

# Engineering med vokseværk



Jan Boddum Larsen,  
H. C Ørsted gymnasiet,  
Ballerup

*Kommentar til Jan Sølberg & Nina Waaddegaard "Hvad ved vi om indsatser inden for engineering i den danske grundskole gennem de sidste 10 år?", MONA 2019(2).*

Det er med stor interesse at jeg har læst artiklen om engineering i den danske grundskole de sidste ti år. Der er et meget stort behov for at finde frem til metoder til at arbejde med engineering og STEM-kompetencerne. Artiklen beskriver at eleverne har mange forskellige læringsudbytter. Det åbner op for spørgsmålene om hvad det egentlig er eleverne skal lære i engineering-undervisning, og hvordan vi gør det målbart. Og det viser at det er vigtigt at få STEM-kompetencerne og engineering på dagsordenen, hvilket gør artiklen meget relevant. Jeg underviser selv i gymnasieverdenen, så min indsigt i folkeskolen er naturligvis begrænset.

Der er selvfølgelig tit en sammenhæng mellem naturfag og engineering, men ikke altid, hvilket rejser spørgsmålet om man ikke skulle arbejde hen imod at det blev et selvstændigt fag som man kender det fra HTX – hvor specielt teknologi [UddannelsesGuiden, teknologi] og teknik [UddannelsesGuiden, teknik] er fag der arbejder med teknologi og arbejder produktorienteret med praktiske problemer. På samme måde kunne engineering få sine egne faglige mål og identitet. Så jeg ser det nok mere den anden vej rundt: at engineering inddrager naturfag og matematik der hvor det giver mening. Det bliver også bekræftet i artiklen at lærerne ofte havde svært ved at forene de faglige kompetencer med de generiske mål for engineeringundervisning. En anden ting der peger hen imod at det skal være et mere selvstændigt fag, er den efterfølgende evaluering, hvor mange af lærerne pegede på at læringsudbyttet var langt større end det der blev målt. Det er også min erfaring fra min egen undervisning med engineering at mange af de mere generiske mål eleverne opnår, er lidt sværere at måle på, hvilket peger hen imod at man i højere grad skal beskrive processen og ikke så meget produktet.

Artiklen beskriver også det forhold at for mange interventioner fra lærerne påvirkede elevernes udbytte negativt. Det er min erfaring de gange jeg selv har gjort det, at det skyldes at man som underviser er bange for at miste kontrollen og rigtig gerne vil have at eleverne har noget fremdrift, og at de lærer noget. Efterhånden

som jeg har fået mere erfaring, er jeg blevet langt bedre til at navigere i det kaos der uundgåeligt opstår. Det beskrives også et andet sted at lærerne var usikre, men den usikkerhed gør også at man laver interventioner i den retning hvor man har kontrol. Det er en arbejdsform der skal læres gennem træning af både elever og lærer. Det at arbejde med et engineeringforløb er i mine tilfælde målrettet, produktorienteret og meningsgivende fordi der er en konkret opgave der skal løses, eller fordi der skal arbejdes med en konkret problemstilling, og denne proces fører frem til et konkret produkt. Det betyder at der er en dobbelthed da produktet både er et middel for elevens læringsprocesser og et mål for undervisningen. Det betyder at undervisningsforløbet både skal have en uddannelsesmæssig værdi og være et meningsfuldt forehavende i sig selv. Den måde eleven arbejder med opgaven på, er vigtig. Da der ifølge Gudjons (Gudjons, 2008, s. 23) er tale om åbne problemstillinger med ikke klart definerede produkter, går en del af elevernes arbejde ud på løbende at omdefinere og bestemme hvad problemet og produktet er. Det betyder at eleverne prøver sig frem og løbende lærer af deres fejl, hvilket også understøttes af Dewey (Dewey, 1910, s. 68). Derved får undervisningen en refleksiv dimension i samspil med problemløsningen. Specielt denne refleksion er meget spændende, for i det øjeblik der opstår en fejl når eleverne afprøver deres produkt, ses det med det samme. Denne hurtige respons gør at elever reflekterer over hvad der er galt, og efterfølgende hvordan fejlen kan rettes.

Artiklen beskriver problemstillingen med den nye teknologi der gør lærerne utrygge. Det er min erfaring at det eleverne synes er motiverende, netop er den nye teknologi. Så det er naturligvis et dilemma, men man skal ikke være bange for at kaste sig ud i den nye teknologi, og man skal også huske at udnytte de elever der ved mere end en selv på området. Man står tit med tekniske problemer som skal løses, og den udfordring har også jeg allerede inde på livet. Det kan fx være et eller andet program der virker på én computer, men ikke på en anden computer. Eleverne er også bekendte med at det ikke altid er problemer som læreren lige kan løse. Det er selvfølgelig en hårfin balance hvornår man har sat sig tilstrækkeligt ind i en ny teknologi, og hvor lang tid man skal bruge på det. Men i mange tilfælde er det nok at introducere eleverne til teknologien og tilbyde dem et kort "komme i gang-forløb".

Der er mange holdninger til hvilke engineeringkompetencer eleverne tilegner sig når de arbejder i et engineeringlæringsforløb, som det også fremgår af artiklen. Det skyldes at mange af læringsforløbene er meget åbne undervisningsrum og derved meget elevstyrede processer i undervisningen. Jeg benytter mig af Brophy et al.s (Brophy, 2008) studie – de har følgende kompetencer som eleverne bliver bedre til:

1. Evaluere og forklare strukturen, opførelsen og funktionen af komplekse systemer (naturlige eller kunstige)
2. Udvikle kognitive modeller (mentale modeller eller skemaer) af hvordan "systemer" virker

3. Designe og udføre eksperimenter og inddrage det i beslutningstagningen
4. Kommunikere og forhandle idéer med andre
5. Anvende geometrisk og rumlig begrundelse
6. Repræsentere og administrere kompleksitet af et system ved hjælp af diagrammer
7. Udtrykke idéer og resultater med matematik (beregninger, tabeller, diagrammer)
8. Syntetisere idéer (egne og andres) mod en passende løsning der opfylder målet
9. Udføre eksperimenter for at vurdere om et design opfylder kriterierne for at nå målet.

Det er vigtigt for mig og især for eleverne at holde antallet af kompetencer nede. Jeg vil prøve at forklare hvorledes de forskellige kompetencer indgår i mit arbejde, og hvorledes jeg opfatter dem. Numrene i tabellen svarer til numrene på de forskellige kompetencer.

1	Eleverne skal være i stand til at evaluere de fejl der opstår, samt den indsamlede viden og data for hele systemet.
2	Eleverne skal kunne udvikle mentale modeller for de delelementer og den teknologi der indgår i hele systemets virkemåde.
3	Eleverne skal løbende løse de problemer der opstår, og tage de nødvendige beslutninger baseret på dem. De skal udføre eksperimenter for at se hvordan en delkomponent opfører sig, og herigennem beslutte hvordan de vil benytte disse resultater/data.
4	Eleverne skal gennem deres arbejde i grupper forhandle og diskutere sig frem til design og løsninger som indgår i deres produkt.
5	Eleverne skal kunne benytte geometriske eller rumlige repræsentationsformer til at begrunde deres valg, enten som formidling eller som en del af forhandlingen til understøttelse af deres idéer og design.
6	Eleverne skal kunne administrere/analysere komplekse systemer ved at nedbryde problemer/delelementer i mindre dele. Desuden skal de under deres udvikling benytte administrative systemer som projektværktøjer.
7	Eleverne skal kunne trække på deres viden i andre fag til beregninger og systematisere data ved tabeller/gruppering og diagrammer. Desuden skal eleverne kunne tolke forskellige diagrammer og datablade på delprodukter der vil indgå i deres projekt.
8	Eleverne skal være i stand til at udvælge de brugbare idéer og omsætte dem til praktiske produkter.
9	Eleverne skal kunne teste deres produkt ved at udføre eksperimenter og ud fra dette sige om deres produkt lever op til sine slutkrav.

Det ligger ikke i engineeringkompetencerne at arbejdet skal foregå i grupper, men da det tit foregår i grupper, kommer samarbejde, solidaritet og diskussioner til udtryk som et gennemgående tema. Engineering er tit elevorienteret og involverende, hvilket betyder at eleverne har indflydelse på processen og produktet – Jank (Jank, 2006, s. 254) beskriver undervisningen som elevaktiv og selvvirksom. Det vil sige at læreren skal lade eleverne diskutere, afprøve, opdage, planlægge og forkaste, og det gælder i alle faser af et engineeringforløb (analyse, design og konstruktion). Man kunne også betragte det som et UBNU-forløb, bortset fra at det er engineering der er omdrejningspunktet.

Den konklusion artiklen når frem til om at løbende stilladsering er vigtig, er jeg enig i. Så jeg arbejder typisk med en form for briefing af de enkelte grupper som fortæller hvor langt de er kommet, om de har problemer, og hvad de regner med at nå. Så føler jeg mig tryggere ved at eleverne når det de skal. Det gør også at der bliver sat mere fokus på de enkelte grupper og deres fremdrift.

Der er mange uformelle læringsmiljøer inden for engineering som har en stor tilgang af børn og unge. Det kunne have været spændende at se på disse miljøer og inddrage dem i kortlægningen.

Jeg underviser selv i teknologi- og teknikfagene på HTX som er meget engineering-prægede fag. Her gør man en del ud af at dokumentere processen lige fra idégenerering til det færdige produkt. Det gør at det bliver nemmere at evaluere eleverne, da det til tider ellers kan være en meget stor opgave at finde ud af hvad der foregår inde i selve produktet. Det er også det som artiklen beskriver om at processen hen til produktet er det vigtige.

## Referencer

- Brophy, S., Klein, S., Portmore, M. & Rogers, C. (2008). Advancing Engineering Education in P-12 Classrooms. *Journal of Engineering Education*, 2008 (July), s. 369-387.
- Dewey, J. (2008). *The Analysis of a Complete Act of Thought. How We Think*. D. C. Heath. (set 19.6.2019 på: <https://www3.nd.edu/~dhoward1/Dewey%27s%20Theory%20of%20Science.pdf>).
- Gudjons, H. (2008). *Handlungsorientiert Lehren und Lernen*. Schüleraktivierung, Selbsttätigkeit, Projektarbeit. Julius Klinkhardt.
- Jank, W. & Meyer, H. (2006). *Didaktiske modeller*. Gyldendal.
- UddannelsesGuiden, teknologi (set 19.6.2019 på: <https://www.ug.dk/uddannelser/gymnasialeuddannelser/hoejere-teknisk-eksamen-htx/teknologi-b-htx>).
- UddannelsesGuiden, teknik (set 19.6.2019 på: <https://www.ug.dk/uddannelser/gymnasialeuddannelser/hoejere-teknisk-eksamen-htx/teknikfag-design-og-produktion-htx>).