

ATT BLI GYMNASIEINGENJÖR



Skolverket

Stödmaterial

Detta stödmaterial är framtaget av Skolverket för att underlätta för skolhuvudmän, rektorer och lärare att organisera och genomföra teknisk utbildning med inspiration i CDIO-modellen. Modellen har ursprungligen utvecklats inom högre ingenjörsutbildning, för att bättre motsvara behoven i en framtida yrkesroll som ingenjör. Innehållet i detta häfte bygger på material från svenska och internationella lärosäten tillsammans med erfarenheter inom teknikprogrammets fjärde år.



Att bli gymnasieingenjör

Vidareutbildningen med ett fjärde tekniskt år är en ingenjörsutbildning på gymnasienivå. Utbildningen är utformad så att eleverna ska få ingenjörens grundläggande färdigheter och se en helhet i sin utbildning. Ramarna för utbildningen är examensmålet.

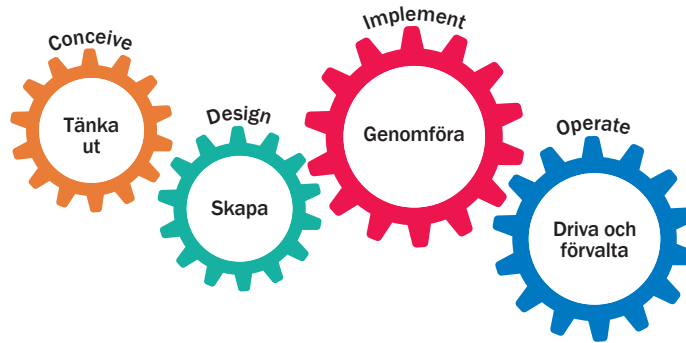
Detta stödmaterial är framtaget av Skolverket för att underlätta för skolhuvudmännen och lärare i att organisera och genomföra teknisk utbildning med inspiration i CDIO-modellen som ursprungligen utvecklats inom högre utbildning. Innehållet bygger på material från svenska och internationella lärosäten tillsammans med erfarenheter inom teknikprogrammets fjärde år.

CDIO-initiativet är ett nätverk av universitet och högskolor världen över som samarbetar om att utveckla sina ingenjörsutbildningar. Idag använder de flesta svenska lärosäten CDIO som modell i utbildningen.

Utbildningen ska ge eleverna möjlighet att utveckla ingenjörsmässiga färdigheter, vilket innebär att definiera och analysera problem, utarbeta lösningar, utveckla, konstruera och producera produkter och tjänster samt reflektera över arbetsprocessen. Eleverna ska också ges möjlighet att utveckla kunskaper om entreprenörskap och företagande samt om hur arbete bedrivs på teknikintensiva arbetsplatser. Arbetsformer och metoder från arbetslivet ska ingå i utbildningen. (Utdrag ur examensmålet för vidareutbildningen)

CDIO-initiativet startades år 2000 av KTH, Chalmers, Linköpings universitet och Massachusetts Institute of Technology (MIT) i USA. Det har nu vuxit till att omfatta över 115 universitet och högskolor över hela världen.





Vad är CDIO?

CDIO är en modell och verktygslåda för att utveckla utbildningar för att bättre motsvara behoven i en framtida yrkesroll som ingenjör. Namnet CDIO ska påminna om yrkesrollen, vad ingenjörer gör, och är bildat av engelska ord för några vanliga fraser i ingenjörsprousen: Conceive (tänka ut) – Design (skapa) – Implement (genomföra) – Operate (driva och förvalta).

För att eleverna ska nå examensmålet behöver de träna på att arbeta problemlösande och skapande i ett *integrerat lärande*, vilket innebär att ämneskunskaper och ingenjörsfärdigheter ska hänga ihop och ge varandra mening. Förutom struktur är lärmiljön viktig, så att lokaler och utrustning stödjer utbildningsprocessen.



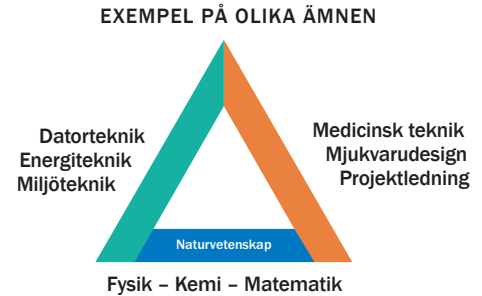
Att bli ingenjörsmässig

Ingenjören är den som skapar teknik och utvecklar tekniska lösningar. En ingenjör är utbildad för att lösa problem. Det kan vara allt från att utveckla program till mobiler eller bygga miljövänliga hus, till att fundera ut hur små robotar inuti en kropp kan rädda liv eller planera vägar i katastrofområden. Listan kan göras lång, men alla ingenjörer är på något sätt med och bygger ett samhälle. Det kräver både kunskap, kreativitet och samarbetsförmåga.

För att utveckla ingenjörsmässighet behövs grundläggande kunskaper i matematik, natur-, teknik- och ingenjörsvetenskap. Dessutom behövs ett systemtänkande för att förstå samspelet mellan olika delar i ett system och dess betydelse för helheten. Ingenjören ska utveckla en förmåga att utveckla tekniska lösningar på små och stora problem. En ingenjör behöver vara kritiskt nyfiken, bra på att kommunicera och att samarbeta i olika former, samt ha kunskap om ledarskap och grupprocesser. I arbetsprocessen måste också en rad yttre perspektiv beaktas såsom användarens behov, de affärsmässiga villkoren, etik och ett hållbart samhälle.

Att arbeta med CDIO i gymnasieingenjörsutbildning

Problemlösning eller behovslösning är en grundläggande färdighet hos ingenjörer. Att skapa en lösning som tillfredsställer ett verkligt behov handlar om att identifiera den bästa möjliga lösningen inom givna förutsättningar. Det handlar också om i vilket sammanhang behovet uppstår och vilka resurser som finns. Detta behöver eleven träna på under hela sin utbildning.





CDIO på det fjärde tekniska året innebär att man arbetar utifrån ett behov eller idé om att skapa ny teknik som leder till lösning på ett identifierat problem. Detta görs i projektform då de flesta eleverna i framtida yrkesliv kommer att jobba i olika typer av projekt. Arbetsformen utgår från CDIO-modellen som beskrivs nedan. Oavsett det tekniska innehållet i de olika projekt eleven arbetar med är syftet att prova och träna ett strukturerat sätt lösa en uppgift i grupp.

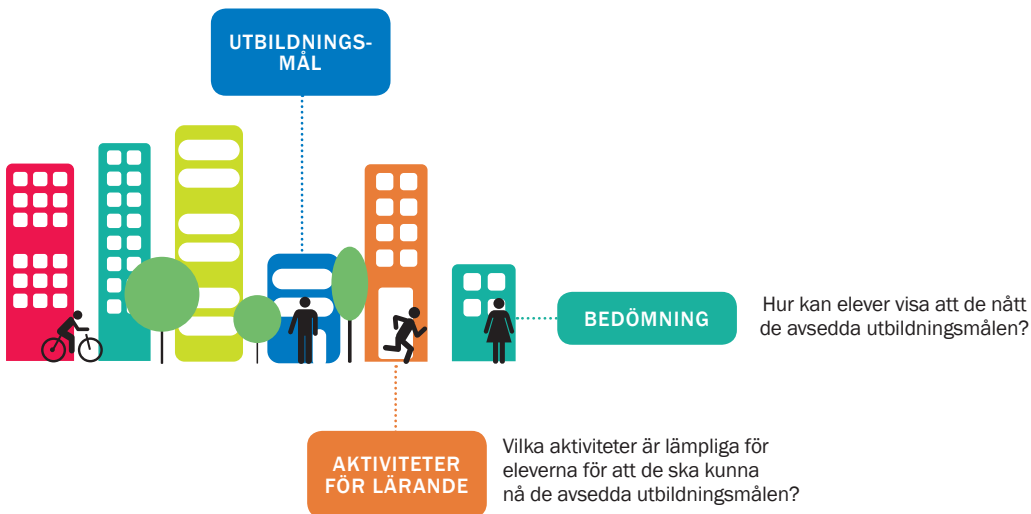
Genom att arbeta i grupp tränas eleven i att lösa en uppgift tillsammans med andra och leverera en så bra lösning som möjligt utifrån givna resurser. Eleven får också prova olika former av kommunikation, muntligt, skriftligt och grafiskt, och i dialog med olika parter. Lärarens uppgift i projekten är att sätta tydliga ramar där varje fas har en eller flera bestämda avstämningspunkter samt ge instruktioner om hur projektet ska redovisas. Första fasen kan exempelvis redovisas i seminarieform, andra fasen i form av en skiss eller mood board



(känslokollage). Efter den tredje fasen redovisas en produkt som kan testas av en målgrupp och efter den fjärde fasen utvärderas produkten och eleven reflekterar över processen.

Under projektets gång behöver läraren följa arbetet och ge arbetsgrupperna stöd så att kommunikation, delaktighet och helhet ska kunna fungera. Eleverna kan också behöva stöd i projektet när det gäller etiska överväganden och hållbarhet i vidare ett samhällsperspektiv. Lärares viktigaste uppgift är att stödja lärandet i kursen, enligt de uppsatta målen. Såväl handledning som bedömning bör befrämja aktivt deltagande och reflektion, enskilt och i grupp.

VAD SKA ELEVER VETA ELLER KUNNA EFTER UTBILDNINGEN?





Att undervisa enligt CDIO-modellen

Inom CDIO-modellen talar man om vägledande principer, som ska stödja utbildningens mål och utveckling. Följande hållpunkter är centrala ur ett gymnasialt perspektiv för att skapa en ingenjörsmässig utbildning.

Samsyn

För att skapa samsyn i gymnasieingenjörsutbildningen behöver alla som undervisar på vidareutbildningen föra en dialog tillsammans om hur de olika kursmomenten blir en del av helheten och hur de olika ämnesmålen tillsammans gör att examensmålet nås. Dessutom behöver de företag som erbjuder apl-platser vara med i samtalen och i planeringen av utbildningen, så att elevens apl blir en integrerad del av helheten. Företagen kan därmed kommunicera vilka generiska färdigheter som arbetet kräver och som företagen värdesätter när de anställer nya medarbetare.



Styrdokument

Alla som arbetar på vidareutbildningen ska tillsammans planera undervisningen så att de olika ämnenas mål tillsammans skapar en helhet som uppfyller examensmålet. Arbetslaget behöver tolka och samtala om vad de olika begreppen i examensmål och ämnesplaner står för. Dessutom behöver de diskutera hur de kan omsättas i undervisningen, så att eleverna utvecklar de kunskaper, förmågor och förhållningssätt som utbildningen syftar till. Det kan till exempel handla om hur man arbetar med genus och med ett etiskt förhållningssätt.

Programupplägg

Hur de olika kurserna ska ligga i tiden för att skapa helhet i lärandet är en viktig planeringsfråga, där alla som undervisar på vidareutbildningen behöver delta. Ämnesmässiga kunskaper integreras med generella ingenjörsmässiga färdigheter under hela utbildningstiden. Därför är det lämpligt att kursen *gymnasieingenjören i praktiken* ligger parallellt med karaktärskurserna under hela läsåret.

Om utbildningen planeras utifrån projektarbeten, vars delar stäms av emot målen i de olika ämnena, kommer planeringen snarare bli blockläggning än ett traditionellt schema med kurspass. Ett sätt att strukturera kurserna och projekten är att tillsammans göra en matris som visar hur de olika delarna i examens- och ämnesmål integreras. Matrisen blir då en checklista där det blir överskådligt för varje projekt vilka mål som ska uppnås där och vilka som tillgodoses av andra utbildningsmoment (se matris längst bak i häftet).

Generiska kunskaper och färdigheter är de som inte är ämnesspecifika utan generella.

Vidareutbildningens ryggrad är den gemensamma kursen *gymnasieingenjören i praktiken*. Kursen är till sin karaktär tvärvetenskaplig och förenar kunskapsområden från teknikvetenskap och samhällsvetenskap. Alla elever oavsett profil läser *gymnasieingenjören i praktiken* som behandlar ingenjörsmässiga arbetsmetoder, färdigheter och förhållningssätt. Kursen omfattar också ledarskap, projektledning, grupprocesser, kommunikation, ekonomi, arbetsmiljö och juridik i arbetslivet. Elevers övriga kurser är karaktärskurser utifrån vald profil och tillsammans med gymnasieingenjören i praktiken skapar de helhet i utbildningen.



Att arbeta med integrerat lärande med hjälp av matrisen

Matrisen kan användas som ett stöd i diskussionen om hur de olika delmomenten i kurserna bildar en helhet. Alla involverade lärare bedömer hur respektive kursmoment (uppgift, projekt eller problem) bidrar till ämnesmålen. Parallellt kryssar men för de delar av examensmålet som uppfylls och på så sätt kan man enkelt se om någon del i examensmålet riskerar att falla mellan stolarna. Även ämnesmålen för *gymnasieingenjören i praktiken* bör finnas med i varje projekt för avstämning av vilka delar som ingått. Det innebär att nästa uppgift behöver innehålla det som saknas och det blir en form av checklista för att se att alla delar kommer med i helheten.

Programintroduktion

Redan vid utbildningsstart introduceras eleverna i CDIO:s arbetsätt. Examensmål och ämnesmål introduceras också så att eleverna vet vad de ska kunna efter utbildningens slut. Redan från start får eleverna pröva att jobba i projektarbetsformen. Det kan göras genom korta projekt med en enklare problemformulering för att få förståelse för arbetsättet och för ingenjörprocessens alla delar. Hela utbildningen bygger sedan på projekt som ökar i komplexitet under utbildningens gång.



Lärmiljöer

Kreativa lärmiljöer är betydelsefulla för utbildningen – miljöer där eleverna ges möjlighet till reflektion, mänsklig interaktion och samtal. Erfarenheter från ingenjörsutbildningar enligt CDIO-modellen visar att tillgång till utrymmen för samverkan och digitalt stödd design, arbetsytor utrustade med enkla handverktyg för att ta fram modeller och prototyper samt rum för att testa och presentera sina förslag stimulerar elevernas lärande. Det är positivt om eleverna har tillgång till sin lärmiljö hela dagen och att strukturen på utbildningen så långt det är möjligt efterliknar de arbetsformer som förekommer i arbetslivet.

Lärande

CDIO-ramverket utgår ifrån att elevens lärande är både aktivt och integrerat.

Aktivt lärande

För att eleven ska ta en aktiv del i sitt eget lärande behövs metoder som uppmuntrar elevens deltagande. Varje elev kan exempelvis under processen gång efter en uppgjord plan, lämna in personliga reflektioner som kan utgå från frågeställningarna här intill.

Integrerat lärande

Integrerat lärande innebär att eleven i en kurs samtidigt lär sig ämnesinnehåll och utvecklar generella ingenjörskunskaper och färdigheter. Exempelvis kan eleven träna på sin förmåga att kommunicera genom att använda olika interaktiva former av lärande i en ämneskurs. De kan också träna autentiska arbetsformer i ett projekt eller en uppgift och samtidigt fördjupa sin ämnesförståelse genom att de tillämpar och integrerar ämneskunskaper. Erfarenheter av integrerat lärande ska leda till att eleven utvecklar yrkesmässiga kunskaper under hela



Vad har du gjort den senaste veckan? Vilka tekniska problem har du stött på?

Hur har du använt dina ämneskunskaper i projektet? Vad känner du att du behöver lära dig mer om?

Hur har gruppen följt de överenskommer ni gjort? Hur anser du att dialogen i gruppen varit?

Hur tycker du att gruppen fungerar? Vad har du gjort för att utveckla gruppen?

Hur har ni fördelat arbetsuppgifterna i gruppen? Vilka olika roller har ni haft?

Hur har du använt stödet du fått från dina lärare och handledare?

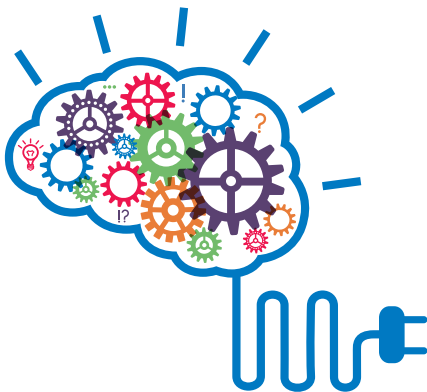


utbildningstiden. Det ska också leda till förståelse för hur både kunskaper och färdigheter behövs för att kunna utföra vanligt förekommande uppgifter i arbetslivet.

Examination

Olika former för examination och kontinuerlig uppföljning behövs. Ett arbete i projektgrupp med individuell betygsättning kräver dokumentation med kontinuerlig uppföljning. Att variera examinationsformerna och att samla in flera olika underlag för bedömning i ett projekt är väsentligt för att ge eleverna möjlighet att visa vad de kan. Underlagen för bedömning kan vara både individuella och grupp-baserade, och höra både till processen och resultatet. Det som bedöms är alltid hur väl eleven uppfyller kunskapskraven, inte de tekniska lösningarna i sig.

BEDÖMNING AV LÄRANDET



- Använd resultaten för att förbättra undervisning och lärande
- Använd olika metoder för att samla in och analysera information
- Specificera utbildningsmål
- Anpassa bedömningsmetod till vad som ska uppnås

Utvärdering

Det behövs ett system för hur man kontinuerligt följer upp och utvärderar utifrån de vägledande principerna. Viktigt är att lyssna på synpunkter från både elever, lärare och avsnärare för kontinuerlig utveckling. Det är också viktigt att eleverna känner sig bekväma och att de tränas i att ge och ta synpunkter på andras och eget arbete.





Att genomföra ett projekt

För att **eleverna ska ges möjlighet** att lyckas med ett projekt bör läraren ge en tydlig struktur för arbetet. Här följer ett förslag till hållpunkter.

Introduktion

Läraren introducerar projektet och redogör för tidsramarna för redovisningar, uppföljning och examination. I introduktionen visas vilka ämnes- och examensmål som ingår (till exempel utifrån matrisen) och hur arbetsprocessen ska gå till.



Fas 1. Conceive (tänka ut)

Eleverna träffas för ett första projektmöte i projektgruppen. Under idé-fasen gör gruppen en gemensam tolkning av uppdraget. De sätter sig in i problem och behov, vilka krav på lösning som finns och identifierar de verktyg och material som ska användas. Eleverna kommer överens om hur man ska dokumentera projektet och gör en rollfördelning i gruppen. Projektgruppen gör en tidsplan för när olika delar ska vara klara och presenteras samt när projektmöten ska hållas.

Fas 2. Design (skapa)

Skapa-fasen innebär att skapa en lösning som tillfredsställer behoven utifrån sammanhanget som lösningen ska fungera i. Olika alternativ kan tas fram där gruppen enas om ett förslag som man går vidare med i nästa fas.

Fas 3. Implement (genomföra)

Genomförande-fasen innebär att lösningen skapas med de verktyg man identifierat i idé-fasen. Här kontrolleras produkten och testas så att den fungerar så som det var tänkt.

Fas 4. Operate (driva och förvalta)

Driva- och förvaltafasen innebär att produkten används och underhålls. Målgruppen testar och utvärderar produkten.

Uppdraget

De fyra faserna. Läraren ger eleverna ett uppdrag med en så öppen problemställning som möjligt och går igenom uppgiftens syfte och mål. Läraren har i förväg utformat grupperna och presenterar dem för eleverna. Slutligen informerar läraren om vilka resurser, lokaler, utrustning, material med mera som finns att tillgå.

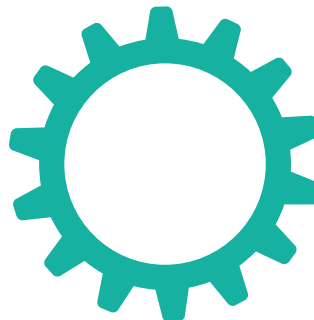
Redovisning

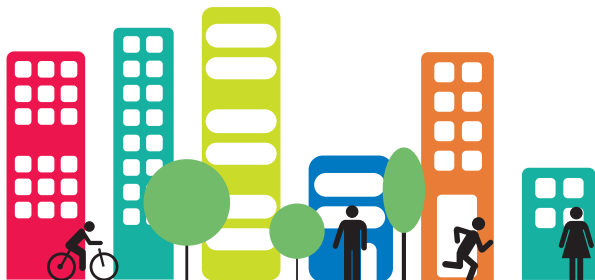
Grupperna redovisar projektet på det sätt som läraren anvisat.

Utvärdering

Under projektets gång behövs ett antal hållpunkter där eleverna får reflektera och utvärdera arbetet. Detta är viktigt för att framkalla reflektion för lärandets skull. Det är också viktigt att uppdragsgivaren utvärderar slutprodukten och hur väl gruppen uppfyllt uppdraget. I ett kortare projekt finns kanske inte behov av alla avstämningstillfällena utan det räcker med utvärdering efter design och testning.

Efter projektets slut utvärderas hela processen och vad varje enskild elev lärt sig av arbetet.





Projektexempel "Sventons mattor"

"Sventons mattor" är ett exempel på hur ett projekt kan se ut inom profilen IT-mjukvarudesign. Arbetsmetoden kan användas inom utbildningens samtliga profiler.

Introduktion

"Sventons mattor" är ett företag som säljer orientaliska mattor. Företagets webbplats är omodern och erbjuder inte kunden relevant information och funktion. Uppgiften för projektgruppen är att föreslå och demonstrera en ny digital kommunikationslösning.

Projektet ska pågå i tre veckor. Under arbetets gång skriver eleven loggbok över processen. Eleven visar sin loggbok för läraren efter varje fas. Efter fas 1 görs en avstämning med läraren. När fas 2 är avslutad presenteras förslagen för uppdragsgivaren och läraren. Efter fas 3 lämnas produkten till uppdragsgivaren för test och utvärdering. Slutligen, och efter fas 4, är det slutredovisning på skolan. Grupperna redovisar för varandra vilka ställningstagande som gjorts under



arbetets gång. Efter redovisningen utvärderas projektet och eleverna reflekterar över processen. Alla delredovisningar, loggbok och slutredovisning utgör underlag för examination.

Gruppen har inga begränsningar i resurser på lösningsförslaget utöver de tekniska.

Uppdraget

Utforma en modern och digital kommunikationslösning till företaget ”Sventons mattor”.

Fas 1. Conceive (tänka ut)

Ta reda på fakta kring uppdraget så att gruppen förstår företagets behov. Besök ”Sventons mattor” för att prata med chefen och personalen. Skaffa er en bild av företaget och hur de arbetar. Dokumentera förutsättningarna och diskutera olika möjliga lösningar.

Fas 2. Design (skapa)

Ta fram skisser och kommunicera med beställaren. Utifrån beställarens behov och önskemål diskuterar gruppen fram olika lösningar. Gruppen enas om ett förslag som de vill presentera för företaget. Därefter tas ett underlag fram i form av skisser, wireframes, färgscheman, sitemaps etc. som kan användas för att kommunicera förslaget för ”Sventons mattor” och för läraren. Diskutera förslaget med beställaren, ta emot deras synpunkter och revidera eventuellt ert förslag.



Fas 3. Implement (genomföra)

Genomför det slutgiltiga förslaget till verklighet. Utarbeta er produkt i detalj. Utvärdera sedan denna fas tillsammans med läraren.

Fas 4. Operate (driva och förvalta)

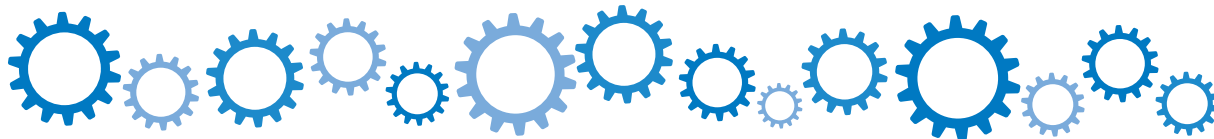
Driftsätt ”produkten” så att kunden kan använda den fullt ut. Utvärdera sedan denna fas tillsammans med läraren.

Redovisningar

Grupperna redovisar sina förslag muntligt och visuellt inför de andra grupperna och läraren. De lyssnande grupperna får ställa frågor och komma med synpunkter på förslaget.

Utvärdering

Projektet utvärderas både när det gäller processen och uppdraget som helhet. Varje grupp utvärderar hur arbetet internt har fungerat, vilket lärande som skett och vad som kan förbättras till nästa gång. Även uppdraget utvärderas, till exempel när det gäller tidsramar och praktiska förutsättningar.



Andra projektexempel

Lekredskap

På "Central-skolan" går elever från förskoleklass till årskurs sex. Personalen upplever att det är svårt att få eleverna att spontant aktivera sig ute på rasterna. De är mest stillastående med sina telefoner och dataspel. Erfarenheter och forskning talar tydligt för vikten av fysiskt aktivitet för att övrigt lärande ska gå bra.

Skolan önskar därför alternativa "lekredskap" som tilltalar elever i olika åldrar som lockar till fysisk aktivitet oavsett kön eller bakgrund. Viktigt är att produkterna är miljömässigt hållbara och säkra ur arbetsmiljösynpunkt.

Uppdrag: Utforma moderna, nyskapande, miljömässigt hållbara lekredskap till barn i åldern 6–12 år.

Semesterparadis

Familjen Andersson har ett hus på en stor sjötomt. I huset bor föräldrarna och en äldre tonårsdotter. Ytterligare två barn är vuxna och har egna familjer. På tomten vill föräldrarna bygga en liten stuga där barn och barnbarn kan hålla till några sommarveckor. Dessutom vill de kunna hyra ut stugan till andra semesterfirare veckovis.

Uppdrag: Utforma en miljövänlig stuga för uthyrning till en bred målgrupp. Stugan ska kunna uppföras utan bygglov.

Mini – gocart

I en designtävling bland teknikelever har en mini-gocart vunnit första pris. Företaget Crazy Cart vill gärna tillverka produkten och sälja den på marknaden. För att gocarten ska kunna tillverkas krävs att den förbättras med tanke på konstruktion och att den ska serieproduceras.

Uppdrag: Utveckla produkten för serietillverkning.



Examensmål

Kurs GIP, gymnasieingenjören i praktiken	Förståelse för teknikens roll i samhället	Teknikutveckling inom vald profil	Förståelse av teknikens roll i samspelet mellan människa och natur	Naturvetenskapliga och tekniska teorier och metoder	Grupprocesser och gruppdynamik	Ekologiskt, ekonomiskt och socialt hållbart sätt	Ingenjörsmässiga färdigheter	Yrkeskunskaper och en yrkesidentitet samt förståelse för yrkeskulturen
Etiska, sociala och historiska aspekter på ingenjörens roll								
Systemtänkande samt olika metoder och begrepp som är gemensamma och användbara för det ingenjörsmässiga arbetet								
Entreprenörskap och företagande inom teknikområdet med fokus på dess villkor, förutsättningar och behov								
Målstyrning och behovsstyrning								
Olika företagskulturers betydelse								
Grundläggande företagsekonomiska teorier och begrepp inom området ekonomisk hållbarhet. Kalkylering, budgetering och projektekonomi								
Grundläggande juridik inom teknikområdet, till exempel avtals-, arbetsmarknads-, upphandlings- och arbetsmiljörätt								
Hur en projektplan upprättas och genomförs samt användbara verktyg, till exempel kalkyl och budget								
Grundläggande teorier om ledarskap och organisation, till exempel hur beslutsfattande sker i en organisation								
Grupprocesser och gruppdynamik								
Naturvetenskapliga och tekniska teorier och metoder								
Kommunikationsstrategier samt kommunikations-, dokumentations- och presentationsteknik för att förmedla teknik och information								

Teknikprogrammets fjärde tekniska år. Exempel på matris för för planering av ett integrerat lärande, examensmål och ämnesmål.



Mer att läsa om CDIO

En grundläggande och utförlig bok om CDIO är **"Rethinking Engineering Education – The CDIO Approach"** av *Edward F Crawley, Johan Malmqvist, Sören Östlund, Doris Brodeur* och *Kristina Edström*. Johan Malmqvist är professor vid institutionen för industri-design vid Chalmers i Göteborg. Sören Östlund är professor vid institutionen för hållfasthetslära på KTH i Stockholm. Kristina Edström är civilingenjör från Chalmers och arbetar med pedagogisk utveckling på Skolan för lärande, KTH i Stockholm. *Edward F Crawley* är professor of engineering och *Doris Brodeur* är professor of education, båda vid Massachusetts Institute of Technology i Boston.

Ett stöd i att leda projekt är boken **"Handbok för mindre projekt"** av *Mikael Eriksson* och *Joakim Lilliesköld*. Författarna har mångårig erfarenhet av att undervisa i projektstyrning vid KTH, där båda är verksamma på Avdelningen för industriella informations- och styrsystem. Boken innehåller bland annat praktiska tips om projektplanering och möteseffektivitet samt hur man ska presentera resultatet såväl muntligt som skriftligt i en rapport.

Mer om CDIO finns på webben, www.cdio.org. Där finns ramverket "The CDIO Syllabus 2.0" på www.cdio.org/search/node/syllabus och principerna "The CDIO Standards" på cdio.org/implementing-cdio/standards/12-cdio-standards.

Skolverket
www.skolverket.se/fjardearet