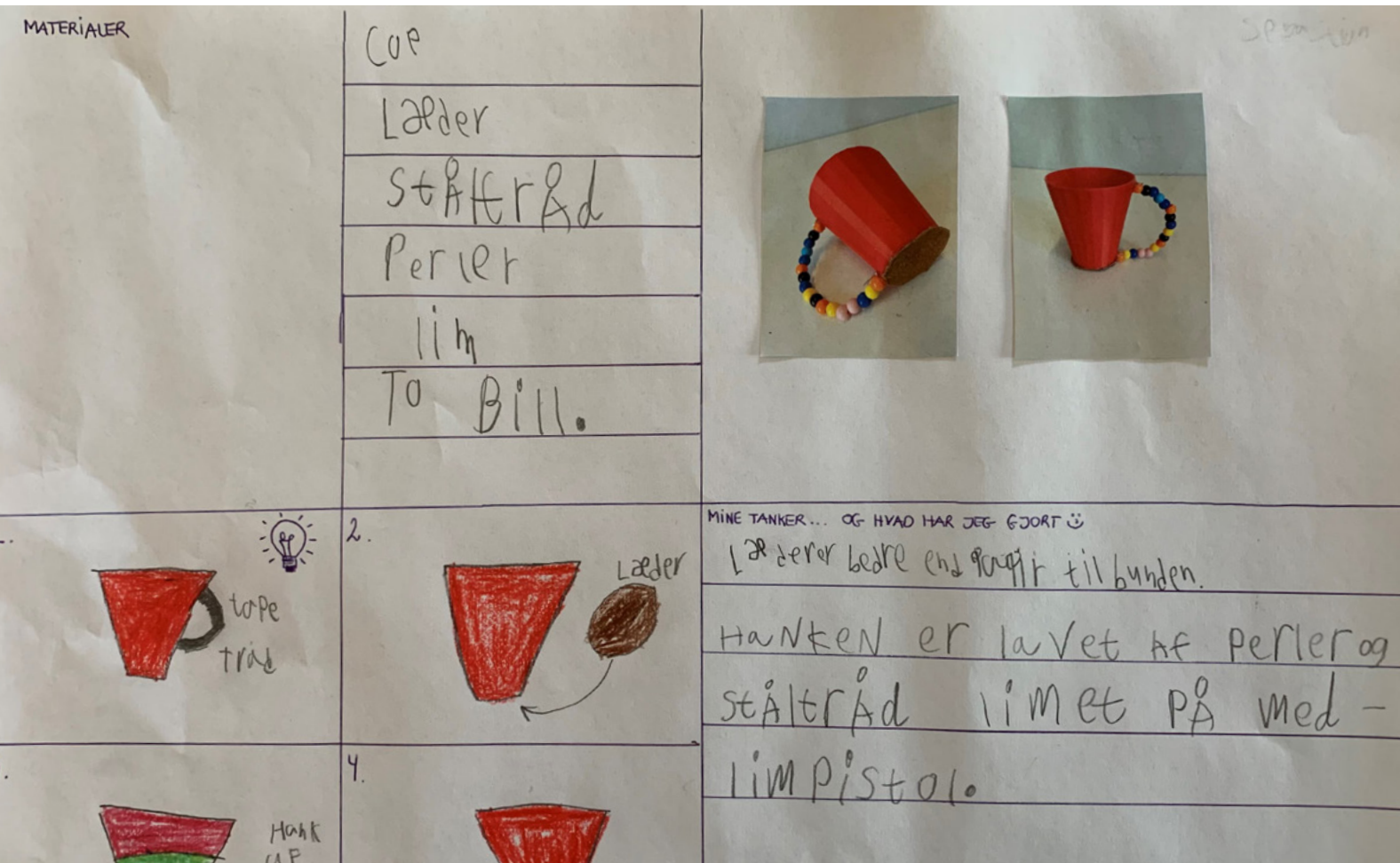


Engineering med elever på specialskoler



Denne artikel er en del af en artikelsamling, som præsenterer, analyserer og uddyber relevante emner i relation til engineering som didaktik i skolen. Artiklerne viser hvordan praktikere anvender engineering i deres egen praksis.

Du finder alle artiklerne på www.engineeringiskolen.dk

Engineering øger eleveres motivation for naturfagene. Dette skyldes særligt de autentiske problemstillinger der arbejdes med og de selvstændige arbejdsprocesser.

Denne artikel deler erfaringer og eksempler, som viser, hvordan engineering som didaktik fra naturfagsundervisning i den almene skole kan tilpasses og anvendes, så den også kan kvalificere læreprocesser hos elevgrupper på specialskoler. Artiklen tager afsæt i vellykkede afprøvninger fra to forskellige specialskoler.

Udarbejdet af Kirsten Bak Andersen, lektor VIA University College.

Ligeledes medvirker specialskolelærere fra Ringkøbing-Skjern Kommune Dorte M. Mathiasen, Skjernskolen og Charlotte K. Zacho, lærer Rindum Kjærgaardskolen.

Engineering med elever på specialskoler

Børns orienteringer mod verden er den samme om man går på den ene eller anden skole, men nogle elever har udfordringer i deres liv på sociale, kognitive eller fysiske områder, som forhindrer dem i at udnytte deres fulde læringspotentiale.

Specialskolerne i Danmark har derfor en større normering end de almene skoler, typisk 2-3 voksne til 5-7 børn, og i særlige situationer er normeringen 1:2 eller 1:1.

Eleverne på specialskoler er udfordret i deres orientering mod verden: den sansebaserede orientering, den relationelle orientering og den refleksive orientering. Som eksempel, kan nogle elever højst opholde sig 10 min. i et fælles rum, og dermed kan det at være i et læringsfællesskab være en udfordring. Nogle elever reagerer på bestemte farver, lys eller stemmer, og nogle kan for eksempel ikke tåle lyden fra en blyant, der kører hen over et stykke papir.

”Engineering med elever på specialskoler hjælper eleverne med at gøre tanker i hovedet til noget konkret gennem det at forme, bygge og konstruere med forskellige konkrete materialer. Det at arbejde med forskellige materialer, sætter gang i elevernes forestillingsevne og fantasi. (Lærer på specialskole)

Undervisning i både den almindelige folkeskole og i specialskoler har et dobbelt sigte og praksis; at inkludere alle elever i skolens faglige undervisning og samtidig bidrage til elevernes trivsel og udvikling af demokratisk dannelse og fællesskaber.

Det at indgå i sociale relationer kan være en udfordring for alle elever, men det er især vanskeligt for børn med diagnoser og børn, der af andre grunde ikke har nemt ved at koncentrere sig. Det kan give udfordringer for disse børn at være deltagende i en undervisning, der for eksempel forudsætter at eleverne kan udvikle samarbejdskompetencer og lære at præsentere og reflektere over egen arbejdsproces i et længere planlagt forløb.

Inden for de sidste 10-20 år er der blevet rykket ved grænserne angående, hvornår en elev hører til i den almindelige folkeskole eller i specialskole, og samtidig er de fagfaglige forventninger til elever med særlige udfordringer blevet højere end tidligere. Undervisning med elever med særlige behov skal generelt set tilrettelægges med særlige stilladser, der tilgodeser disse elevers behov. Det være elever, der kun kan koncentrere sig i et kortere tidsrum ad gangen, elever der har det vanskeligt ved at overskue lange og komplicerede arbejdsprocesser eller elever der distraheres af støj.

Lærerne på specialskoler er vant til at justere undervisningsmateriale stilet mod den almene skole, deriblandt de to lærere der medvirker i artiklen her. Begge er kompetenceudviklet i engineering via projektet Engineering i skolen, og på den baggrund kommer de i denne artikel med interessante erfaringer og betragtninger om engineering-didaktik og didaktiske kvaliteter ved læringsforløb med elever på specialskoler.

Frihedsgrader

Når et engineering-forløb skal tilpasses elever på en specialskole, er frihedsgrader et vigtigt redskab. I tabellen beskrives frihedsgraderne fra struktureret over guidet til åbent forløb. Dette kan være en god rettesnor, så der i undervisningen tages hensyn til de medvirkende elevers forskellige niveauer og stilladseringsbehov.

| | Struktureret forløb Meget få valg og frihedsgrader for grupperne. | Guidet forløb Nogle valg og frihedsgrader for grupperne. | Åbent forløb Mange valg og frihedsgrader for grupperne. |
|----------------------------|--|---|--|
| Forstå udfordringen | Grupperne arbejder ud fra lærerformuleret forståelse af udfordringen. | Grupperne vælger en forståelse af udfordringen fra lærerens liste. | Grupperne formulerer selv deres forståelse af udfordringen inden for den ramme, som er givet i oplægget. |
| Undersøge | Grupperne arbejder ud fra afgrænsede metodekort/beskrivelser af hvilke undersøgelser de skal gennemføre. | Grupperne vælger mellem forslag fra læreren til, hvilke undersøgelser de skal gennemføre. | Grupperne vælger selv, hvilke undersøgelser de skal gennemføre. |
| Få ideer | Læreren styrer gruppernes diskussion med metode kort eller lignende. | Grupperne vælger mellem forslag til styring af deres diskussion. | Grupperne organiserer selv deres diskussion om deres forskellige ideer. |
| Konkretisere | Grupperne arbejder efter præcise konkretiseringsinstruktioner. | Grupperne vælger mellem forskellige forslag fra læreren til, hvordan de vil konkretisere en løsning. | Grupperne vælger selv, hvordan de vil konkretisere en løsning. |
| Konstruere | Læreren fastlægger materialer, værktøjer og konstruktionsproces sammen med grupperne. | Læreren giver grupperne materialer og værktøjer at vælge imellem, og læreren vejleder i forhold til konstruktionsprocessen. | Grupperne vælger selv materialer og værktøjer. |
| Forbedre | Læreren fastlægger afprøvnings- og testprocedure og hjælper grupperne med at vurdere, hvordan deres prototype kan forbedres. | Grupperne kan vælge mellem flere forslag til afprøvnings- og testprocedurer og vurderer forbedring af deres prototype og løsning efter givne kriterier. | Grupperne vælger selv afprøvnings- og testprocedure og vurderer selv forbedringer af deres prototype og løsning. |
| Præsentere | Læreren hjælper grupperne med at præsentere deres løsning. | Grupperne følger en vejledning for, hvordan løsningen skal præsenteres. | Grupperne planlægger selv medie og format og præsenterer selvstændigt. |

Tre niveauer af frihedsgrader udfoldet på de syv designprocesser. Læs mere om frihedsgrader i engineering-didaktikken¹

¹ engineeringiskolen.dk

Et konkret eksempel på tilpasning ud fra frihedsgraderne, er en elevgruppe indenfor autismespektret. Disse elever kræver, at de voksne holder ideerne tilbage, for at undgå at eleverne blot griber den voksnes ide uden selv at reflektere over løsningsmuligheder. Derfor får de stor frihed i delprocessen. Få ideer, og har generelt nemt ved se et formål med opgaven.

Anderledes er det med eleverne med ADHD. De trives typisk bedst med, at man går i dialog om delprocessen *Forstå udfordringen*. I denne indledende delproces er det vigtigt for denne elevgruppe at planlægge et meget struktureret forløb, så de får en tydelig ramme og dermed forståelse for det videre forløb.

Udvikling tager tid

Når der arbejdes med engineering, eller enhver anden ny didaktik, vil der være en indkøringsperiode, hvor både lærer og elever skal blive fortrolige med den nye arbejdsform. Derfor vil alle elevgrupper typisk have fordel af at starte med strukturerede forløb (små frihedsgrader) og over tid nå til mere åbne forløb med større frihedsgrader.

Og uanset hvor trænet man er i engineering, vil de forskellige delprocesser i et forløb ofte have forskellige frihedsgrader – fx kan delprocessen *Forstå udfordringen* være meget struktureret og lærerstyret, mens *Undersøge* er helt åben, så eleverne selv skal designe deres undersøgelser.

Denne udvikling vil formentlig tage længere tid for elever på specialskoler, ligesom nogle elevgrupper altid vil have brug for snævre frihedsgrader i nogle af delprocesserne jvf ovenstående eksempler.

Vores erfaring viser, at træningen i at arbejde med engineering for elever på specialskoler med fordel kan indledes med forløb, hvor der fokuseres på udvalgte delprocesser fra den samlede engineering design proces. Derved vil eleverne hurtigere opnå fortrolighed med arbejdsformen. Læreren kan som eksempel sætte eleverne i gang med at lave skitser til løsningsforslag, som måske kan være med til at åbne for nye udviklingsmuligheder for eleverne, med præsentationer for hinanden og fælles samtale. På længere sigt kan flere og flere delprocesser integreres i et forløb og frihedsgraderne øges, alt efter den enkelte elevs grad af mestring. Vi har også oplevet, at de ældre elever i fællesskab kan skabe mere avancerede produkter når de støttes tæt fra de voksne, der er omkring dem i klassen.

Samarbejde i grupper

En lærer beskriver, at *”Vores elever skal lære at mærke sig selv, og de skal lære at aflæse andre, de skal have nogle strategier for hvad de kan gøre hvis de kommer ud i en situation, hvor de ikke kan aflæse de mennesker de står over for. Hvad kan man så gøre for ikke at træde over en grænse og have en udadreagerende adfærd. [...] I flere engineering-opgaver forventes der en form for gruppedynamik, den kan være svært at skabe på en specialskole. Eleverne er på 3-4 forskellige klassetrin, så både mentalt og fagligt er de forskellige steder. Men det er helt fint, at der er adgang til de komplicerede gruppeforløb, så man som underviser på en specialskole ved, hvad man vælger fra og til, når man sorterer i mulighederne.”*

Gruppedynamikken er dermed et vigtigt opmærksomhedspunkt, når man arbejder med engineering. Og med elever på specialskoler, skal der være en særlig opmærksomhed på, at denne gruppedynamik ikke kommer til at tage al energi så det faglige indhold ikke kan rummes.

Samtidig har vi også oplevet, at det samarbejde der ligger i engineering – at man samarbejder om en konkret prototype, som løser en fælles udfordring – kan understøtte gruppedynamikken positivt. Og at man kan fordele opgaver, så en gruppe arbejder sammen om den endelige prototype og undersøger, men har hver sine opgaver undervejs.

Erfaringer med engineeringforløb på specialskoler andre steder i Danmark viser, at elever på specialskoler over tid kan opnå kompetencer, der gør dem i stand til for eksempel at mestre længere engineering-forløb og ligefrem efterspørger muligheden for at arbejde i grupper. Det giver god mening, at ændringer i undervisningsmetoder og didaktik, hvor elever for eksempel stilles overfor selv at skulle være skabende (alene og sammen) og løsningsorienterede, medvirker positivt til at eleverne får mod på at lære mere og får nye adfærdsformer og læringsmuligheder. Det medvirker desuden til, at lærerne og pædagogerne ser eleverne i et nyt lys, som måske kan være med til at åbne for nye udviklingsmuligheder for eleverne.

Skjernåskolen

Skjernåskolen er en skole for elever med kognitive og fysiske udfordringer. De fleste elever har kombi-nationsdiagnoser, flere er i kørestol og en enkelt er blind. Skolen er rigtig godt normeret, så alle elever kan få hjælp. 2:5 eller måske 1:1. Piktogrammer er en udbredt visuel støtte i skolens dagligdag som et ekstra sprog, og på samme måde bruges 'tegn til tale'. Tilknyttet undervisningsrummene er der flere små rum, hvor den enkelte elev kan gå ind efter behov.

Når der på Skjernåskolen arbejdes med engineering-forløb, startes ved et fælles bord, og så kan det være forskelligt, hvor længe eleverne kan være med i det fælles rum.

Lærerne taler idegrundlaget rigtig godt igennem i den fælles gruppe, og eleverne laver nogle grove/enkle skitser. Når eleverne går i gang med at konstruere, vil lærerne ofte trække de elever ud, der ikke kan klare at være i det fælles rum, så de kan arbejde videre i et af de tilstødende rum.

I opstarten af et engineering-forløb, valgte lærerne at "sætte sig på deres hænder", og igennem de efterfølgende engineering-delprocesser har de skullet øve sig i at lade være med at hjælpe eleverne hele tiden.

Både lærere og elever oplever det at arbejde med engineering som spændende. Lærerne oplever selv en udvikling i, at de nu er bedre til at støtte eleverne i at arbejde mere selvstændigt i de forskellige delprocesser ligesom de oplever, at elever får værdifulde erfaringer både ift selvstændige succesoplevelser og det at samarbejde.

Kuglebane, en konkret case

Forløbet med kuglebaner er et engineering-forløb, der oprindeligt er tænkt til en almindelig skoleklasse, og derfor justeret til at passe til denne elevgruppe. Konstruktionen af en fælles kuglebane er en del af at træne engineering designprocessen. Udfordringen til eleverne var, at de skulle konstruere en kuglebane, som skulle nå fra det ene hjørne af klassen til det andet.

Klassens voksne brugte først god tid på at tale med eleverne om fænomenet kuglebane og så i fællesskab videoer fra nettet med kuglebaner, for at sikre at alle forstod udfordringen, aktivere elevernes forforståelse og give konkrete ideer. Herefter skulle eleverne konkretisere kuglebanen. De blev sat til at tegne forslag til, hvordan kuglebanen kunne se

ud. Eleverne mestrede i høj grad at inddrage deres fantasi i deres løsningsforslag – dette vurderede lærerne skyldes den meget konkrete fælles opgave som alle havde set visuelle løsningsmuligheder på via videoer.

For flere af eleverne, var det en udfordring kuglebanen skulle være én fælles bane i modsætning til individuelle kuglebaner. Mange ville helst lave deres helt egen kuglebane, og lærerne endte med at give køb på det store fællesskabsprojekt undervejs i forløbet med kuglebanen, men der opstod til gengæld små fællesskaber i den store gruppe.

Hos mange elever på specialskole er deres eget indre billede og ide den stærkeste. Da eleverne for eksempel lavede kuglebaner, var der to elever, der havde næsten samme ideer, men de mestrede ikke, at samle de to ideer sammen til en fælles fremstilling af én kuglebane. Mange elever har det på den måde bedst med at arbejde parallelt i konstruktionen af prototypen fremfor for at arbejde sammen.



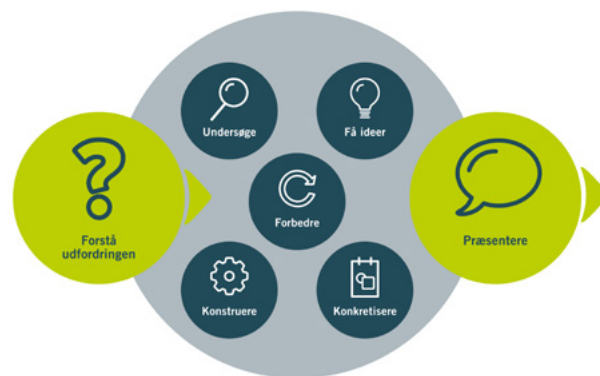
For at stilladsere elevernes arbejdsproces, og give dem overblik over deres arbejde, blev magneterne med engineering-delprocesserne brugt i det fælles læringsrum for at fastholde eleverne i udviklingen i det processuelle forløb.

Overgangen mellem at være undersøgende, få ideer, konkretisere og konstruere kan være utydelige for eleverne, og her er magneterne med engineering-delprocesserne en stor hjælp i undervisningen og læreprocesserne, da de fastholder eleverne og visuelt understøtter hvor i designprocessen de er.

Vi oplever, at mange elever bruger den visuelle fremstilling af engineering designprocessen som en ramme for arbejdet og som en tryghed i at komme omkring det hele. Det gælder både elever i almene og specialskoletilbud

”Jeg kan godt li’ at lave engineering-forløb. For det er lettere at sætte ord på hvis vi kører fast i gruppen – så kan vi fx snakke om at vi skal tilbage til ’Få ideer’ fordi de ideer vi har prøvet ikke virker. Det er lettere end at sige at din eller din ide ikke virker. (Elev fra den almindelige folkeskole, mellemtrin).

Elevernes arbejde med at konkretisere deres kuglebaner fra ide til skitse, resulterede i kreative løsningsforslag. Men da de skulle konstruere dem, var det svært for eleverne at gøre det ud fra egne tegninger. Det eleverne konstruerede lå langt fra deres oprindelige tegninger. Eleverne havde lavet me-



get gennemarbejdede tegninger fremfor skitser, og skuffelsen var derfor meget stor, da tegninger og den endelige prototype ikke blev ens.

En stor læring for lærerne var her, at konkretiseringsfasen med fordel kan fokusere på det at lave en skitse – i modsætning til en detaljeret og formfuldendt tegning. Efterfølgende har lærerne med succes arbejdet med at vise eleverne skitser og skitseprocesser lavet af arkitekter, designere og ingeniører, så eleverne får indblik i forskellen på en skitse og en mere færdig tegning.

For at træne skitsearbejdet, har flere arbejdet med nedenstående eksempel på 'Træning af teknisk tegning'. Det kan være med til at styrke elevernes arbejde særligt i delprocessen Konkretisere.

Eksempel; træning af teknisk tegning

1. Samme objekt fra forskellige positioner

Træn tegning af et simpelt objekt (fx en stol, en stor terning, en kop) set fra 3-4 forskellige positioner. Dette vil øve forståelse af begreberne form, perspektiv og synsvinkel.

Objektet kan eventuelt fotograferes i fugleperspektiv, normalperspektiv, frøperspektiv. Billederne printes ud og der lægges et stykke plast på fotografierne. Eleven tegner konturerne op med mørk tusch. Man kan nu have en dialog med eleven eller flere elever om, hvad man ser og hvordan.

2. 3D-tegning

Træn 3D-tegning af et hus og forståelse af begreberne plantegning, opstalt/facadetegning og snit. Lad fx eleverne bygge et hus i Legoklodser, og lad dem tegne huset ud fra et af disse 3 udgangspunkter: plantegning, en opstalt/facadetegning eller et snit (det sidste er mest abstrakt og dermed det vanskeligste). Det kan også være en tegning, hvor eleven mest fokuserer på huset og husets mulige

omgivelser, en kombination af iagttagelsestegning og fantasi- og forestillingsskildring.

Øvelsen kan laves digitalt i fx programmet Tinkercad eller analogt med papir, blyant og/eller farvekridt.

3. 3D-tegning med byggevejledning

Træn 3D-tegning, hvor eleven skal prøve at lave en byggevejledning, inspireret af det de kender fra fx Lego-sæt eller måske fra Ikea-møbler eller andet man har købt, der skal samles.

Dette kræver en meget systematisk tilgang, hvor hver enkelt skridt i byggevejledningen tegnes. Derfor kan det være hensigtsmæssigt at starte med en simpel konstruktion, fx en Lego-konstruktion med kun 5 klodser, og stilladsere arbejdet med et ark papir med 5 bokse indtegnet. Hver boks skal udfyldes med det der konkret skal bygges med hver enkelt klods.

Rindum Kærgaard skole

Rindum Kærgaard er en heldags specialskole, med normalt begavede elever med udfordringer indenfor adfærd, kontakt og trivsel, herunder tilknytningsforstyrrelser, ADHD-diagnoser og autismspektrumforstyrrelser. Vanskelighederne er primært indenfor kommunikation, socialt samspil og social forestillingsevne.

Hver elevgruppe på 4-7 elever har to klasselokaler samt nogle mindre rum. Derudover har skolen relativt nye Makerspace-faciliteter.

Temperaturmåler og Makerspace, en konkret case

Skolens leder havde en udfordring med temperaturen på sit kontor. Derfor fik 3 elever fra de ældste klasser en engineering-udfordring, som lød på at de skulle konstruere et apparat, til at måle temperaturen og give besked om for høj og for lav temperatur.



Eleverne brugte Micro:bits i arbejdet og valgte at konstruktionen skulle give lydsignal ved for kold temperatur og et lyssignal ved for varm temperatur.

Forløbet startede med en fælles optakt for og med de 3 elever, for at sikre en fælles forståelse af udfordringen. Elevgruppen skulle konstruere én fælles prototype, men eleverne arbejdede selvstændigt med hver deres specifikke opgave sammen med en lærer. De havde hver især ansvaret for en teknisk konstruktion, hvilket var en væsentlig motivationsfaktor.

Denne opdeling blev besluttet af lærerne på baggrund af elevgruppen – en gruppe med forskellige typer udfordringer, som ville vanskeliggøre et fælles gruppearbejde hele vejen i forløbet. Denne opdeling gjorde, at eleverne arbejdede på samme produkt, og dermed oplevede forløbet som et fælles forløb med samarbejde, og samtidig fastholdt motivationen da de ikke oplevede konflikter i et påtvunget (og ikke muligt) samarbejde.

Lærerne oplevede det som vanskeligt og tidskrævende at sætte projektet i gang, da der var mere forberedelse end normalt, ikke mindst pga den praksisnære hands-on del som fyldte meget. Men det blev samtidigt helt tydeligt, at sådan et engineering-forløb er langt mere interessant og lærerigt for eleverne end den mere klassiske undervisning.

Undervejs i forløbet var det også tydeligt, at eleverne ikke ville give op, selvom de flere gange undervejs måtte holde pauser, hvor de lavede noget helt andet. Motivationen for at nå deres fælles mål var stor, og tilsammen fik elevgruppen løst udfordringen og skabt et meget funktionelt produkt. Og det var med stor stolthed at de i fællesskab kunne gå over til skolens leder og præsentere deres fælles produkt, som løste hans problem.

Temperaturmåleren står nu på skolelederens kontor og fungerer. Lærerne tilkendegiver, at eleverne efter dette forløb tydeligt husker, hvad de har arbejdet med – læringens mange facetter er solidt lagret. Derfor er lærerne også helt klar til at kaste sig ud i tilsvarende undervisningsforløb, hvor eleverne kan lære nyt og udvikle praksisfaglige færdigheder.

Undervejs i forløbet blev engineering-delprocesserne som gulvmåtter anvendt flere gange. De er meget funktionelle i et engineering-forløb, når eleverne skal træne forståelse af delprocesser og til at fastholde elevernes fokus undervejs i forløbet. Eleverne er vant til piktogrammer som stilladsering i skolen, og er derfor trygge ved denne form for rammesætning, og lærerne har oplevet engineering designprocessen som en stilladsering der er funktionel både når eleverne skal arbejde sammen, og i relationen mellem lærer og elev.



Refleksioner og læring

Den røde kop, en konkret case

”Den røde kop” er et eksempel på et lille engineering-forløb, som træner udvalgte delprocesser, *Få ideer*, *Konkretisere* og *Konstruere*. I alt varede forløbet 2 x 45 minutter.

Udfordringen blev beskrevet som en fortælling om en designer, der ønskede inspiration til nye måder at lave bund og hank på en kop, og 6 elever skulle lave forslag til at lave bund og hank til en 3D printet rød kop, der ved en fejl var printet ud uden.

I dette forløb arbejdede eleverne med brug af forskellige materialer. Materialeudvalget var bevidst begrænset af læreren på forhånd, så til- og fravalgsprocessen ikke blev uoverskuelig. Eleverne løste opgaven parvis.

Læreren stilladserede elevernes arbejde via engineering designprocessen. I delprocessen *Få ideer* fik eleverne udleverede et 4-delt papir som arbejdsredskab. De fik til opgave at tegne 4 enkle ideforslag. Herefter skulle hver arbejdsgruppe blive enige om én ide at gå videre med, og skrive en materialeliste ud fra den valgte ide. De skulle desuden skrive et par linjer om det færdige produkt.

Da produkterne var færdige, blev de fotograferet fra forskellige vinkler og printet, så eleverne kunne sætte billedet på papiret ved tegningen. Derved blev alt materiale og elevernes erfaringer samlet, så eleverne nemt kunne se tilbage på og præsentere deres arbejdsproces samt gemme det hele i deres fysiske portfolio.

YouTube som inspiration

Mange elever følger forskellige youtubere, fx den amerikanske ingeniør Mark Rober, der er kendt for sine YouTube-videoer med populærvidevidenskab og gør-det-selv gadgets. Den type videoer kan inspirere eleverne og give dem mod til selv at være aktivt deltagende i engineering-forløb i skolen.

Som lærer kan man med fordel bruge disse YouTube-videoer til at motivere og fastholde eleverne i arbejdet. Fx i den indledende delproces *Forstå udfordringen*, kan klassen i fællesskab se en relevant video, og på lærernes opfordring arbejde videre med en del af udfordringen. Det videre arbejde kan struktureres så det matcher den pågældende elevgruppe, og undervejs kan YouTube-videoen bruges til at fastholde den fælles ramme. På den måde

inddrages i dette tilfælde Mark Rober (som er forhenværende NASA-ingeniør, og dermed en valid rollemodel) som en ekspert og en rollemodel for eleverne. Denne bevidste brug af sociale medier til at formidle ekspertviden og præsentere en rollemodel, rammer typisk genklang ift elevernes egen verden, og kan dermed bygge på en allerede etableret interesse og motivation.

Brugen af forskellige medier, ekspertviden og rollemodeller er en indarbejdet del af engineeringdaktikken.



Materialevalg og delprocesser

Ifølge lærerne er det en stor udfordring for elever på specialskoler at konkretisere en indre ide til en ydre form dvs at gå igennem delprocessen *Konkretisering* og over i *Konstruktion*. Man kan iagttage elever, der er dygtige til at beskrive med ord, hvad de gerne vil lave, eller elever, der er rigtig dygtige tegnere, men begge elevtyper bliver ofte udfordret, når de skal vælge relevante materialer og starte konstruktionen. Andre elever vil samle masser af materialer i en byggeproces, men deres materialevalg bliver ensidigt eller de vælger materialer ud fra hvad de synes er smukkeste eller måske ud fra genkendelsens glæde. Generelt mangler eleverne en forståelse for hvilke materialer der kan virkeliggøre deres ide.

Man kan med fordel træne denne forståelse af materialer og materialers egenskaber selvstændigt. Det kan fx være gennem en lektion med undersøgelser af materialer – både som undersøgelse af konkrete materialer eleverne kan arbejde med, og undersøgelse af hvad forskellige objekter (fx penaltår, cykel, kop) er bygget af. Dermed kan eleverne få en indsigt i materialers egenskaber og udvikle et

ordforråd for dette. Nogle grundlæggende begreber kan fx være styrke, vægt, elasticitet, isolering og overflade.

Et andet område der kan kræve særlig opmærksomhed, er bevidsthed om engineering's delprocesser. Når først eleverne har et overblik over delprocesserne, deres indhold og en tro på at man kommer igennem det hele, vil den samlede designproces typisk opleves som en tryk støtte i undervisningen. For at træne dette overblik, kan det være en for-

del at lave helt korte engineering-forløb, hvor der kun arbejdes med en, to eller tre af delprocesserne. Dette arbejde skal også indeholde en bevidst stilningtagen til frihedsgraderne, hvor der med fordel kan startes med snævre frihedsgrader, hvor eleverne stilladseres tæt og så over tid give øgede frihedsgrader, efterhånden som trygheden og kendskabet vokser.

Med denne indsats, kan engineering som designproces blive det stillads, der støtter eleverne i at fokusere på det faglige og sociale indhold i forløbet.

Eksempel; træning af engineering's delprocesser

Baseret på erfaringer er her konkrete forslag til at træne engineering designprocessen:

1. Delprocessen *Undersøge*

Denne delproces kræver undersøgelseskompetencer, hvilket kan være en udfordring at for alle elever. En bevidst indsats for at træne delprocessen *Undersøge* kan være, at lade eleverne arbejde med materialeundersøgelser og -valg. For eksempel kan de undersøge materialers flydeevne, vægt, elasticitet osv.

Denne type undersøgelser kræver metodisk tilgang og træner dataindsamling og -behandling, observation og analyse af data. Ved at have specifikt fokus på undersøgelser, vil eleverne få ro til fordybelse, og kunne støttes i at reflektere over deres resultater.

2. Træning af særlig færdighed og/eller teknik

Vælg en snæver udfordring, hvor eleverne kun har få materialer at vælge imellem til at løse opgaven. Vis eksempler på hvordan andre har løst opgaven, og lad dem løse opgaven ved at de skal lære en ny teknik eller et nyt værktøj at kende. Derved er opgaven meget bunden, men fokus på den nye færdighed er tydelig.

3. Gennemføre engineering-designprocessen med de 7 delprocesser i forudbestemt rækkefølge

Her kommer eleverne igennem hele designprocessen, men alle er i samme delproces på samme tid. Vælg fx, at hver delproces varer 30-45 minutter, og rammesæt tydeligt hvilket fokus og arbejde der er i pågældende delprocessen.

Hvis eleverne trænes efter disse tre eksempler, vil det støtte dem i at kunne gennemføre fulde engineering-forløb. De vil undervejs typisk erfare, at delprocesserne er en ramme, der støtter dem med at holde fokus i arbejdet, og samtidig giver dem et fælles sprog at referere til ift hvor de er i processen, hvad der er svært og hvordan de kan komme videre. Det at have denne ramme, som er fælles med lærere og hele elevgruppen, altså et fælles tredje, kan gøre det lettere for mange at reflektere over og italesætte egen læring.

Afrunding

Med artiklen håber vi, at vi har inspireret flere specialskolelærere og lærerstuderende. Vi håber vi både giver en indsigt i arbejdet med elever i specialskolen, men også giver konkrete erfaringer og eksempler andre kan bruge i eget arbejde – både i det almene skoletilbud og specialskoler.

Der kan findes mere information om engineering som didaktik, undervisningsmaterialer og forskellige ressourcer til lærere på www.engineeringiskolen.dk.

Referencer

J. Bærenholdt og M. Hald (red)(2021): *Undervisningsforløb med udeskole på specialskole, in, Udeskole i teori og praksis*. Dafolo Forlag

Darsø, Lotte (2019): *Innovations pædagogik. Kunsten at fremelske innovationskompetence*. Samf.Litteratur

Lindén, Nora (1999): *Stilladser om børns læring*. Pædagogik til tiden, KLIM

Milto, Elissa m.fl. (2020): *Novel Engineering, K-8. An Integrated Approach to Engineering and Literacy*. Insta Press

Molbæk, Mette (red.) (2. udg. 2022): *Deltagelse og forskellighed. En grundbog om inklusion og specialpædagogik i lærerpraksis*. Hans Reitzels Forlag

Poulsen, Christina Holm (2022): *Skolevanskeligheder og inklusionsmuligheder, fra et børneperspektiv*. Hans Reitzel