik byggs och testas många prototyper innan en färdig lösning används i rymden. Varje test ger ny kunskap som leder till förbättringar. På samma sätt arbetar eleverna när de undersöker sin modell, identifierar förbättringsområden och utvecklar sina idéer vidare.

Lektion 4 - Robotarm – Introduktion och konstruktion

Syfte

Syftet med lektionen är att introducera arbetsområdet **Robotarm** och ge eleverna möjlighet att undersöka hur människans arm har inspirerat utvecklingen av tekniska lösningar. Genom att påbörja konstruktionen av en modell av en robotarm får eleverna vidareutveckla sina kunskaper om mekanismer, rörelseöverföring och hur tekniska lösningar konstrueras för att lösa verkliga problem.

Inför lektionen

Förbered genom att:

- läsa igenom **Aktivitet 1 och 2** i ESA-materialet *Robotarm*.
- titta på ESA:s film "How to craft a robotic arm" (https://www.youtube.com/watch?v=b1F_SGIY2bY) som beskriver uppgiften.
- skriva ut arbetsbladen för elever för Aktivitet 1 och 2.
- förbereda byggmaterialet enligt ESA:s materiallista.
- förbereda en bild på en robotarm (gärna från ESA:s material).
- förbered en kort film om robotarmar. Tips på filmer finns under länktips i slutet av denna handledning.

Exempel på filmer om robotar:

- Robotåldern (sv, för lärare): <https://www.svtplay.se/video/ep3XwYQ/homo-roboticus/1-robotaldern>
- Robots on the moon (sv text): <https://youtu.be/phY6pTL5mgw?si=mBg6YtpVDjPd-qpx>
- AI och jobben (sv, UR-play) - Nora tävlar mot en robot på en chokladbollsfabrik : <https://urplay.se/program/238918-fran-ai-till-o-ai-och-jobben>

Exempel på filmer om robotarmar:

- Benefits for Humanity: From Space to Surgery (eng): <https://youtu.be/aDSJBG8aDUc?si=66ce7OCqYOVFoMR5>
- Robotarm inspirerad av bläckfiskar (eng): https://youtube.com/shorts/aH7n_u dyZGg?si=FXI_8tXAswa1hUBQ
- ESA - Canadarm - dance: <https://youtu.be/5sgH7NLjGzM?si=4f4-Hjlc8RPOCrGF>

Material

- För varje grupp behövs material enligt ESA:s materiallista
- ESA:s elevblad **Hur fungerar din arm - Aktivitet 1** och **Bygg din egen robotarm - Aktivitet 2**.

Lektionsupplägg (ca 45–60 minuter)

Inledning (ca 10 minuter)	Inled lektionen med att återkoppla till arbetet med den bioniska handen. Visa en bild eller en kort film på en robotarm som används inom rymdforskning, industrin eller sjukvården. Ställ frågor som: • Vad minns ni från arbetet med den bioniska handen? • Hur skapades rörelsen i modellen? • Finns samma principer i en robotarm? Visa därefter en bild på en robotarm och diskutera: • Var används robotarmar? • Vilka arbetsuppgifter kan de utföra? • Varför används robotarmar i miljöer där människor har svårt eller inte kan arbeta? Förklara att eleverna nu ska undersöka hur människans arm har inspirerat utvecklingen av robotarmar och därefter konstruera en egen modell.
Aktivitet 1 – Hur fungerar människans arm? (ca 10 minuter)	Genomför den inledande aktiviteten i ESA-materialet där eleverna undersöker hur armen fungerar. Diskutera tillsammans: • Hur samverkar muskler, leder och skelett när armen rör sig? • Hur kan samma princip användas i en robotarm?
Enskilt arbete med “Idéskisser för din robotarm” (bedömningsun- derlag, bilaga) (ca 10 min)	Låt eleverna arbeta enskilt med “Idéskisser för din robotarm” där de skissar hur de tänker att deras bioniska hand kan se ut och fungera.
Aktivitet 2 – Påbörja	Låt eleverna börja konstruera sin modell enligt ESA:s bygginstruktioner.

konstruktionen av robotarmen (ca 25 minuter)	Under arbetets gång kan läraren ställa frågor som: • Hur överförs rörelsen i konstruktionen? • Vilka delar behöver vara stabila? • Hur skiljer sig robotarmen från den bioniska handen? • Hur kan era tidigare erfarenheter hjälpa er i den här konstruktionen? Påminn eleverna om att tekniska konstruktioner sällan fungerar perfekt direkt. Att prova, justera och förbättra är en naturlig del av teknikutvecklingsprocessen.
Gemensam avslutning (ca 5 minuter)	Samla klassen och låt några grupper kort visa hur långt de kommit. Diskutera: • Vad känns bekant från den tidigare konstruktionen? • Vad verkar vara den största utmaningen med robotarmen? • Vad behöver ni göra nästa lektion för att färdigställa modellen? Berätta att nästa lektion kommer att fokusera på att färdigställa, testa och utvärdera robotarmen.

Lärartips

Att vara särskilt uppmärksam på

Elever tror ibland att:

- en robotarm fungerar på exakt samma sätt som en människas arm,
- fler rörliga delar alltid ger en bättre konstruktion,
- tekniska lösningar måste efterlikna naturen exakt.

Lyft att tekniska lösningar ofta inspireras av naturen men anpassas efter sitt användningsområde och de krav som ställs på konstruktionen.

Tips på hur du kan fånga belägg i formativt syfte

Var uppmärksam på och undervisa dem igen om så behövs

Var särskilt observant på om eleverna kan:

- använda tidigare erfarenheter och kunskaper från arbetet med den bioniska handen,
- resonera kring hur rörelse överförs i konstruktionen,
- använda tekniska begrepp,
- samarbeta,
- pröva olika lösningar under byggprocessen.

Koppling till teknikutvecklingsprocessen

Under denna lektion arbetar eleverna främst med:

- **Undersöka** – Hur fungerar människans arm och vilka funktioner behöver en teknisk lösning kunna efterlikna?
- **Konstruera** – bygga en modell av en robotarm utifrån en teknisk lösning.
- **Pröva** – undersöka hur konstruktionen fungerar under byggprocessen.

Koppling till rymdteknik

Robotarmar används inom rymdforskningen för att utföra arbetsuppgifter som är svåra eller riskfyllda för människor, exempelvis för att flytta utrustning eller hjälpa astronauter vid arbete utanför en rymdstation. Genom att studera hur människans arm fungerar kan ingenjörer utveckla robotarmar som blir mer precisa och användbara i rymden.

Lektion 5 - Robotarm – Färdigställ, testa och utvärdera modellen

Syfte

Syftet med lektionen är att eleverna ska färdigställa, testa och utvärdera sin modell av en robotarm. Genom att undersöka hur konstruktionen fungerar och reflektera över möjliga förbättringar får eleverna utveckla sin förståelse för teknikutvecklingsprocessen och hur tekniska lösningar utvecklas genom att prövas, utvärderas och förbättras. Lektionen sammanfattar också arbetsområdet och ger eleverna möjlighet att synliggöra sitt lärande.

Inför lektionen

Förbered genom att:

- läsa igenom **Aktivitet 2** i ESA-materialet *Robotarm*.
- säkerställa att allt byggmaterial finns tillgängligt.
- förbereda några enkla föremål som eleverna kan använda för att testa robotarmens funktion, exempelvis klossar, muggar eller andra lätta föremål.
- planera tid för gemensam reflektion och avslutning.

Material

- ESA:s elevblad Bygg din egen robotarm - Aktivitet 2
- Färdigbyggda eller påbörjade modeller av robotarmen
- Testföremål
- Penna

Lektionsupplägg (ca 45–60 minuter)

Inledning (ca 5 minuter)	Inled lektionen med att återkoppla till föregående lektion. Ställ frågor som: • Vad återstår innan ni kan prova att använda er robotarm för att plocka upp några olika föremål? • Vad tror ni blir den största utmaningen när ni ska testa modellen? • Hur kan ni använda era tidigare kunskaper och erfarenheter för att förbättra konstruktionen? Påminn eleverna om att tekniska lösningar sällan fungerar perfekt första gången. Att testa, justera och förbättra är en naturlig del av teknikutvecklingsprocessen.
Aktivitet 2 – Färdigställ och testa robotarmen (ca 30 minuter)	Låt grupperna färdigställa sina robotarmar och därefter testa dem enligt ESA:s instruktioner. Uppmuntra eleverna att undersöka: • Hur fungerar konstruktionen? • Vilka rörelser fungerar bäst? • Finns det delar som behöver justeras? • Hur skulle konstruktionen kunna utvecklas ytterligare? Låt eleverna prova olika lösningar och uppmuntra dem att diskutera sina iakttagelser inom gruppen.
Gemensam reflektion och sammanfattning (ca 10–15 minuter)	Samla klassen och låt grupperna kort presentera sina robotarmar. Låt varje grupp berätta: • Hur fungerar vår robotarm? • Vad fungerade bäst? • Vilken utmaning mötte vi? • Vad skulle vi vilja förbättra om vi byggde modellen igen? Fortsätt därefter med en gemensam diskussion: • Vad har ni lärt er om hur naturen kan inspirera teknisk utveckling? • Vilka likheter och skillnader finns mellan den bioniska handen och robotarmen?

	• Hur har ni arbetat genom teknikutvecklingsprocessens olika steg? • Var används liknande teknik i samhället och inom rymdforskningen? Lyft att teknikutveckling är en ständigt pågående process där idéer utvecklas genom att undersökas, testas och förbättras.
Enskilt arbete med “Slutgiltig design av din robotarm” (bedömningsunderlag, bilaga) (ca 10 min)	Låt eleverna arbeta enskilt med “Slutgiltig design av din robotarm” där de ska rita den slutgiltiga designen av sin robotarm och förse den med kommentarer. De ska visa alla designdetaljer och de val de har gjort. De ska tänka att detta är den ritning de ska visa för Europeiska rymdorganisationen (ESA), så det är viktigt att de presenterar sina idéer på ett tydligt sätt.

Lärartips

Att vara särskilt uppmärksam på

Elever fokuserar ofta på om konstruktionen fungerar eller inte.

Hjälp dem istället att resonera kring:

- varför konstruktionen fungerar eller inte fungerar,
- vilka förbättringar som skulle kunna göras,
- hur olika tekniska lösningar kan vara lämpliga för olika användningsområden.

Det är resonemangen kring konstruktionen som är det centrala lärandet.

Tips på hur du kan fånga belägg i formativt syfte

Var uppmärksam på och undervisa dem igen om så behövs

Var särskilt observant på om eleverna kan:

- beskriva hur robotarmen fungerar,
- använda tekniska begrepp när de förklarar konstruktionen,
- identifiera styrkor och förbättringsområden,
- motivera sina förslag till förändringar,
- beskriva hur de arbetat genom teknikutvecklingsprocessens olika steg.

Koppling till teknikutvecklingsprocessen

Under denna lektion arbetar eleverna främst med:

- **Pröva** – undersöka hur konstruktionen fungerar.
- **Utvärdera** – analysera resultatet och identifiera förbättringsmöjligheter.
- **Förbättra** – föreslå förändringar som gör lösningen mer funktionell och ändamålsenlig.
- **Kommunicera** – beskriva och motivera sina lösningar samt dela erfarenheter med andra.

Koppling till rymdteknik

När ingenjörer utvecklar teknik för rymduppdrag testas och förbättras konstruktioner många gånger innan de används i verkliga uppdrag. Robotarmar som används på satelliter, rymdsonder och den internationella rymdstationen har utvecklats genom omfattande tester och ständiga förbättringar. På samma sätt har eleverna under detta arbetsområde arbetat som ingenjörer – genom att undersöka, konstruera, testa och utveckla sina egna tekniska lösningar.

Ta lärandet vidare

Avsluta gärna arbetsområdet med att låta eleverna fundera över hur framtidens hjälpmedel och robotar skulle kunna utvecklas.

Exempel på frågor:

- Hur skulle du vilja förbättra en bionisk hand eller en robotarm?
- Vilka problem skulle framtidens robotar kunna hjälpa människor att lösa?
- Finns det fler lösningar i naturen som skulle kunna inspirera ny teknik?

Dessa frågor kan användas som utgångspunkt för fortsatta teknikprojekt eller ämnesövergripande arbete inom teknik, biologi och naturvetenskap.

Bedömning

Till arbetsområdet finns fyra bedömningsunderlag som eleverna genomför enskilt.
Se bilaga "Bedömningsunderlag".

Bedömningsunderlag för den bioniska handen:

- *Idéskisser för din bioniska hand*

Låt eleverna skissa hur de tänker att deras bioniska hand kan se ut och fungera. Genomförs innan de börjar arbetet med att konstruera den bioniska handen.

- *Slutgiltig design av din bioniska hand*

Låt eleverna rita den slutgiltiga designen av sin bioniska hand och förse den med kommentarer. De ska visa alla designdetaljer och de val de har gjort. De ska tänka att detta är den ritning de ska visa för Europeiska rymdorganisationen (ESA), så det är viktigt att de presenterar sina idéer på ett tydligt sätt.

Genomförs som avslutande moment efter att de konstruerat och testat sin bioniska hand.

Bedömningsunderlag för robotarmen;

- *Idéskisser för din robotarm*

Låt eleverna skissa hur de tänker att deras robotarm kan se ut och fungera. Genomförs innan de börjar arbetet med att konstruera robotarmen.

- *Slutgiltig design av din robotarm*

Låt eleverna rita den slutgiltiga designen av sin robotarm och förse den med kommentarer. De ska visa alla designdetaljer och de val de har gjort. De ska tänka att detta är den ritning de ska visa för Europeiska rymdorganisationen (ESA), så det är viktigt att de presenterar sina idéer på ett tydligt sätt.

Genomförs som avslutande moment efter att de konstruerat och testat sin robotarm.

Koppling till läroplanen

Övergripande mål

Målen med detta arbetsområde är att eleverna:

- utvecklar förståelse för hur mekaniska rörelser kan skapas och överföras med hjälp av olika mekanismer.
- utvecklar förståelse för olika tekniska lösningars för- och nackdelar för människan.
- planerar, konstruerar, prövar och förbättrar tekniska lösningar där mekanisk rörelse ingår.

Koppling till kursplanen i teknik (Lgr 22), åk 4–6

Syfte

Detta arbetsområde ger eleverna möjlighet att utveckla flera av de förmågor som beskrivs i kursplanen för teknik. Arbetsområdet ger särskilt eleverna förutsättningar att utveckla sin förmåga att:

- identifiera och analysera tekniska lösningar utifrån ändamålsenlighet och funktion,
- identifiera problem och behov som kan lösas med teknik och utarbeta förslag till lösningar,
- använda teknikområdets begrepp och uttrycksformer,
- värdera konsekvenser av olika teknikval för individ, samhälle och miljö.

Centralt innehåll

Tekniska lösningar

- Föremål som innehåller rörliga delar och hur de rörliga delarna är sammanfogade med hjälp av olika mekanismer för att överföra och förstärka krafter.
- Konsekvenser av teknikval: olika tekniska lösningars för- och nackdelar för människa och miljö.

Arbetsmetoder för utveckling av tekniska lösningar

- Teknikutvecklingsarbetets olika faser: identifiering av behov, undersökning, förslag till lösningar, konstruktion och utprovning.
- Egna konstruktioner med tillämpningar av principer för mekanismer samt hållfasta och stabila strukturer.
- Dokumentation av tekniska lösningar i form av skisser med förklarande ord och begrepp samt fysiska modeller.

Litteratur och länktips

Webbsidor

ESERO Sverige (sv): <https://www.esero.se/>

K-ULF (sv): <https://www.kth.se/k-ulf>

Skolforskningsinstitutet. Teknikutvecklings-processen – lärande i grund- och gymnasieskolans teknikundervisning (sv): <https://www.skolfi.se/forskningssammanstallningar/systematiska-forskningssammanstallningar/teknikutvecklingsprocessen/>

ESA automation and robotics (eng):

www.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Automation_and_Robotics/Automation_Robotics

ESA laboratory for telerobotics and haptics (eng): www.esa-telerobotics.net/

Bioniska händer och robothänder:

The DEXHAND is a multi-finger robotic hand designed for on orbit servicing in space.(eng):

www.dlr.de/rm/en/desktopdefault.aspx/tabid-11669/20391_read-47708/

ESA - Hand controller device (eng):

www.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Hand_Controller_Device

Robotarmar:

Rymdpromenad då Jessica Meir, tillsammans med kollegan Chris Williams ska reparera Canadarm2

(sv): <https://www.facebook.com/share/1asqMdGEGa/?mibextid=wwXlfr>

Canadarm2, the Canadian robotic arm on the Space Station (eng): [https://www.asc-](https://www.asc-csa.gc.ca/eng/iss/canadarm2/)

[csa.gc.ca/eng/iss/canadarm2/](https://www.asc-csa.gc.ca/eng/iss/canadarm2/)

ESA - European Robotic Arm, ERA (eng):

esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/International_Space_Station/European_Robotic_Arm

Rymdstyrelsen - Rymdarmen hjälper kirurger på jorden (sv):

<https://www.rymdstyrelsen.se/upptack-rymden/bloggen/2018/03/rymdarmen-hjalper-kirurger-pa-jorden/>

Filmer:

How to craft an robotic arm (eng, ESA beskriver uppgiften att bygga en robotarm):

https://youtu.be/b1F_SGIY2bY?si=zYljY7_6BH7YFu1C

Muskler, skelett och leder:

Muskler och skelett (sv, UR-play): <https://urplay.se/program/245165-no-naturligtvis-muskler-och-skelett>

Hur musklerna rör på skelettet (eng): <https://youtu.be/FVlpeUlpFf0>

Om robotar:

Robotåldern (sv, för lärare): <https://www.svtplay.se/video/ep3XwYQ/homo-roboticus/1-robotaldern>

Robots on the moon (sv text): <https://youtu.be/phY6pTL5mqw?si=mBg6YtpVDjPd-qpx>

AI och jobben (sv, UR-play) - Nora tävlar mot en robot på en chokladbollsfabrik:

<https://urplay.se/program/238918-fran-ai-till-o-ai-och-jobben>

ESA - How astronauts control robots from space (eng): <https://youtu.be/BMFpVCu16SQ?si=Oim7-yXoXwNRrPO>

Bioniska händer och robothänder:

Robothänder med fingertoppskänsla (sv): https://youtu.be/dHSfLtniJss?si=HpPe_zP4ggjCQ4TL

Meet The Teen With The World's Most Advanced Bionic Hands (eng):

https://www.youtube.com/watch?v=UgC7la_3IIA

Hero Arm (eng): <https://youtu.be/A2RshmfrEak?si=uARQoBERTbf08OWp>

Robotarmar:

Benefits for Humanity: From Space to Surgery (eng):

<https://youtu.be/aDSJBG8aDUc?si=66ce7OCqYOVFoMR5>

Robotarm inspirerad av bläckfiskar (eng):

https://youtube.com/shorts/aH7n_uDYZGg?si=FXI_8tXAswa1hUBQ

ESA - Canadarm - dance: <https://youtu.be/5sgH7NLjGzM?si=4f4-Hjlc8RPOCrGF>

ESA - European Robotic Arm ready for space (eng): https://youtu.be/dahULS4-rFg?si=IMgrltGK5_cpxWn2

NASA - U.S. Spacewalk 95. Rymdpromenad då Jessica Meir, tillsammans med kollegan Chris Williams för att reparera Canadarm2 (eng):

https://www.youtube.com/live/D0dd8X4g3Eg?si=6U57rRr_kdEcrh77

ESA - Robotic arm training, part 1 (eng): <https://youtu.be/xHmN1p7-n7o>

ESA - Robotic arm training, part 2 (eng): <https://youtu.be/6YFQf1-7T7s>

Canadian Space Agency - Hadfield behind the controls of Canadarm2 (eng):

<https://youtu.be/K7NvsxcoDKo>

Bilagor

Bionisk hand: SV_PR34_Bionic_hand

https://www.esero.se/wp-content/uploads/2026/07/SV_PR34_Bionic_hand-2026.pdf

Robotarm: SV_PR35 - Robotic arm

https://www.esero.se/wp-content/uploads/2026/07/SV_PR35-Robotic-arm-2026.pdf

Bedömningsunderlag

<https://www.esero.se/wp-content/uploads/2026/08/Bedomningsunderlag-bionisk-hand-robotarm.pdf>

- Idéskisser för din bioniska hand
- Slutgiltig design av din bioniska hand
- Idéskisser för din robotarm
- Slutgiltig design av din robotarm

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 Wisdome-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/>

WISDOME

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

<https://wisdomesweden.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

**TOM TITS
EXPERIMENT**



Teknikens Hus
Norrbottens Science Center

Exploratoriet
SKELLEFTÅ SCIENCE CENTER