

STEM på htx

25 år med teknologi og engineering i de gymnasiale uddannelser i Danmark



Peter Larsen, Learnmark
Horsens

Abstract: I august 2020 var det 25 år siden det tekniske gymnasium, htx, blev en 3-årig gymnasial uddannelse med samme omfang og adgangsmuligheder til videregående uddannelse som det almene gymnasium, stx.

Faget Teknologi, der blev udviklet som et af profilfagene til htx, har siden starten i 1995 været tænkt som et STEM-fag, dvs. et fag der integrerer naturvidenskab, teknologi, engineering og matematik. Fagets kerne er engineering, dvs. ingeniør-metoder hvor eleverne udvikler og anvender teknologi og anvender viden fra uddannelsens øvrige fag i projektarbejdet.

Gennem årene har faget gennemgået en udvikling fra et fag med udgangspunkt i løst definerede ingeniør-metoder baseret på den enkelte undervisers erfaringer og baggrund hen imod et fag der tager udgangspunkt i et forskningsbaseret videns- og metodegrundlag.

Engineering og teknologi i gymnasiet

I 2012 udkom rapporten *A Framework for K-12 Science Education* der gør rede for hvordan udviklingen af elevernes kompetencer indenfor naturvidenskab, engineering og teknologi kan implementeres i det amerikanske skolesystem fra *kindergarten* til *high school*. Udgangspunktet var at USA's rolle i den globale økonomi har været vigende, da amerikanernes viden om naturvidenskab, engineering og teknologi ifølge rapporten kan ses som mangelfuld (National Research Council, 2012).

I Danmark har denne udvikling medført et fokus på skoleelevers udvikling af de såkaldte STEM-kompetencer (Science, Technology, Engineering and Mathematics) da det også her til lands ses som nødvendige kompetencer. Fx har Dansk Industri påpeget at der i Danmark uddannes færre med STEM-kompetencer end i lande vi normalt sammenligner os med (Jensen & Lind, 2019).

En række aktører, som Det nationale naturfagscenter Astra (Astra, 2020), Engineer the future (Engineer the future, 2020) og Teknologipagten (Teknologipagten, 2019), er i fuld gang med at arbejde med engineering i grundskolen.

Seneste skridt er engineering i gymnasiet hvor Engineer the future samarbejder med Region Midtjylland og Region Hovedstaden om et to-årigt projekt der har til formål at "undersøge undervisningsmetoden engineerings potentiale og udvikle 'best practice' for implementering i gymnasiets naturvidenskabelige undervisning" (Engineer the future, 2020).

Hvordan ser det egentlig ud med engineering i gymnasiet i Danmark? I Danmark har vi som bekendt tre 3-årige gymnasiale uddannelser, stx eller det almene gymnasium, hhx eller handelsgymnasiet og htx eller det tekniske gymnasium.

Det kan ud fra en hurtig søgning i de gymnasiale læreplaner konstateres at begrebet engineering ikke indgår i gymnasiefagene. Nu er engineering jo også et engelsk/amerikansk begreb. Andre relaterede begreber som teknologi og teknologisk indgår i 13 tilfælde i stx-læreplanerne (Børne- og Undervisningsministeriet, 2017) og i 69 tilfælde i htx-læreplanerne hvor man også finder begrebet produktudvikling 23 steder (Børne- og Undervisningsministeriet, 2017). Udgangspunktet for engineering i gymnasiet er på den måde meget afhængig af hvilken gymnasial uddannelse der er fokus på.

Den yngste af de tre uddannelser, htx, blev netop oprettet som 2-årig forsøgsuddannelse i 1982 for at imødegå problemet med rekruttering til de tekniske og naturvidenskabelige videregående uddannelser. I 1995 blev htx en 3-årig gymnasial uddannelse og har gennem hele sin 25-årige levetid haft en teknologisk profil hvor forskellige aspekter af teknologi er behandlet i alle uddannelsens fag – særligt i faget Teknologi hvor samspillet mellem teknologiudvikling og samfundsudvikling samt anvendelse af viden og metoder i forbindelse med produktudvikling har haft en central rolle.

Htx-uddannelsen er gennem de 25 år ændret mange gange med nye bekendtgørelser, og fagene er blevet udviklet og ændret – også faget Teknologi.

Med udgangspunkt i engineering-diskussionen og htx-uddannelsens 25-årige historie som gymnasial uddannelse er det derfor interessant at undersøge hvordan begrebet engineering hænger sammen med udviklingen af faget Teknologi – hvordan kan engineering defineres i en dansk gymnasial sammenhæng, hvad har kendetegnet udviklingen af faget Teknologi gennem de 25 år – og hvor står faget i dag?

For at undersøge begrebet engineering ses på en definition fra ovennævnte amerikanske rapport sammenholdt med relevante danske begreber; udviklingen af faget Teknologi gennem 25 år belyses gennem de skiftende bekendtgørelser hvor der ses på introduktion af forskellige begreber og metoder i fagbilagene; hvor faget er i dag, belyses gennem det videnskæssige grundlag for den gældende læreplan efterfulgt af eksempler på engineering-relevante forløb fra forfatterens undervisning.

Hvad er engineering?

Begrebet engineering findes ikke på dansk. Typisk oversættes engineering til ingeniørarbejde – men hvad er det? Hvad laver ingeniører? Ingeniører arbejder typisk med

udvikling, fremstilling, anvendelse eller implementering af teknologi. Og hvad vil det så sige – mere operationelt – i en gymnasial uddannelseskontekst?

I den amerikanske rapport *A Framework for K-12 Science Education* defineres engineering som “a systematic and often iterative approach to designing objects, processes, and systems to meet human needs and wants” mens teknologi ses som “any modification of the natural world made to fulfil human needs or desires” (National Research Council, 2012).

Anvender vi den amerikanske definition, er engineering en systematisk og iterativ tilgang til udformning af genstande, processer og systemer der opfylder menneskelige behov – og teknologi er enhver forandring af den naturlige verden med det formål at opfylde menneskelige behov. Engineering kan på den baggrund ses som udvikling af teknologi – eller med et godt dansk begreb *produktudvikling* – hvor produkter ses bredt som genstande, processer og systemer.

I faget Teknologi på htx har produktudvikling haft en central rolle siden htx begyndte som forsøgsuddannelse i 1982.

Forhistorien

Htx-uddannelsen begyndte som en ungdomsuddannelse rettet mod videregående uddannelser “i teknisk retning”. Uddannelsen var 2-årig, og eleverne skulle have gennemført 1. del af en erhvervsfaglig grunduddannelse. Med uddannelsen blev faget Teknologi, konstruktion og teknisk kommunikation introduceret, med formålet bl.a. “at udbygge elevens kendskab til sammenhængen mellem den teknologiske og den øvrige samfundsmæssige udvikling” (HTX-forsøgsuddannelse, 1987). Uddannelsen blev med mindre ændringer gjort permanent i 1989 (HTX-uddannelsen, 1989).

I 1991 blev faget Teknologi introduceret som et projektorganiseret fag hvor formålet bl.a. var at give eleven kendskab til produktudvikling “med udgangspunkt i samfundsfaglige og teknologiske problemstillinger” hvor projektforløbene skulle resultere i et praktisk fremstillet produkt. Produkter blev fremstillet i værksteder og laboratorier tilknyttet teknikfagene med fokus på enten byggetekniske, el-tekniske, maskintekniske eller procestekniske aspekter (htx-bekendtgørelsen, 1991).

I 1994 kom ‘overgangsbekendtgørelsen’ der bekendtgjorde at elever sidste gang kunne optages på den 2-årige htx-uddannelse i august 1994 (htx-bekendtgørelsen, 1994). Fra august 1995 har htx-uddannelsen været 3-årig.

En 3-årig gymnasial uddannelse med en engineering-profil

Da htx-uddannelsen eller *teknisk gymnasium*, som nogle skoler begyndte at kalde uddannelsen, blev 3-årig i 1995 og dermed fra et brugersynspunkt (de kommende gymnasieelever og deres forældre) blev ligestillet med det almene gymnasium, ændrede også faget Teknologi karakter. Formålet var at “eleven får kendskab til betragtninger

om produkters livscyklus, herunder opståen og udvikling”, herunder tværfaglige arbejdsmetoder, så eleven “forstår den teknologiske udvikling og produktionens samspil med det omgivende samfund”. Sammen med et indhold af produktudvikling, fremstilling af produkt og dokumentation, stadig i “projektorganiserede undervisningsforløb med udgangspunkt i samfundsmæssige og teknologiske problemstillinger” hvor der inddrages andre fag og arbejdes tværfagligt med samfundsfag, blev et fag med udgangspunkt i ingeniørmetoder introduceret i de gymnasiale uddannelsers fagrække – sammen med en ny prøveform, projektprøven med en afsluttende projektperiode på 60 lektioner ud af fagets i alt 340 lektioner (255 timer). Hertil kom dele af erhvervsfags 320 lektioner hvor den grundlæggende værkstedsundervisning foregik (htx-bekendtgørelsen, 1995).

Med den nye fagplan kom der i undervisningen fokus på produkters livscyklus og begrebet livscyklusvurdering, de fleste skoler gik væk fra ‘en lærer, en klasse’ og gav eleverne mulighed for at fremstille produkter i alle skolens værksteder, og prøverne blev på nogle skoler afholdt som gruppeprøver.

I 2000 fik faget Teknologi et omfang af 360 timer (erhvervsfag var reduceret til 120 timer). Dele af fagets formål blev præciseret, livscyklus blev ændret til miljøvurdering, og eleverne skulle kunne arbejde med faserne i en produktudvikling og arbejde projektorganiseret, problemløsende og tværfagligt og udvikle praktiske løsningsforslag. I fagbilaget indgik nu begreber som produktionsformer, teknologianalyse og miljøvurdering (htx-bekendtgørelsen, 2000).

Reform 2005 – studieretningsgymnasiet

I 2004 (med start august 2005) blev htx-uddannelsen som de øvrige 3-årige gymnasiale uddannelser struktureret med et grundforløb og et studieretningsforløb. Studieretningsområdet blev indført, i grundforløbet for at udvikle eleverne fra grundskoleelever til gymnasieelever og i studieretningsforløbet for at udvikle eleverne fra gymnasieelever til at kunne blive studerende på videregående uddannelser. Dermed kom der større fokus på fagenes bidrag til elevernes studiekompetencer hvor faget Teknologi på mange skoler fik en central rolle med et iboende fagligt samspil, problemorientering og projektarbejde.

Fagbilagene ændrede navn til læreplaner og blev omskrevet til faglige mål og kerne stof. Hvad skal eleverne kunne, og hvad skal de vide for at kunne det?

I faget Teknologi skulle eleverne bl.a. kunne “analysere og dokumentere en teknologisk, naturvidenskabelig, samfundsmæssig problemstilling og udarbejde et løsningsforslag hertil” og “anvende metoder til systematisk produktudvikling”, for at kunne det skal eleverne vide noget om problemformulering, problemanalyseværktøjer, informationssøgning, dokumentation, idéudvikling og “systematisk produktudvikling med faserne forundersøgelse, udformning, fremstilling, afprøvning og vurdering”.

Undervisningen er problemorienteret og projektor organiseret. Teknologi fik et omfang på 330 timer. Med gymnasireformen blev gruppeprøver afskaffet (Htx-bekendtgørelsen, 2004).

I 2010 blev begrebet teknologisk dannelse indført i læreplanen for Teknologi: "Faget giver eleven elementer af en teknologisk dannelse gennem en forståelse for samspillet mellem teknologi og samfund, en kritisk sans og evne til løsning af praktisk/teoretiske problemstillinger gennem problemorientering samt en forståelse af hvordan teknologisk viden produceres gennem analyse og syntese i en samlet proces." Det afspejler sig i de faglige mål hvor eleven skal kunne "redegøre for hvordan teknologisk viden produceres, herunder tanker og teorier der ligger bag teknologiens udvikling, og for teknologiens samspil med det omgivende samfund" og kernestoffet "teknologi som teknik, viden, organisation og produkt, teknologiudvikling som lineær og interaktiv udvikling, teknologivurdering som konsekvensvurdering, helhedsvurdering og konstruktiv vurdering". Produktudvikling er ændret til "systematisk produktudvikling med faserne behovserkendelse, behovsundersøgelse, produktprincip, produktudformning og produktionsforberedelse". Undervisningsformen i faget er problembaseret læring i længere projektforsløb (htx-bekendtgørelsen, 2010).

I 2013 blev gruppeprøver igen indført (Htx-bekendtgørelsen, 2013).

Reform 2017 – med grundforsløb i produktudvikling

I 2017 blev de 3-årige gymnasiale uddannelser samlet under en bekendtgørelse. Uddannelserne blev organiseret i et 3-måneders grundforsløb og et studieretningsforsløb. På htx blev grundforsløb i produktudvikling introduceret. Studieområdet blev bevaret på htx, men ændrede karakter med mindre fokus på fagligt samspil og større fokus på udvikling af studiekompetencer der afsluttende kommer til udtryk i et studieområde-projekt. Faget Teknologi spiller stadig en stor rolle i studieområdet i forhold til studiekompetencer, men nu mere i forhold til problembaseret læring med udgangspunkt i nøgleproblemstillinger og teknologisk dannelse end fagligt samspil.

Teknologi fik et omfang på 290 timer hvoraf typisk 30 ligger i grundforsløb i produktudvikling (Gymnasiebekendtgørelsen, 2017).

Læreplanen blev ændret så det blev tydeliggjort hvad faserne i et produktudviklingsforsløb skal indeholde. Det overordnede faglige mål er at eleven skal kunne "arbejde med teknologisk innovation ved at udvikle produkter gennem en systematisk og iterativ produktudviklingsproces indeholdende faserne problemidentifikation, problemanalyse, produktprincip, produktudformning, produktionsforberedelse og realisering", og kernestoffet blev indlejret i de enkelte faser i produktudviklingsprocessen så det blev tydeligt hvilke aktiviteter der ligger i de enkelte faser (Børne- og Undervisningsministeriet, 2017).

Engineering og faget Teknologi i dag

I dag er faget Teknologi i htx-uddannelsen et gymnasialt engineering-fag hvor eleverne finder, skaber og anvender kontekstrelevant viden – viden fra uddannelsens øvrige fag og anden viden relevant i forbindelse med det enkelte projekt.

Gennem undervisningen får eleverne elementer af en teknologisk dannelse – de får viden om og erfaringer med teknologi- og produktudvikling og anvendelse af teknologi samt en større samfundsbevidsthed i form af en forståelse for samspillet mellem den teknologiske udvikling og samfundsudviklingen.

Grundlaget for indholdet i fagets læreplan udspringer af de danske ingeniøruniversiteter, Aalborg Universitet og Danmarks Tekniske Universitet.

Fagets teknologiteoretiske indhold tager udgangspunkt i begreber og metoder fra Aalborg Universitet. Teknologi ses med et socio-teknisk udgangspunkt i et helhedsperspektiv som artefakter i anvendelse (Müller, et al., 1986) der udvikles i en iterativ og interaktiv udvælgelsesproces i en samfundsmæssig kontekst (Müller, 2010). Eleverne får en forståelse for at teknologi er mere end genstande, genstandene skal anvendes med et formål, samt at teknologi udvikles og anvendes af mennesker i et samspil med det omgivende samfund – at teknologi både løser og skaber problemer.

Undervisningen foregår hovedsageligt som problembaseret læring hvor eleverne arbejder sammen i grupper med projekter – med stærk inspiration fra undervisningsformen på ingeniøruddannelserne på Aalborg Universitet.

Undervisningsformen har baggrund i projektpædagogikken, der tager udgangspunkt i elevernes erfaringsverden hvor eleverne lærer, ud fra egne erfaringer, at reflektere, teoretisere og eksperimentere (Illeris, 2007). Faget lægger vægt på sammenhængen mellem teori og praksis hvor eleverne dels anvender deres viden fra både Teknologi og andre fag i forbindelse med analyse af problemstillinger og udvikling af produkter og dels fremstiller de udviklede produkter i skolens værksteder og laboratorier.

Projekter kan være disciplinbaserede – tage udgangspunkt i enkelte faglige mål eller delmål hvor formålet er at eleverne lærer viden og metoder der knytter sig til en disciplin, fx miljøvurdering. Eleverne får færdigheder. Eller projekter kan være problembaserede – tage udgangspunkt i en samfundsmæssig problemstilling hvor eleverne lærer at anvende relevant viden og metoder i forbindelse med udvikling af produkter der bidrager til at løse samfundsmæssige problemstillinger. Eleverne udvikler kompetencer. I forbindelse med undervisningen fungerer læreren som underviser og i høj grad som facilitator af elevernes læreproces (Holdgaard & Kolmos, 2007). Undervisningen tilrettelægges med en blanding af disciplinbaserede projekter hvor dele af fagets stof og metoder introduceres, fx fremstilling af produkter i et konkret værksted eller miljøvurdering, og problembaserede projekter der tager udgangspunkt i samfundsmæssige problemstillinger, som fx arbejdsmiljø eller bæredygtighed. Læ-

rerer fungerer som underviser hvor metoder og stof introduceres, og som vejleder i forbindelse med projektarbejdet i både klasselokale og i værksted/laboratorium.

Arbejdsmetoden i forbindelse med produktudvikling bygger på en fasemodel udviklet på Institut for Produktudvikling ved Danmarks Tekniske Universitet (Andreasen & Hein, 1985). Fasemodellen lærer eleverne at arbejde systematisk og reflektivt – at analysere problemstillinger inden man går til en løsning – og ‘kortlægger’ projektet med en række faser der indeholder en række forskellige aktiviteter der er relevante for et godt produktudviklingsforløb. Produktudvikling som en systematisk og iterativ proces er fagets grundlæggende arbejdsmetode og danner rammen om hovedparten af kernestoffet i fagets problembaserede projektforsøg. Produktudvikling udføres systematisk gennem faserne problemidentifikation, problemanalyse, produktprincip, produktudformning, produktionsforberedelse og realisering. Samtidig udføres produktudviklingen iterativt – som en søge-læreproces hvor man om nødvendigt bevæger sig frem og tilbage mellem faserne. Eleverne lærer at arbejde med en ‘trial-and-error’ arbejdsproces hvor de gør sig erfaringer, reflekterer og eksperimenterer – og gør det igen. Og igen.

Engineering i praksis

Engineering på gymnasialt niveau har, som alle andre gymnasiale fag, typisk et videnselement, et metodisk element – og et dannelseselement. Der er fokus på de forskellige elementer i forskellige typer forløb, og elementerne er bestemmende for lærerrollen i forbindelse med elevernes læring. Her et nedslag på tre eksempler fra forfatterens praksis.

I de indledende forløb er lærerrollen typisk at undervise i grundlæggende viden og vejlede i projektarbejdsformen i disciplinbaserede projekter, fx om fagets teknologiteoretiske begreber. Eleverne skal have en forståelse for teknologiteori, at teknologi er procesorienteret, at det er genstande i anvendelse med et formål. Vi kan både se på hvordan genstande er fremstillet, og hvordan genstande indgår i en fremstillingsproces. Et eksempel på et indledende forløb er et kaffeprojekt. Skolen har anskaffet en række genstande til produktion af kaffe, og eleverne skal i grupper anvende en genstand og fremstille kaffe – en stempelkande, termokande, kaffemaskine, madam blå, frysetørret kaffe, kaffekolbe. En gruppe sendes i kantinen for at analysere kaffefremstillingsteknologien her. Eleverne skal foretage en teknologianalyse hvor de gør rede for teknik (produktionsudstyr og råvarer), den viden der skal til for at kunne anvende udstyret, organisering (fremgangsmåden) af kaffefremstillingen og endelig kvaliteten af produktet. Læreren giver kage til.

Kaffeprojektet er en simpel indføring i fagets teknologiteoretiske fundament. Senere forløb med analyser af mere komplekse teknologier i et historisk perspektiv (biler, computere etc.) giver eleverne forståelse for at teknologi bliver udviklet gennem tid i

en samfundsmæssig kontekst. Læreren hjælper eleverne med at strukturere projektet i faser (problemformulering, informationssøgning, analyse, formidling) og hjælper med at finde relevante emner hvor der kan findes kilder.

I disciplinbaserede projekter hvor der indgår produktudvikling og værkstedsarbejde, er lærerens rolle at holde fokus på det systematiske i arbejdsmetoden – eleverne skal have en forståelse for sammenhængen mellem teoretisk og praktisk arbejde, at man må have et grundlag inden man begynder at fremstille produktet. Man skal afklare hvad man skal. Et undervisningseksempel hvor et element af konkurrence kan krydre processen og øge motivationen, er 'Single Sheet Skiff Challenge'.



Figur 1. 'Single Sheet Skiff Challenge'

Hvert år når eleverne begynder igen efter sommerferien, har skolen et 'dogmeprojekt' hvor 2.g'erne skal fremstille en båd der skal kunne bære en person gennem en bane på fjorden. Eleverne får en tynd krydsfinerplade, to tuber fugemasse, 60 strips til at bygge båd med og et bræt til årer eller pagaj. Inden de går i gang med båden, skal de i grupperne gøre sig overvejelser om opdrift, stabilitet og vandmodstand og bygge tre forskellige modeller i pap i 1:10 der testes i et vandbassin.



Figur 2. Model klar til test

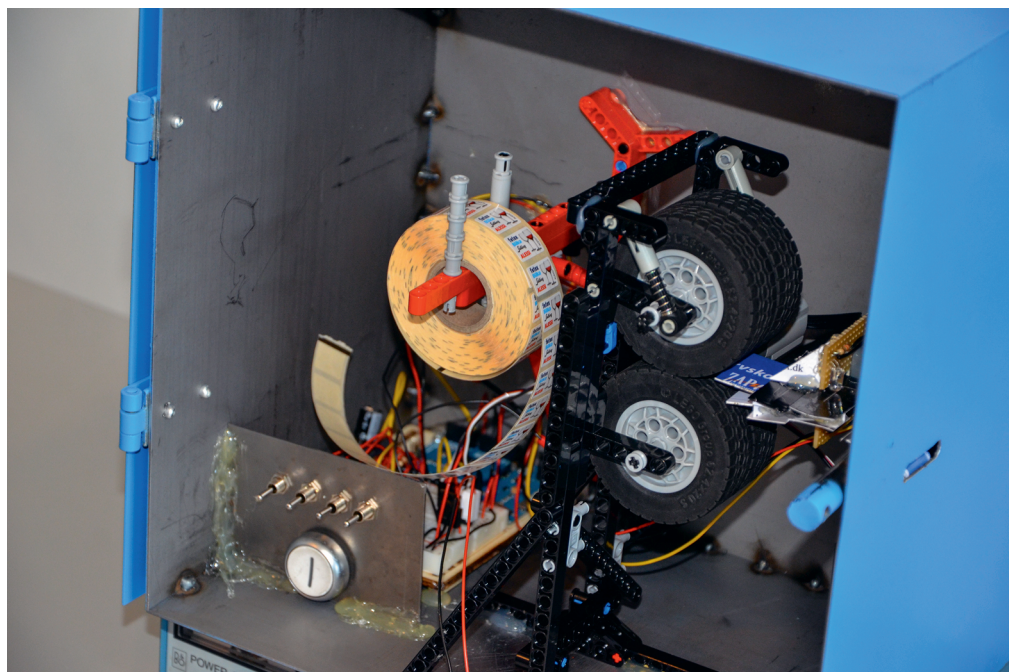
De elever der går mest naturvidenskabeligt til værks i produktudviklingsprocessen, kan arbejde systematisk og reflektivt med at omsætte naturvidenskabelig viden til et konkret produkt – og har en i gruppen der kan ro – vinder typisk.

SSSC-projektet er et komprimeret projekt på 15 timer over to uger. For at styre større problembaserede projekter hvor eleverne typisk har 30-40 timer til projektet over 10-15 uger har denne lærer udarbejdet skabeloner (en slags arbejdsark) for de forskellige faser, problemet, problemanalyse, produktprincip, produktudformning, produktionsforberedelse og realisering. Skabelonerne indeholder stikord til de enkelte aktiviteter i den enkelte fase og skemaer til fx strukturering af undersøgelser og vurdering af løsningsforslag. Vi kan kalde det stilladsering eller synlig læring, det er i hvert fald min erfaring at eleverne så arbejder mere med indholdet og ikke skal bruge energi på at gætte hvad læreren mon mener. I de første forløb er der en mere stram lærerstyring med delafleveringer – dog med det udgangspunkt at det er en foreløbig aflevering af hensyn til fagets iterative natur – efter hver fase hvor eleverne har frit spil i fagets eksamensprojekt.

Dannelseselementet kommer mest tydeligt til udtryk i de problembaserede projekter. For at forstå dannelseselementet i forbindelse med engineering må vi ty til Klafki, der taler om kategorial dannelse og epokale nøgleproblemer, se fx (Dolin, 2013). En teknologisk dannet person må have en forståelse for viden og metoder indenfor det teknologiske domæne, at der er et samspil mellem udvikling af teknologi og udviklingen i samfundet og de forskellige problemstillinger knyttet til teknologien, fx bæredygtighed, arbejdsmiljø, digitalisering, globalisering.

Et eksempel fra et eksamensprojekt med temaet 'På kanten' hvor eleverne valgte projektoplægget 'På kanten af tid'.

De mere interessante projekter kommer når de udspringer af elevernes erfaringsverden. Det giver samtidig en god motivation. Sine har fritidsjob ved kassen i Bilka, og hun er frustreret over at hun skal bruge tid på manuelt at tælle 'guldmærker' i forhold til kundens køb og udlevere til kunden mens køen til kassen vokser. Kunder kan være krævende og forventer det korrekte antal guldmærker, der giver rabat på forskellige produkter. Det kan da ikke være så svært at automatisere den proces. Sine og de to andre elever hun plejer at arbejde sammen med, David og Hanne, vil gerne prøve kræfter med idéen. Da projektoplægget til eksamen kommer, kan gruppen få det til at passe ind i temaet. Gruppen går i gang, analyserer problemstillingen ved at se på stressfaktorer og kassemedarbejderes arbejdsmiljø gennem interview med andre kassemedarbejdere og med lederen i Bilka, beregner tidsforbruget til guldmærketællingen og Bilkas besparelse hvis processen kan automatiseres. Bilka er begejstret, så motivationen er stor. Gruppen får opstillet tekniske krav til produktet, det skal kunne køre et varierende, men bestemt antal guldmærker ud og klippe dem af. Der bliver brugt en del tid ud over undervisningstiden, og der bliver arbejdet med at skaffe sig den nødvendige viden. Gennem talrige iterationer med nogle Legohjul, 3D print, Arduinoprogrammering og sammensvejsning af en kasse lykkes det, og gruppen har et produkt, 'Guldmærkedispenser X2000'.



Figur 3. Guldmærkedispenser X2000

Ideen er så god at eleverne på skolen bliver udtaget til konkurrencen 'DM i Teknologi' hvor de går videre til finalen i Industriens Hus i København.

Eleverne har gennem deres projekt fået en forståelse for hvordan en teknologisk udviklingsproces foregår og for teknologiens betydning for kassemedarbejderes arbejdsmiljø. Lærerens rolle har været at få eleverne til at forholde sig reflektivt til deres arbejde, rådgive om tekniske problemstillinger, rydde op efter de engagerede elever og sørge for at 3D printerne kørte. At facilitere elevernes læring.

Engineering i gymnasiet

I de danske gymnasiale uddannelser har vi en 25-årig udvikling af engineering på gymnasieniveau i form af faget Teknologi på htx. Faget har gennem alle årene haft en kerne af problemorientering og produktudvikling og har belyst samspillet mellem den teknologisk udvikling og samfundets udvikling og er med tiden blevet udviklet fra at være et fag med løst definerede engineering-metoder til at være et fag med udgangspunkt i viden og metoder fra ingeniøruniversiteterne.

Gymnasiets fag tager typisk udgangspunkt i videnskabsfag (universitetsfag), og dette gælder også for et engineering-fag som Teknologi. Her er situationen dog lidt mere 'mudret' da engineering i sig selv er tværfagligt; engineering tager udgangspunkt i en mudret virkeligheds problemstillinger – virkeligheden er som bekendt ikke fagopdelt. Så engineering i gymnasiet er viden og metoder baseret på ingeniørvidenskab suppleret med anvendelse af viden og faglige metoder fra gymnasiets øvrige fag.

Engineering er et relativt nyt begreb i den danske undervisningsverden (udenfor htx) og har et markant anderledes fokus end de traditionelle gymnasiefag med udspring i videnskabsfag – formålet med en videnskabelig proces er at fremskaffe sikker viden mens formålet med en engineeringproces er at udvikle et produkt (eller en proces eller et system.) der virker.

Afsluttende kan bemærkes at engineering ikke kun er godt for Dansk Industri eller konkurrenceevnen, men også er udviklende for eleverne – og læreren. Eleverne udvikler deres forståelse for teknologiens rolle i samfundet, at teknologi er menneskeskabt, og de udvikler problemløsningskompetencer, kreativitet og handlekompetencer. I en undervisningssammenhæng kan engineering ses som et middel til at motivere elever til tilegnelse af viden på linje med anvendelsesorientering, innovation og problemløsning – der i øvrigt alle er indeholdt i en engineering-proces. Lærerens udvikling stopper aldrig, der er hele tiden nye elever der får nye sjove idéer med nye krav til fagligheden. Og man kan blive ved med at udvikle sine evner til at facilitere læring.

Referencer

- Andreasen, M.M., & Hein, L. (1985). *Integreret produktudvikling*. København: Jernets Arbejdsgiverforening.
- Astra. (2020). *Engineering i skolen*. Hentet fra [astra.dk](https://astra.dk/engineering): <https://astra.dk/engineering>.
- Børne- og Undervisningsministeriet. (2017). *Htx-læreplaner 2017*. Hentet fra [uvm.dk](https://www.uvm.dk): <https://www.uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/fag-og-laereplaner/laereplaner-2017/htx-laereplaner-2017>.
- Børne- og Undervisningsministeriet. (2017). *Stx-læreplaner 2017*. Hentet fra [uvm.dk](https://www.uvm.dk): <https://www.uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/fag-og-laereplaner/laereplaner-2017/stx-laereplaner-2017>.
- Dolin, J. (2013). Dannelse, kompetence og faglighed. I E. Damberg, J. Dolin, G.H. Ingerslev, & P. Kaspersen, *Gymnasiepædagogik* (s. 71-76). København: Hans Reitzels Forlag.
- Engineer the future. (2020). *Engineering i gymnasiet*. Hentet fra engineerthefuture.dk: <https://engineerthefuture.dk/engineering-i-skolen/engineering-i-gymnasiet/>.
- Engineer the future. (2020). *Engineering i skolen*. Hentet fra engineerthefuture.dk: <https://engineerthefuture.dk/engineering-i-skolen/>.
- Gymnasiebekendtgørelsen. (18. maj 2017). *Bekendtgørelse om de gymnasiale uddannelser (BEK nr 497 af 18/05/2017)*. Hentet fra <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2017/497>.
- Holdgaard, J.E., & Kolmos, A. (2007). Situationsbaseret projektvejledning. *Dansk Universitetspædagogisk Tidsskrift*, s. 54-62. Hentet fra https://dun-net.dk/media/58796/2007_03_J.pdf.
- htx-bekendtgørelsen. (17. juni 1994). *Bekendtgørelse om den erhvervsgymnasiale uddannelse til højere teknisk eksamen (BEK nr 524 af 17/06/1994)*. Hentet fra <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/1994/524>.
- htx-bekendtgørelsen. (29. juli 1991). *Bekendtgørelse om den erhvervsgymnasiale uddannelse til højere teknisk eksamen (BEK nr 569 af 29/07/1991)*. Hentet fra <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/1991/569>.
- htx-bekendtgørelsen. (9. juni 1995). *Bekendtgørelse om den erhvervsgymnasiale uddannelse til højere teknisk eksamen (BEK nr 462 af 09/06/1995)*. Hentet fra <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/1995/462>.
- htx-bekendtgørelsen. (15. juni 2000). *Bekendtgørelse om den erhvervsgymnasiale uddannelse til højere teknisk eksamen (BEK nr 524 af 15/06/2000)*. Hentet fra <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2000/524>.
- Htx-bekendtgørelsen. (15. december 2004). *Bekendtgørelse om uddannelsen til højere teknisk eksamen (BEK nr 1344 af 15/12/2004)*. Hentet fra <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2004/1344>.
- htx-bekendtgørelsen. (23. juni 2010). *Bekendtgørelse om uddannelsen til højere teknisk eksamen (BEK nr 740 af 23/06/2010)*. Hentet fra <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2010/740>.
- Htx-bekendtgørelsen. (26. juni 2013). *Bekendtgørelse om uddannelsen til højere teknisk eksamen (BEK nr 778 af 26/06/2013)*. Hentet fra <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2013/778>.

- HTX-forsøgsuddannelse. (10. april 1987). *Bekendtgørelse om en forsøgsuddannelse til højere teknisk eksamen (BEK nr 200 af 10/04/1987)*. Hentet fra <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/1987/200>.
- HTX-uddannelsen. (8. marts 1989). *Bekendtgørelse om uddannelse til højere teknisk eksamen (BEK nr 167 af 08/03/1989)*. Hentet fra <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/1989/167>.
- Illeris, K. (2007). Erfaringspædagogik og projektarbejde. I *Pædagogiske teorier* (s.148-166). København: Billesø og Baltzer.
- Jensen, M.J., & Lind, B. (september 2019). *Danmark halter bagefter på STEM-uddannede*. Hentet fra [danskindustri.dk: https://www.danskindustri.dk/arkiv/analyser/2019/9/danmark-halter-bagefter-pa-stem-uddannede/](https://www.danskindustri.dk/arkiv/analyser/2019/9/danmark-halter-bagefter-pa-stem-uddannede/).
- Müller, J. (2010). *BEFIT FOR CHANGE: Social Construction of Endogenous Technology in the South*. Hentet fra [http://vbn.aau.dk/da/publications/befit-for-change\(e0e137ea-50c6-4c60-916f-b93c2c843fd2\).html](http://vbn.aau.dk/da/publications/befit-for-change(e0e137ea-50c6-4c60-916f-b93c2c843fd2).html).
- Müller, J., Remmen, A., & Christensen, P. (1986). *Samfundets teknologi – teknologiens samfund*. Herning: Systime.
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press. Hentet fra <https://www.nap.edu/catalog/13165/a-framework-for-k-12-science-education-practices-crosscutting-concepts>.
- Teknologipagten. (2019). *Om Teknologipagten*. Hentet fra [teknologipagten.dk: https://www.teknologipagten.dk/teknologipagten/om-teknologipagten](https://www.teknologipagten.dk/teknologipagten/om-teknologipagten).